

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

**Περιβαλλοντική και οικονομική αποτίμηση μιας μονάδας
αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας : Εμπειρική
ανάλυση**

Μεζαρί Λάουρα-Ειρήνη

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου
Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην
Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική

Πειραιάς, Οκτώβριος 2018

UNIVERSITY OF PIRAEUS
DEPARTMENT OF ECONOMICS



MASTER PROGRAM IN
ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY

**Environmental and Economic Valuation of a Small
Scale Anaerobic Digestion Plant : Empirical analysis**

By

Mezari Laoura-Eirini

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfillment

of the requirements for the degree of Master of Arts in Economic and Business Strategy

Piraeus, October 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ.Καρκαλάκο Σωτήρη, για την εμπιστοσύνη και την υποστήριξη που μου έδειξε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου και τις πολύτιμες γνώσεις που μου παρείχε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου, τόσο για την ενθάρρυνση όσο και για την ηθική και υλική στήριξη που μου παρείχε σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

Περιβαλλοντική και οικονομική αποτίμηση μιας μονάδας αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας (ισχύος 500kW) : Εμπειρική ανάλυση

Σημαντικοί όροι: απόβλητα, μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση, κομπόστ, χρηματοοικονομική ανάλυση

Περίληψη

Η συνολική ποσότητα αστικών, γεωργικών και κτηνοτροφικών αποβλήτων αυξάνεται συνεχώς. Παράγονται ετήσια τεράστιες ποσότητες που πρέπει να διατίθενται νόμιμα και με ασφάλεια, χωρίς να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπρόσθετα, η διαθεσιμότητα επαρκούς ανανεώσιμης ενέργειας είναι πολύ σημαντική, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλεί η αυξημένη χρήση ορυκτών καυσίμων συντελούν ταχύτατα στην επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα την περιβαλλοντική και οικονομική εξέταση εφαρμογής της αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων με στόχο την παραγωγή βιοαερίου.

Η αναερόβια χώνευση είναι μία διαδικασία που έχει ως στόχο την παραγωγή ενέργειας. Μέσω της χρήσης βακτηριδίων και με απουσία οξυγόνου γίνεται η επεξεργασία της οργανικής ύλης που περιέχεται στα οργανικά απόβλητα και παράγονται βιοαέριο και οργανικό λίπασμα (κομπόστ). Βασικό πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι τα οργανικά απόβλητα δεν οξειδώνονται σε υψηλή θερμοκρασία (όπως στις θερμικές μεθόδους), αλλά επεξεργάζονται μεταξύ 38 και 42 °C . Με την αξιοποίηση του βιοαερίου αποφεύγεται η έκλυση μεθανίου (CH₄), ενός αερίου με μεγάλη συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το κομπόστ που παράγεται αποτελεί πρώτης τάξης βιολογικό λίπασμα, τόσο σε υγρή, όσο και σε στερεά μορφή. Με την πρόσληψη από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και την παραγωγή νέας βιομάζας εξασφαλίζεται η δέσμευση του τελικά παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) εκ νέου στη βιομάζα, συνεπώς δεν διαταράσσεται η ισορροπία του οικολογικού συστήματος. Σε αντίθεση με τη διαδικασία καύσης σκουπιδιών, κατά την παραγωγή βιοαερίου δεν απελευθερώνονται διοξίνες και φουράνια, που επιβαρύνουν το περιβάλλον .

Με την εφαρμογή της αναερόβιας χώνευσης επέρχεται η ελαχιστοποίηση των οργανικών αποβλήτων προς τελική διάθεση, αποφεύγεται η εκπομπή αερίων και οσμών και αξιοποιείται ανανεώσιμη ενέργεια. Η χρήση σταθμών αναερόβιας χώνευσης μπορεί να συμβάλλει ενεργά στην επίτευξη Ευρωπαϊκών στόχων για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Μέχρι το 2020, το 20% της ζητούμενης ενέργειας στην ΕΕ θα πρέπει να είναι από ΑΠΕ.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, θα προσεγγισθεί η οικονομικότητα της επένδυσης αναερόβιας χώνευσης οργανικών αποβλήτων μικρής κλίμακας (small scale anaerobic digestion).

Το γεγονός ότι οι μονάδες θα είναι μικρής κλίμακας βοηθά στην αύξηση της αυτάρκειας των γεωργικών επιχειρήσεων ως προς τη ζήτηση της ενέργειας και στη μείωση της εξάρτησης του σταθμού από τις διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας

μπορεί να ελεγχθεί και να λάβει χώρα όλη τη μέρα ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες, που σημειωτέων επηρεάζουν άλλου είδους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.

Σκοπός μας είναι η αύξηση της ασφάλειας της ενεργειακής τροφοδοσίας χωρίς να υπάρχουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Επίσης, η σωστή διαχείριση και διαθεσιμότητα των πρώτων υλών θα αποτελεί βασικό στόχο της μελέτης και θα σχετίζεται με αλλαγές σε διαδικασίες όπως η παραγωγή, συλλογή, μεταφορά και διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης. Θα μελετηθεί η εύρεση της καλύτερης λύσης σχετικά με τη ΔΕΗ και τις δυνατότητες σύνδεσης των σταθμών βιομάζας ανά περιφέρεια με το δίκτυο, από τον ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας). Τέλος, θα γίνει αναφορά σε τρόπους ενημέρωσης για την ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου και στην προσπάθεια χρηματοδότησης τέτοιων σταθμών.

Η ανάλυση του έργου απαιτεί Strategic energy management (SEM) με βασικό σκοπό την επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες της εγκατάστασης, της συντήρησης και τις συμπεριφορές του έργου.

Στόχος της μελέτης θα είναι να βρεθεί ανάλογα με τις ανάγκες του έργου η βέλτιστη λύση τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά, με βασικό σκοπό την επίτευξη της βιωσιμότητας. Η ανάπτυξη και η εφαρμογή μοντέλων, δεικτών, μεθόδων και στρατηγικών είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση μελλοντικών πράσινων έργων. Η οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση θα γίνει μέσω μιας ολοκληρωμένης μεθόδου χρηματοοικονομικής ανάλυσης, λαμβάνοντας υπόψη και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Όσον αφορά την περαιτέρω περιβαλλοντική και οικονομική μελέτη του σταθμού παραγωγής ενέργειας με τη χρήση των δεδομένων του έργου ισχύος 500 kW, θα γίνει επίσης χρήση δεικτών για την ανάλυση των στοιχείων του έργου.

Θα γίνει αξιολόγηση των πρώτων υλών (χαρακτηριστικά και δυνατότητες) και η επίδρασή τους στο μέγεθος του εργοστασίου που πραγματοποιήθηκε. Θα οριστούν οι παράμετροι εισόδου για το σχεδιασμό και θα αξιολογηθεί η επίδρασή τους στα βασικά στοιχεία εξόδου. Με βάση τα δεδομένα εισροών και τον αντίκτυπό τους στις επιδόσεις των εγκαταστάσεων, θα εκτιμηθούν σημαντικά οικονομικά μεγέθη, όπως η συνολική κεφαλαιακή δαπάνη - CAPEX, οι ετήσιες πωλήσεις της μονάδας αναερόβιας χώνευσης και θα γίνει εκτίμηση του συνολικού κόστους λειτουργίας - OPEX. Μετά από μια σειρά παραδοχών και τον υπολογισμό των παραπάνω οικονομικών μεγεθών, θα αξιολογηθούν οι βασικοί δείκτες σκοπιμότητας της μονάδας αναερόβιας χώνευσης (NPV, Περίοδο Αποπληρωμής, IRR). Τέλος, θα συζητηθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων, με βάση την οικονομική ανάλυση της επένδυσης και λαμβάνοντας υπόψη την αξιολόγηση των ευκαιριών και των κινδύνων. Έτσι, θα γίνει η ανάλυση των δεδομένων και η παρουσίασή τους μέσω ραβδογραμμάτων και πιτών, θα αναφερθεί η μεθοδολογία της έρευνας και θα διεξαχθούν τα εμπειρικά αποτελέσματα όσον αφορά την περιβαλλοντική και οικονομική αποτίμηση της ενεργειακής αξιοποίησης σταθμού παραγωγής ενέργειας με αναερόβια χώνευση οργανικών πρώτων υλών ισχύος 500

Environmental and Economic Valuation of an Small Scale Anaerobic Digestion Plant : Empirical analysis

Keywords: waste, small scale anaerobic digestion, compost, financial analysis

Abstract

The total amount of urban, agricultural and animal waste is constantly increasing. Yearly huge quantities are produced that must be legally and safely available without any negative impact on the environment. In addition, the availability of sufficient renewable energy is very important, as the environmental problems caused by the increased use of fossil fuels are rapidly contributing to the worsening of climate change.

This dissertation deals with the application of anaerobic digestion for the processing of agricultural and animal waste with the aim of producing biogas.

Anaerobic digestion is a process that aims to produce energy. Through the use of bacteria and in the absence of oxygen, the organic matter contained in organic waste is processed and biogas and organic compost (compost) are produced. A key advantage of this process is that organic wastes are not oxidized at high temperature (such as thermal methods), but they are processed between 38 and 42 °C. Biogas utilization avoids the release of methane (CH₄), a gas with great contribution to the greenhouse effect. The compost produced is a first class organic fertilizer, both in liquid and solid form. With plant uptake through photosynthesis and the production of new biomass, it is ensured that the carbon dioxide (CO₂) that is finally produced is captured in the biomass, so that the ecological balance is not disturbed. Unlike the process of burning garbage, biogas does not release dioxins and furans that burden the environment.

The application of anaerobic digestion results in the minimization of organic waste for final disposal, avoids the emission of gases and odors, and the use of renewable energy. The use of anaerobic digestion plants can actively contribute to the achievement of European targets for Renewable Energy Sources (RES). By 2020, 20% of the energy demanded in the EU should be from RES.

In this study, the economics of the anaerobic digestion of small scale anaerobic digestion will be approached.

The fact that plants will be of small size, is helping to increase the self-sufficiency of agricultural businesses in terms of energy demand and to reduce the station's dependence on fluctuations in energy market prices. Energy production can be controlled and take place all day, irrespective of the weather conditions, which affect other types of power plants from RES.

Our goal is to increase the security of the energy supply without any greenhouse gas emissions. Furthermore, the proper management and availability of raw materials will be a key objective of the study and will be related to changes in processes such as the production, collection, transport and availability of feedstock. We will study how to find the best solution

about the Greek PPC (Public Power Corporation) and the possibilities of connecting the biomass stations per region with the Grid, from the HEDNO (Hellenic Electricity Distribution Network Operator). Finally, there will be a reference to ways of informing about the energy use of biogas and the effort to finance such stations.

Project analysis requires Strategic Energy Management (SEM) with the key goal of achieving energy efficiency improvements through systematic and scheduled changes to installation, maintenance, and project behaviors.

The aim of the study will be to find the optimum solution both economically and environmentally, with the main goal of achieving sustainability, depending on the needs of the project. The development and implementation of models, indicators, methods and strategies are necessary for the realization of future green projects. The economic and environmental assessment will be done through an integrated financial analysis method, taking into account environmental factors as well.

With regard to the further environmental and economic study of the power plant using the project data of 500 kW, indicators will also be used to analyze project data.

The feedstock (characteristics and potential) will be assessed and their impact on the size of the plant that was undertaken. The input design parameters will be defined and their influence on the major key output elements was evaluated. Based on input data and their impact on plant performance, significant economic figures will be estimated, such as the Total Capital Expenditure - CAPEX, the annual sales of the anaerobic digestion plant and the estimation of the Total Operating Cost – OPEX. Following a number of assumptions and the above economic figures, the key feasibility indicators of the anaerobic digestion will be evaluated (NPV, discounted pay-back, IRR). Finally, a decision-making process will be discussed, based on the economic analysis of the investment taking into account an evaluation of opportunities and risks. So, data analysis and presentation will be made through bar graphs and pie, the research methodology will be reported and empirical results will be made on the environmental and economic assessment of the energy use of an anaerobic digestion plant using 500 kW of organic raw materials.

Περιεχόμενα

Περίληψη	ix
Abstract.....	xi
Κατάλογος Πινάκων.....	xvii
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xiv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Στόχος, Σημασία, Αναγκαιότητα του έργου.....	1
1.2 Μεθοδολογία.....	2
1.3 Χρησιμότητα.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ	
ΑΓΟΡΑ.....	6
2.1 Εισαγωγή.....	6
2.2 Παρούσα κατάσταση στο τομέα της ενέργειας.....	6
2.2.1 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε).....	7
2.2.2 Ανανεώσιμη ενέργεια στην Ελλάδα	10
2.3 Κατηγορίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και πρόσφατη κατάσταση	13
2.3.1 Βιοενέργεια.....	13
2.3.2 Γεωθερμική δύναμη και θερμότητα	16
2.3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	17
2.3.4 Ενέργεια του ωκεανού.....	17
2.3.5 Ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV).....	18
2.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας, Οικονομία και Περιβάλλον	20
2.5 Σημασία της ενεργειακής απόδοσης.....	23
2.5.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Οικονομία	24
2.5.2 Εταιρική ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	25
2.6 Μελλοντικές Προοπτικές.....	27
2.6.1 Δραστηριότητες πράσινης ανάπτυξης	27
2.6.2 Ανάλυση μελλοντικής ενεργειακής ζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο	30
2.7 Ανακεφαλαίωση.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ	
ΧΩΝΕΥΣΗΣ.....	31
3.1 Εισαγωγή.....	31
3.2 Διαδικασίες παραγωγής βιοαερίου	32
3.2.1 Κομποστοποίηση	34

3.2.2 Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης.....	35
3.2.3 Χαρακτηριστικά της αναερόβιας χώνευσης.....	37
3.2.4 Εγκατάσταση αναερόβιας χώνευσης.....	45
3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης	48
3.4 Λόγοι που ωθούν στην προώθηση της αναερόβιας χώνευσης ως διαδικασία	52
3.5 Αύξηση χρήσης βιομάζας και προτερήματα μικρών εγκαταστάσεων	54
3.6 Μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση	57
3.6.1 Παραδείγματα μικρής κλίμακας εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης	60
3.6.2 Έρευνα για μικρής κλίμακας εγκατάστασης βιοαερίου αυτοεφοδιασμού αναερόβιου συστήματος σε ψυχοφιλικές έως θερμοφιλικές συνθήκες	61
3.7 Περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη	66
3.8 Παρούσα κατάσταση και Προοπτικές εγκαταστάσεων βιοαερίου στην Ελλάδα	70
3.8.1 Περιορισμοί και απαιτήσεις για το σχεδιασμό και την υλοποίηση έργων βιοαερίου... ..	74
3.8.2 Επενδυτικές Ευκαιρίες και Προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη έργων βιοαερίου	75
3.9 Ανακεφαλαίωση.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ - ΠΡΑΣΙΝΩΝ	
ΜΟΝΤΕΛΩΝ.....	80
4.1 Εισαγωγή.....	80
4.2 Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων	81
4.3 Περιγραφή μέτρου(SEM) - ISO 50001: Ένα ρυθμιζόμενο σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EnMS)	82
4.3.1 Όροι εφαρμογής του πρωτοκόλλου.....	83
4.3.2 Δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας	84
4.3.3.Μεταβλητές που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης.....	85
4.4 Σύνολο μεθοδολογιών για την σωστή αξιολόγηση νέων τεχνολογιών	86
4.4.1 Οικονομική και Περιβαλλοντική Αποτίμηση έργων μέσω μιας Ολοκληρωμένης Μεθόδου που βασίζεται σε LCA και MCDA	88
4.5 Οικονομικό Μοντέλο NEMESIS με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.....	92
4.6 Ανακεφαλαίωση.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ	
ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ	
ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΙΣΧΥΟΣ 500 KW	97
5.1 Εισαγωγή.....	97
5.2 Αξιολόγηση της μονάδας βιοαερίου.....	97
5.3 Αποτίμηση του δυναμικού βιομάζας (Α΄ υλών) και χώρος εγκατάστασης του έργου.....	98
5.4 Δημιουργία Αλγορίθμου και συλλογή δεδομένων	100

5.5 Λειτουργικές παράμετροι της KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ	106
5.6 Εισαγωγή στις οικονομικές έννοιες.....	111
5.7 Επιχειρηματικό σχέδιο έργου	113
5.8 Χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης	115
5.9 Χρηματοροές και ανάλυση Κεφαλαίου Δανεισμού (Τοκοχρεωλυτική δόση)	117
5.10 Οικονομική Αξιολόγηση	119
5.11 Συγκεντρωτικός πίνακας χρηματοροών.....	124
5.12 Αξιολόγηση επενδυτικού σχεδίου.....	125
5.13 Ανακεφαλαίωση.....	128
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	129
6.1 Εισαγωγή.....	129
6.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων, συμπεράσματα και προτάσεις	129
6.2.1 Πίτες και Ραβδογράμματα	135
6.2.2 SWOT analysis	144
6.2.3 Επιπλέον οφέλη από την επένδυση της αναερόβιας χώνευσης	146
6.3 Εκτίμηση δυναμικού Βιομάζας για παραγωγή βιοενέργειας.....	147
6.4 Ενέργειες που περαιτέρω απαιτούνται για την υλοποίηση της επένδυσης.....	148
6.5 Ευκαιρίες της προτεινόμενης επένδυσης- Κίνδυνοι και ενδεχόμενες επισφάλειες	149
6.5.1 Επιβολή τέλους εισόδου (gate fee) στα εισερχόμενα οργανικά απόβλητα	149
6.6 Ανακεφαλαίωση.....	151
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	159

Κατάλογος Πινάκων

Table 4. 1: Τρόπος χρήσης του βιοαερίου που παράγεται από την αναερόβια επεξεργασία και οι αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	91
Table 5. 1: Επιλογή πρώτων υλών της υπό εξέτασης KMAX και υπολογισμοί βασικών στοιχείων της διαδικασίας για κάθε πρώτη ύλη ξεχωριστά καθώς συνολικά	101
Table 5. 2: Υπολογισμός στοιχείων για την παραγωγή του βιοαερίου, με βάση τις ποσότητες αποβλήτων που επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν.....	102
Table 5. 3: Υπολογισμός περιεκτικότητας σε CH ₄ (%), CO ₂ (%), Nm ³ CH ₄ /Mg , πυκνότητα βιοαερίου (kg/m ³), μάζας βιοαερίου (Mg Gas/a), ποσοστού απομάκρυνσης VS (%) και θερμογόνου δύναμης (kWh/m ³).....	103
Table 5. 4: Υπολογισμός του ετήσιου ενεργειακού περιεχομένου βιοαερίου (kWh/a), ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης μηχανής βιοαερίου, ανακτώμενης ηλεκτρικής ενέργειας βιοαερίου (kWhel/a), ηλεκτρικής ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW), θεωρητικής(kWh/a) και συνολικής ηλεκτρικής παραγώμενης ενέργειας (kWh/a).....	104
Table 5. 5: Εκτίμηση χωνευμένου κλάσματος	105
Table 5. 6: Τιμή Πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας και εκτιμήσεις εσόδων	106
Table 5. 7: Α' ύλες(συνιστώμενες) στην υπό εξέταση KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ	106
Table 5. 8: Παρουσίαση παραμέτρων της KMAX και ΣΗΕΘ	110
Table 5. 9: Υπολογισμός του Συνολικού Κεφαλαιουχικού Κόστους (ΣΚΚ-CAPEX).....	114
Table 5. 10: Ετήσιες πωλήσεις της μονάδας KMAX.....	114
Table 5. 11: Εκτίμηση του Συνολικού Λειτουργικού Κόστους (ΣΛΚ-OPEX) της KMAX.....	115
Table 5. 12: Τα κυριότερα χρηματο-οικονομικά στοιχεία της KMAX.....	116
Table 5. 13: Παρουσίαση Οικονομικών Δεικτών Επένδυσης.....	116
Table 5. 14: Χαρακτηριστικά δανείου	118
Table 5. 15: Διαδικασία υπολογισμού αποπληρωμής δανείου μέσω τοκοχρεωλυτικής δόσης ..	119
Table 5. 16: Πίνακες Χρηματοροών για την Οικονομική Αξιολόγηση της Επένδυσης και υπολογισμών χρηματοοικονομικών δεικτών.....	124

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Chart 5.1: Περιεκτικότητα σε CH ₄ και σε CO ₂ Vs Ολικής Ποσότητας Αποβλήτων.....	108
Chart 6. 1: Ετήσιες ποσότητες αποβλήτων, διαχωρισμός ποσοστού υγρής και ξηρής χώνευσης	135
Chart 6. 2: Ετήσιες ποσότητες αποβλήτων, διαχωρισμός ποσοστών αυτών	137
Chart 6. 3: Συνολική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια	138
Chart 6. 4: Ετήσια παραγωγή Βιοαερίου για κάθε κατηγορία αποβλήτων ξεχωριστά	138
Chart 6. 5: Ετήσιες πωλήσεις από την Κεντρική Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης.....	139
Chart 6. 6: Καθαρά κέρδη της επένδυσης για κάθε έτος ξεχωριστά	140
Chart 6. 7: Συνολικό Κεφαλαιουχικό(Capex) και Λειτουργικό Κόστος(Opex)	141
Chart 6. 8: Ταμειακές ροές παρούσας αξίας για κάθε χρόνο ξεχωριστά.	142
Chart 6. 9: Συσσωρευτικές Ταμειακές ροές στη πάροδο των ετών επένδυσης και περίοδος αποπληρωμής.....	144

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Στόχος, Σημασία, Αναγκαιότητα του έργου

Η συνολική ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων αυξάνεται συνεχώς. Συνεπώς, υπάρχουν εκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων που παράγονται κάθε χρόνο που πρέπει να διατίθενται με ασφάλεια χωρίς να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η διαχείριση των απορριμμάτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση βασίζεται στις αρχές πρόληψης, ανακύκλωσης, αδρανοποίησης των υπολειμμάτων και στη βελτιστοποίηση των μεθόδων διαχείρισης και απόθεσης.

Η αναερόβια χώνευση είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων υψηλής αντοχής, δεδομένου ότι παράγει ανανεώσιμη ενέργεια (βιοαέριο) και πολύτιμο προϊόν πέψης ως λίπασμα. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης ως προκαταρκτική επεξεργασία πριν από τη διάθεση των αποβλήτων ή την κομποστοποίηση προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ελαχιστοποίηση των μαζών και του όγκου, η απενεργοποίηση του βιολογικών και βιοχημικών διεργασιών προκειμένου να αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων και οσμών από υγειονομική ταφή, η μείωση των χωματερών και η παραγωγή ενέργειας με τη μορφή μεθανίου.

Οι κεντρικές μονάδες αναερόβιας χώνευσης (KMAX) αξιοποιούν ένα ευρύ φάσμα οργανικών αποβλήτων από αγροτοκτηνοτροφικές δραστηριότητες και εγκαθίστανται κεντροβαρικά (μείωση κόστους μεταφοράς- οικονομίες κλίμακας) σε περιοχές με υψηλό δυναμικό οργανικών αποβλήτων. Το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Κάθε μονάδα KMAX αποτελείται από το τμήμα προεπεξεργασίας των πρώτων υλών, τη γραμμή χώνευσης (digestion line), τη μονάδα Συμπααραγωγής Ενέργειας και Θερμότητας(Combined Heat and Power/CHP-ΣΗΕΘ) του παραγόμενου βιοαερίου και το τμήμα αναβάθμισης του χωνεμένου υπολείμματος (compost).

Η εξεταζόμενη μονάδα αναερόβιας χώνευσης υπολογίζεται ότι θα επεξεργάζεται έναν σημαντικό αριθμό οργανικών αποβλήτων και ενσιρνώματος ανά έτος, κάτι το οποίο θα οδηγήσει στη μείωση των αποβλήτων.

Βασικός στόχος, είναι να διασφαλιστεί μέσω της οικονομοτεχνικής και περιβαλλοντικής μελέτης, η βιωσιμότητα του έργου, η αειφόρος ανάπτυξη και η εφαρμογή μιας νέας παγκόσμιας πολιτικής, αυτής της κυκλικής οικονομίας. Μία κυκλική οικονομία που θα

βασίζεται στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων με τις ανανεώσιμες πηγές να αντικαθιστούν όλο και περισσότερο τα ορυκτά καύσιμα.

Συμπερασματικά η αναγκαιότητα της εγκατάστασης και λειτουργίας του έργου αυτού είναι μεγάλη, καθώς ενώ συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη προστασία του περιβάλλοντος, δημιουργεί παράλληλα οφέλη στη τοπική κοινωνία της ευρύτερης περιοχής της εγκατάστασης και βοηθάει στην επίτευξη των στόχων της Ε.Ε του 2020-2030.

1.2 Μεθοδολογία

Αποτέλεσμα της μελέτης θα είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά, με βασικό στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας του σταθμού παραγωγής ενέργειας ισχύος 500 kW, μέσω αναερόβιας χώνευσης οργανικών πρώτων υλών. Η ανάπτυξη και η εφαρμογή μοντέλων, δεικτών, μεθόδων και στρατηγικών είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση μελλοντικών πράσινων έργων.

Θα γίνει αξιολόγηση βιώσιμων-πράσινων μοντέλων και ανάλυση περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Η ανάλυση ενός έργου βιοαερίου απαιτεί μία Στρατηγική Διαχείριση της Ενέργειας (Strategic energy management -SEM) με βασικό σκοπό την επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες της εγκατάστασης, τη συντήρηση και τις συμπεριφορές του έργου. Ο στόχος αυτού του πρωτοκόλλου αξιολόγησης SEM είναι να βοηθήσει τους αξιολογητές προγραμμάτων και τους διαχειριστές να εκτιμήσουν με ακρίβεια την ακαθάριστη εξοικονόμηση ενέργειας των προγραμμάτων SEM χρησιμότητας. Οι αξιολογητές θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της βασικής γραμμής SEM και των περιόδων αναφοράς για όλους τους τύπους ενέργειας που θα αξιολογήσει το πρόγραμμα SEM.

Όσον αφορά το σύνολο μεθοδολογιών για την σωστή αξιολόγηση νέων τεχνολογιών, οι κύριες διαθέσιμες μεθοδολογίες είναι η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας, η ανάλυση κόστους- οφέλους, η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων και η ανάλυση κινδύνου. Μία επιπλέον σημαντική μεθοδολογία για περιβαλλοντική αποτίμηση έργων είναι η ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis, LCA), η οποία και μας επιβεβαιώνει ότι η περιβαλλοντική διάσταση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης συμφέρει σε σύγκριση με την απελευθέρωση των αποβλήτων στα ΧΥΤΑ.

Στο πλαίσιο εφαρμογής στρατηγικών για την αειφόρο ανάπτυξη ο Paul Zagamé, δημιούργησε ένα νέο οικονομετρικό μοντέλο - NEMESIS για την υλοποίηση-προστασία του περιβάλλοντος το οποίο χαρακτηρίζεται ως ένα λεπτομερές οικονομετρικό μοντέλο που περιλαμβάνει 30 παραγωγικούς τομείς και 16 ευρωπαϊκές χώρες. Ο τελικός σκοπός αυτού του μοντέλου είναι να παράσχει ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση διαφορετικών πολιτικών που στοχεύουν στην επίτευξη βιώσιμης χρήσης ενέργειας μακροπρόθεσμα, καθώς και διαρθρωτικές πολιτικές, όπως περιβαλλοντικές πολιτικές, πολιτικές Επιχειρηματικότητας & Ανάπτυξης και δημοσιονομικές πολιτικές.

Στην παρούσα μελέτη αυτής της διπλωματικής θα γίνει αξιολόγηση πολλαπλών κριτηρίων (MCA), συμπεριλαμβάνοντας έτσι και την ανάλυση κόστους- αποτελεσματικότητας, ανάλυση κόστους-οφέλους, ανάλυση κινδύνου, ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) καθώς και οικονομική μελέτη χρησιμοποιώντας χρηματοοικονομικούς δείκτες. Θα πραγματοποιηθεί έμπειρη αξιολόγηση επένδυσης αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας για παραγωγή βιοαερίου, με στόχο να αποδειχθεί ότι τέτοιες τεχνολογίες θεωρούνται βιώσιμες λύσεις τόσο περιβαλλοντικά, όσο και οικονομικά και κοινωνικά για την μελλοντική εξέλιξη και ανάπτυξη της διεθνούς κατάστασης, και πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα.

Θα επισημανθεί η αποτίμηση του δυναμικού βιομάζας (Αΰλων) και ο χώρος εγκατάστασης του έργου και θα δοθεί έμφαση στην αξιολόγηση της μονάδας βιοαερίου. Θα περιγραφεί αλγόριθμος που δημιουργήθηκε για την ανάλυση της επένδυσης και ο τρόπος με τον οποίο έγινε η συλλογή δεδομένων. Επίσης θα παρουσιαστούν οι λειτουργικές παράμετροι της KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ και θα αναλυθούν το επιχειρηματικό σχέδιο του έργου, η χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης, οι προβλέψεις χρηματοροών και οι χρηματοροές κεφαλαίου δανεισμού. Τέλος θα αναφερθεί ο τρόπος διεξαγωγής της οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης, με το συγκεντρωτικό πίνακα χρηματοροών και την αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου.

Θα πραγματοποιηθεί αξιολόγηση της πρώτης ύλης (χαρακτηριστικά και δυναμικό) και η επίδρασή τους στο μέγεθος του εργοστασίου. Θα καθοριστούν οι παράμετροι σχεδιασμού εισόδου και θα αξιολογηθεί η επίδραση τους στα βασικά στοιχεία εξόδου κλειδιού. Βάσει των δεδομένων εισροών και των επιπτώσεών τους στις επιδόσεις των εγκαταστάσεων, θα εκτιμηθούν σημαντικά οικονομικά μεγέθη, όπως η συνολική κεφαλαιουχική δαπάνη - CAPEX, οι ετήσιες πωλήσεις της μονάδας αναερόβιας χώνευσης, η εκτίμηση του συνολικού λειτουργικού κόστους – OPEX. Μετά από μια σειρά υποθέσεων και τα παραπάνω οικονομικά

μεγέθη θα αξιολογηθούν οι βασικοί δείκτες σκοπιμότητας της μονάδας αναερόβιας χώνευσης (NPV, προεξοφλημένη απόσβεση, IRR). Τέλος, θα συζητηθεί μια διαδικασία λήψης αποφάσεων, με βάση την οικονομική ανάλυση της επένδυσης λαμβάνοντας υπόψη την αξιολόγηση των ευκαιριών και των κινδύνων.

Μετά τη συλλογή δεδομένων και τη χρήση του αλγόριθμου που δημιουργήθηκε θα γίνει η διεξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων για την επένδυση της αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας για παραγωγή βιοαερίου.

Διεξάγεται ως συμπέρασμα ότι η επένδυση αυτή συμφέρει τόσο οικονομικά, καθώς προκρίνεται με θετικό NPV(ΚΠΑ), αλλά εγκρίνεται και περιβαλλοντικά κάτι ακόμη πιο σημαντικό για τις νέες επενδύσεις που επιδιώκονται μελλοντικά.

1.3 Χρησιμότητα

Η χρησιμότητα της παρούσας μελέτης είναι να γίνει οικονομική αποτίμηση της ενεργειακής αξιοποίησης σταθμού παραγωγής ενέργειας με αναερόβια χώνευση οργανικών πρώτων υλών ισχύος 500 kW. Θα γίνει αξιολόγηση πολλαπλών κριτηρίων (MCA), συμπεριλαμβάνοντας έτσι και την ανάλυση κόστους- αποτελεσματικότητας, ανάλυση κόστους-οφέλους, ανάλυση κινδύνου, ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) καθώς και οικονομική μελέτη χρησιμοποιώντας χρηματοοικονομικούς δείκτες. Θα πραγματοποιηθεί έμπειρη αξιολόγηση επένδυσης αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας για παραγωγή βιοαερίου, με στόχο να αποδειχθεί ότι τέτοιες τεχνολογίες θεωρούνται βιώσιμες λύσεις τόσο περιβαλλοντικά, όσο και οικονομικά και κοινωνικά για την μελλοντική εξέλιξη και ανάπτυξη της διεθνούς κατάστασης, και πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα.

Οι επενδύσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικότερα στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργητικού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ υποστηρίζει τον τουριστικό τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ. Επιπλέον οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα περιορίζουν τον ρυθμό ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών συμβατικής τεχνολογίας. Είναι φιλικές προς το

περιβάλλον και τον άνθρωπο. Συμβάλλουν στην ελάττωση των επικίνδυνων αποβλήτων και στην ελεγχόμενη διάθεση αποβλήτων πολλών βιομηχανικών μονάδων. Η τελική διάθεση όλων των υποπροϊόντων που χρησιμοποιούνται τελικά ως πρώτες ύλες της παραγωγικής διαδικασίας, συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Τέλος, προωθούν τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το ποσοστό που έχει δεσμευτεί η χώρα σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε σχέση με την συνολική χρησιμοποιούμενη ποσότητα. Πλέον η ανάγκη για εύρεση νέων πράσινων, βιώσιμων περιβαλλοντικά και οικονομικά τεχνολογιών είναι απαραίτητη και όχι δεύτερη επιλογή. Οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται και τα αρνητικά περιβαλλοντικά φαινόμενα επιδεινώνονται χρόνο με χρόνο. Η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού, η αύξηση της ζήτησης της ενέργειας και των προϊόντων, οδηγούν στους συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς έκθεσης αποβλήτων και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα μιας μονάδας βιοαερίου είναι το πολύ χαμηλό (έως μηδαμινό) κόστος πρώτων υλών. Η βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει να γίνει ο κεντρικός στόχος όλων των τομέων και πολιτικών. Αυτό σημαίνει ότι οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής πρέπει να αξιολογούν προσεκτικά όλες τις επιπτώσεων μιας πρότασης πολιτικής και να περιλαμβάνονται εκτιμήσεις τόσο οικονομικών, όσο και περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων εντός και εκτός της ΕΕ. Αυτή είναι η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη, έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε ένα διεθνές βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης.

Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων και η έξυπνη αξιοποίηση τους για παραγωγή βιοαερίου (ΑΠΕ), βοηθάει στην διεθνή δημιουργία δημιουργίας μίας κυκλικής οικονομίας. Αυτό συνεπάγεται τη σταδιακή αποσύνδεση της οικονομικής δραστηριότητας από την κατανάλωση πεπερασμένων πόρων και στη θέση αυτού την προώθηση σε σχεδιασμό των αποβλήτων από το σύστημα. Υποστηριζόμενο από τη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το κυκλικό μοντέλο οικοδομεί οικονομικό, φυσικό και κοινωνικό κεφάλαιο. Σε μια κυκλική οικονομία, η οικονομική δραστηριότητα οικοδομεί και ανοικοδομεί τη γενική υγεία του συστήματος. Η ιδέα αναγνωρίζει τη σημασία της οικονομίας που χρειάζεται να λειτουργεί αποτελεσματικά σε όλες τις κλίμακες - για μεγάλες και μικρές επιχειρήσεις, για οργανισμούς και ιδιώτες, σε παγκόσμιο και τοπικό επίπεδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στις βασικές έννοιες και στην παρούσα κατάσταση της ενεργειακής αγοράς. Αναφέρεται η επικρατούσα κατάσταση στον τομέα αυτό καθώς επίσης τονίζονται οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2030, όσον αφορά την ανανεώσιμη ενέργεια. Γίνεται αναφορά στις κατηγορίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τονίζοντας τη σημασία της βιοενέργειας. Υπάρχει σχέση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης με άμεσες συνέπειες και στο τομέα του περιβάλλοντος. Βασική είναι και η οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση, η οποία μπορεί να γίνει μέσω μιας ολοκληρωμένης μεθόδου που βασίζεται στην ανάλυση κύκλου ζωής και στην πολυκριτηριακή ανάλυση, συνδυάζοντας χρηματοοικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς δείκτες.

2.2 Παρούσα κατάσταση στο τομέα της ενέργειας

Η τεχνολογική εξέλιξη στο χώρο των ενεργειακών συστημάτων, σε συνδυασμό με τις θεσμικές αλλαγές σε ευρωπαϊκό και σε εθνικό επίπεδο, καθώς και με τη δεδομένη διάρθρωση του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας, δημιουργεί το περιβάλλον δραστηριοποίησης επιχειρηματικών πρωτοβουλιών στον τομέα της παραγωγής ενέργειας. Η αξιολόγηση των δυνατοτήτων αυτών πρέπει να γίνεται τόσο από την άποψη του υποψήφιου ιδιώτη επενδυτή, όσο και από την άποψη της εθνικής οικονομίας, αφού αυτή καθορίζει και το συνολικό περιβάλλον. Η καλή ενεργειακή απόδοση, που μπορεί να έχει ένα σύστημα παραγωγής ή εξοικονόμησης ενέργειας, είναι μία μόνο παράμετρος στην ανάλυση σκοπιμότητας της επένδυσης. Απαιτείται η γνώση, η εφαρμογή μεθόδων της ανάλυσης και αξιολόγησης επενδύσεων καθώς και η γνώση του θεσμικού πλαισίου σε συνδυασμό με την αντίληψη των παραμέτρων που συνθέτουν αυτό που ονομάζεται «επιχειρηματικό περιβάλλον».

Οι ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες μπορούν συχνά να προσφέρουν πρόσθετα οφέλη, όπως βελτίωση της ποιότητας, αυξημένη παραγωγή και αυξημένη αποδοτικότητα των διαδικασιών, που μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της παραγωγικότητας. Η ενεργειακή απόδοση αποτελεί επίσης σημαντική συνιστώσα της συνολικής περιβαλλοντικής στρατηγικής μιας εταιρείας, καθώς οι βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης μπορούν να οδηγήσουν σε

μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και άλλων σημαντικών ατμοσφαιρικών ρύπων. Επομένως, οι επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση αποτελούν μια υγιή επιχειρηματική στρατηγική στο σημερινό περιβάλλον παραγωγής.

Οι συνεχείς βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση συνήθως συμβαίνουν μόνο όταν εξέρχεται μια ισχυρή οργανωτική δέσμευση. Απαιτείται ένα υγιές πρόγραμμα διαχείρισης της ενέργειας για τη δημιουργία βάσης για θετικές αλλαγές και για την παροχή καθοδήγησης για τη διαχείριση της ενέργειας σε ολόκληρο τον οργανισμό, για το οποίο θα γίνει παρακάτω εκτενέστερη αναφορά. Τα προγράμματα διαχείρισης της ενέργειας συμβάλλουν στη διασφάλιση ότι οι βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης δεν πραγματοποιούνται μόνο μία φορά, αλλά εντοπίζονται και εφαρμόζονται σε μια συνεχή διαδικασία συνεχούς βελτίωσης. Χωρίς τη στήριξη ενός υγιούς προγράμματος διαχείρισης ενέργειας, οι βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης μπορεί να μην φθάσουν στο μέγιστο των δυνατοτήτων τους λόγω έλλειψης προοπτικών συστημάτων και / ή κατάλληλης συντήρησης και παρακολούθησης.

2.2.1 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε)

Παρά την πρόοδο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει το 54% των ενεργειακών αναγκών της, συμπεριλαμβανομένων του 90% του αργού πετρελαίου και του 69% του φυσικού αερίου. Το 28% του αργού πετρελαίου εισάγεται από τη Ρωσία, το 11% από τη Νορβηγία, 8% από τη Νιγηρία και 8% από τη Σαουδική Αραβία. Όσον αφορά το φυσικό αέριο, 29% εισάγεται από τη Ρωσία, 26% από τη Νορβηγία, 9% από την Αλγερία και 6% από το Κατάρ.

Αυτή η εξάρτηση από τις εισαγωγές έχει υψηλό κόστος με αποτέλεσμα το 2013 η ΕΕ να δαπανήσει 403 δις ευρώ για εισαγωγές καυσίμων μειώνοντάς τα σε 261 δις ευρώ το 2015. Η μείωση αυτή δεν αντανakλά στη μείωση της ζήτησης αλλά στην πτώση τιμών στην παγκόσμια αγορά, υποδεικνύοντας την ΕΕ ευάλωτη στην αστάθεια των τιμών και υπερβολική εξάρτησή της από τους εξαγωγείς ενέργειας.

Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της ενέργειας και η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές. Η ανάπτυξη της ηλιακής και αιολικής ενέργειας στις ζεστές και ξηρές χώρες γύρω από τη Μεσόγειο αντιπροσωπεύει ένα οικονομικό κίνητρο, υποστηρίζοντας τον εκδημοκρατισμό των κοινωνιών της περιοχής μέσω βιώσιμης και οικονομικής ανάπτυξης.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο βοηθώντας την ΕΕ να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες μετά το 2020.

Το 2010 η ΕΕ ενέκρινε τη στρατηγική κατεύθυνση “Europe 2020“ για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη. Οι στόχοι της στρατηγικής υλοποιούνται μέσω ορισμένων σημαντικών πρωτοβουλιών για την αντιμετώπιση των κυριοτέρων προκλήσεων και την ώθηση σε μια πιο πράσινη οικονομία.

Οι χώρες της ΕΕ συμφώνησαν το 2014 να πετύχουν νέους στόχους για την ανανεώσιμη ενέργεια

Το σχέδιο δράσης του 2015 της Ε.Ε περί κυκλικής οικονομίας (circular economy) προβλέπει την υιοθέτηση μέτρων που καλύπτουν έναν ολοκληρωμένο κλειστό κύκλο: από την παραγωγή, την κατανάλωση έως την διαχείριση των αποβλήτων και την δευτερογενή αγορά πρώτων υλών. Η κυκλική οικονομία θα απογειώσει την ανταγωνιστικότητα της Ε.Ε, προστατεύοντας τις επιχειρήσεις από την έλλειψη πόρων και την διακύμανση των τιμών προωθώντας νέες επιχειρηματικές καινοτόμες ευκαιρίες και αποτελεσματικότερες μεθόδους παραγωγής και κατανάλωσης.

Στις 30 Νοεμβρίου 2016, στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων για την Καθαρή Ενέργεια για Όλους τους Ευρωπαίους, η Επιτροπή δημοσίευσε μια πρόταση αναθεωρημένης οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προκειμένου να καταστεί η ΕΕ παγκόσμιος ηγέτης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να διασφαλιστεί η επίτευξη του στόχου του 2030.

Στις 14 Ιουνίου 2018, η Επιτροπή, το Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο κατέληξαν σε πολιτική συμφωνία που περιλαμβάνει δεσμευτικό στόχο για την ανανεώσιμη ενέργεια για την ΕΕ για το 2030, το 32%, με ρήτρα αναθεώρησης προς τα άνω έως το 2023. Αυτή η πολιτική συμφωνία πρέπει τώρα να μεταφραστεί σε όλες τις γλώσσες της ΕΕ και εγκρίθηκε επισήμως από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο και στη συνέχεια δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ.

Η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεσπίζει συνολική πολιτική για την παραγωγή και την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ. Απαιτεί από την ΕΕ να καλύψει τουλάχιστον το 20% των συνολικών ενεργειακών αναγκών της με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2020. Οι χώρες της ΕΕ πρέπει επίσης να διασφαλίσουν ότι τουλάχιστον το 10% των καυσίμων τους σε μεταφορές θα πρέπει να προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020. (europa, 2018)

Η οδηγία ορίζει τους εθνικούς στόχους για την ανανεώσιμη ενέργεια για κάθε χώρα, λαμβάνοντας υπόψη την αφετηρία της και τις συνολικές δυνατότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι στόχοι αυτοί κυμαίνονται από το χαμηλό 10% στη Μάλτα έως το υψηλό 49% στη Σουηδία.

Οι χώρες της ΕΕ καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο σκοπεύουν να επιτύχουν αυτούς τους στόχους και τη γενική πορεία της πολιτικής τους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα εθνικά σχέδια δράσης. Η πρόοδος προς την κατεύθυνση των εθνικών στόχων μετριέται κάθε δύο χρόνια όταν οι χώρες της ΕΕ δημοσιεύουν εθνικές εκθέσεις προόδου για την ανανεώσιμη ενέργεια.

Τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά είναι καθοριστικής σημασίας για να βοηθήσουν τις χώρες της ΕΕ να επιτύχουν τον στόχο τους 10% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις μεταφορές. Η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθορίζει τα κριτήρια βιωσιμότητας για τα βιοκαύσιμα που παράγονται ή καταναλώνονται στην ΕΕ για να διασφαλιστεί ότι παράγονται με βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο.

Στόχος της Ευρωπαϊκής ένωσης (Ε.Ε) είναι η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και της καινοτομίας ως παράγοντες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα ανταγωνιστικό παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον. Η ικανότητα μετατροπής βιώσιμων προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής σε αναπτυξιακές ευκαιρίες για τις Ευρωπαϊκές επιχειρήσεις είναι ζωτικής σημασίας, αν θέλουμε να βελτιωθεί η εικόνα του περιβάλλοντος και να γίνει μετάβαση σε μία πιο αποδοτική αξιοποίηση των πόρων και στην κυκλική οικονομία (Rebecca Bertram,etal, ENERGY ATLAS, Facts and figures about renewables in Europe, 2018,passim).

Η κυκλική οικονομία (CE) βασίζεται στην ανακύκλωση- επαναχρησιμοποίηση υλικών και προϊόντων και αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση όσον αφορά τη μεγιστοποίηση της αξίας μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας των πόρων, της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, της μείωσης της κατανάλωσης πόρων και της μείωσης των αποβλήτων. Με τη μετάβαση στη κυκλική οικονομία, η σκανδιναβική βιομηχανία στο σύνολό της μπορεί να ανοίξει το δρόμο για τη σύγχρονη βιωσιμότητα και να εδραιωθεί ως σημείο αναφοράς στον τομέα,

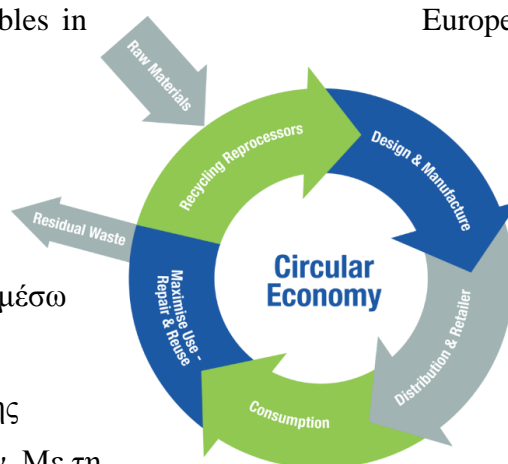


Figure 2. 1: Αναπαράσταση κυκλικής οικονομίας

ενισχύοντας παράλληλα τη θέση της στην άκρως ανταγωνιστική διεθνή αγορά.
(Europa,2018).

2.2.2 Ανανεώσιμη ενέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα έχει μεγάλες δυνατότητες για ανανεώσιμη ενέργεια, καθώς χαρακτηρίζεται για την άφθονη ηλιοφάνεια, τις θάλασσες και τα βουνά της. Το χρέος της χώρας και τα προβλήματα έχουν σταματήσει την πρόοδο προς την κατεύθυνση για ένα καθαρότερο μέλλον.

Με πενήντα τοις εκατό περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία ανά τετραγωνικό μέτρο από τη Γερμανία, η Ελλάδα έχει τις μεγαλύτερες δυνατότητες για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη. Αλλά τελικά μόνο ένα μικρό κλάσμα χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα. Η Γερμανία αν και νεφελώδης έχει εγκαταστήσει περισσότερο από το διπλάσιο της φωτοβολταϊκής χωρητικότητας (499 Watt ανά άτομο) από την ηλιόλουστη Ελλάδα (240 Watt). Το δυναμικό της αιολικής ενέργειας της Ελλάδας είναι επίσης ανεκμετάλλευτο. Τα νησιά του νοτίου Αιγαίου (πλην της Κρήτης) είναι ένα παράδειγμα που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν περίπου 6.000 MW από τον άνεμο ακόμη και λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς όπως οι περιορισμοί σχεδιασμού και της ανάγκης προστασίας της φύσης και της αρχαιολογίας. Επιπλέον η εγκατάσταση, η λειτουργία και η συντήρηση των στροβίλων θα μπορούσε να δημιουργήσει περισσότερες από 1.100 θέσεις εργασίας.

Η πρώτη ανεμογεννήτρια της Ευρώπης εγκαταστάθηκε στο νησί της Κύθνου το 1982. Η ανανεώσιμη ενέργεια της Ελλάδας έχει από τότε επεκταθεί σημαντικά, κυρίως λόγω του ευνοϊκού feed in-tariff και την προτεραιότητα που δίνει το δίκτυο στην απορρόφηση ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Μεταξύ του 2007 και 2016, η αιολική δυναμικότητα υπερδιπλασιάστηκε από 846 MW σε 2.374 MW.

Το 2016 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών, παρέχουν 30 τοις εκατό της ισχύος στο δίκτυο της ηπειρωτικής Ελλάδας και ήταν πρώτη φορά που ξεπερνούσε τον λιγνίτη, ο οποίος έπεσε σε επίπεδο 29 τοις εκατό.

Δύο παράγοντες οδήγησαν σε αυτήν την ανάπτυξη. Ο ένας παράγοντας ήταν το 2009 η Οδηγία της Επιτροπής για την ενέργεια, η οποία προκάλεσε μια φιλοδοξία στο εθνικό δίκαιο για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο δεύτερος λόγος ήταν η πτώση του κόστους εγκατάστασης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεταξύ 2007 και 2014, η τιμή των φωτοβολταϊκών μονάδων που μειώθηκε 79 τοις εκατό και αυτή των ανεμογεννητριών που μειώθηκε κατά 25 τοις εκατό. Αυτοί οι παράγοντες βοήθησαν να ξεπεραστούν άλλα

μακροχρόνια εμπόδια όπως η έλλειψη συντονισμού μεταξύ των αρχών, οι καθυστερήσεις στην έκδοση αδειών και οι αδυναμίες στο χώρο σχεδίασης.

Παρόλα αυτά, η οικονομική κρίση του 2014 στην Ελλάδα σταμάτησε την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ως μέρος της ελάφρυνσης του χρέους έγινε συμφωνία ότι η κυβέρνηση για την εξάλειψη αυτού του ελλείμματος έκοψε φωτοβολταϊκά τιμολόγια που είχαν αναδρομική ισχύ. Οι περικοπές επεκτάθηκαν επίσης και στην αιολική ενέργεια και στις μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, οι οποίες δεν ήταν υπεύθυνες για το έλλειμμα. Αυτές οι περικοπές επιβάρυναν τελικά μόνο τους παραγωγούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αν και τα ορυκτά καύσιμα είχαν συμβάλει σημαντικά στο μέγεθος της οικονομικής κρίσης και αυτού του χρέους.

Έπειτα, οι έλεγχοι κεφαλαίου που επιβλήθηκαν το 2015 επιδεινώθηκαν και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το ελληνικό τραπεζικό σύστημα από το 2010, επίσης. Ένα νομοσχέδιο για τις "ενεργειακές κοινότητες", το οποίο θα τεθεί σε ισχύ το 2018, θα αναγνωρίζει τα δικαιώματα των πολιτών να παράγουν, να αποθηκεύουν, να πωλούν και καταναλώνουν τη δική τους ενέργεια. Αυτό είναι ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση και οι τοπικές οργανώσεις θα μπορούσαν να γίνουν ένα όχημα για μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα. Θα βοηθούσαν επίσης να ανακουφίσουν την τοπική αντίσταση, ειδικά σε πολλά νησιά που συνδέονται με το ηπειρωτικό δίκτυο. Υπάρχουν τεχνολογικές λύσεις για τα νησιά που βασίζονται επί του παρόντος σε παραγωγούς με ορυκτά καύσιμα για τη μετάβαση στην πράσινη ενέργεια. Το νησί της Τήλου, κοντά στη Ρόδο, για παράδειγμα, έχει εγκαταστήσει ανεμογεννήτριες, ηλιακούς συλλέκτες και μπαταρίες, μαζί με ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης ενέργειας που μπορεί να διαχειριστεί το τοπικό μικρό-δίκτυο.

Οι παραγωγοί της ανανεώσιμης ενέργειας θα πρέπει να προσαρμοστούν σε ένα νέο καθεστώς στήριξης το οποίο θα υποστηρίζεται από ένα σύστημα feed-in-tariff υπέρ των δημοπρασιών ηλεκτρικής ενέργειας. Θα πρέπει επίσης να ανταγωνίζονται τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία έχουν ισχυρούς πολιτικούς υποστηρικτές. Η εθνική αγορά ενέργειας θα μπορούσε να είναι πλήρως ολοκληρωμένη και να συνεργαστεί με τις γειτονικές χώρες των Βαλκανίων. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να αναπτυχθούν στα μη συνδεδεμένα νησιά και τέτοιες πρωτοβουλίες θα μπορούσαν να βοηθήσουν την Ελλάδα να γίνει ένας πραγματικός κόμβος για την πράσινη ενέργεια όσο και αν η έλλειψη της πολιτικής στήριξης επιβραδύνει την ανάπτυξη της ανανεώσιμης ενέργειας.

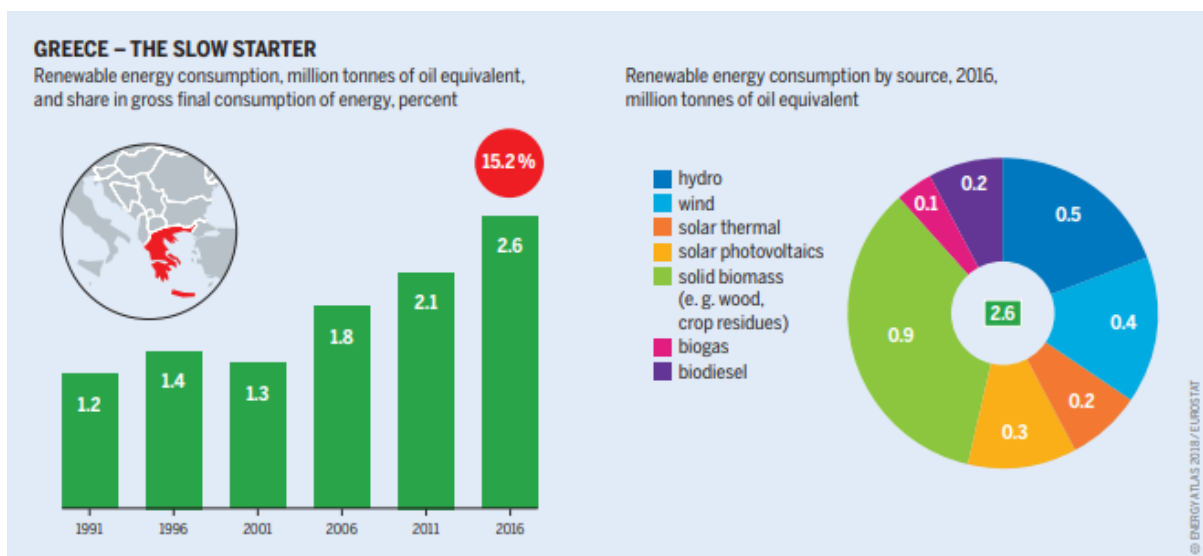


Figure 2.2: Κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας στην Ελλάδα, εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου και μερίδιο στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας

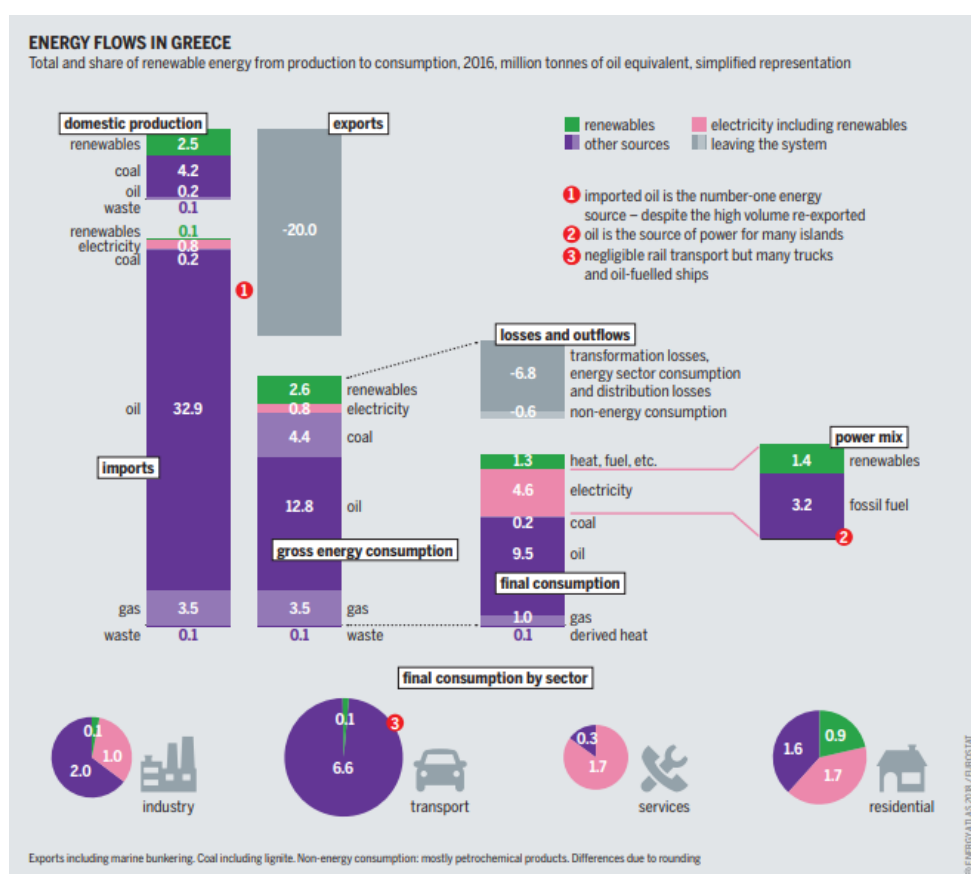


Figure 2.3: Ενεργειακές ροές στην Ελλάδα, Σύνολο και μερίδιο ανανεώσιμης ενέργειας από την παραγωγή έως την κατανάλωση, 2016 εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου, απλοποιημένη αντιπροσώπευση

2.3 Κατηγορίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και πρόσφατη κατάσταση

2.3.1 Βιοενέργεια

Η βιοενέργεια είναι η μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή στην παγκόσμια ζήτηση ενέργειας, παρέχοντας σχεδόν το 13% του συνόλου της. Η παραδοσιακή χρήση βιομάζας στις αναπτυσσόμενες χώρες (για μαγείρεμα και θέρμανση) αντιπροσωπεύει σχεδόν το 8%, και η σύγχρονη χρήση το άλλο 5%.

Η σύγχρονη βιοενέργεια παρέχει περίπου το 4% της ζήτησης

θερμότητας σε κτίρια και 6% στη βιομηχανία, καθώς και περίπου 2% σε παγκόσμιο επίπεδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και 3% των αναγκών σε μεταφορές.

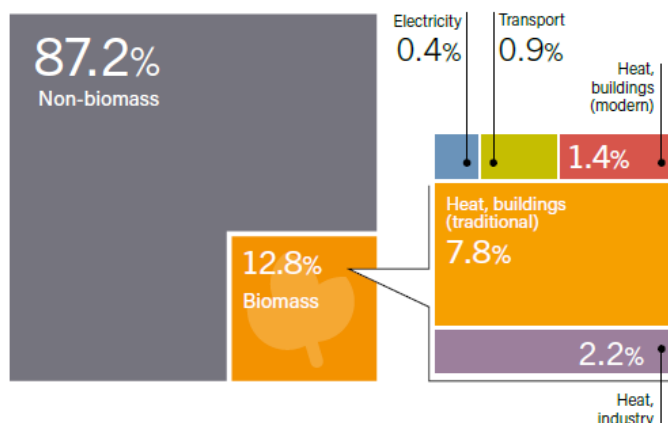


Figure 2.4: Μερίδια βιοενέργειας στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, στο σύνολο και κατά τομέα τελικής χρήσης 2016

Η βιομάζα που προέρχεται από ένα ευρύ φάσμα πρώτων υλών βιολογικής προέλευσης, χρησιμοποιείται με διάφορες διαδικασίες για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων μεταφορών (βιοκαύσιμα). Πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοενέργειας από βιομάζα είναι: τα υπολείμματα ξύλου, πριονίδια, δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα όπως άχυρα σιτηρών, στελέχη καλαμποκιού (φύλλα, μίσχοι), φλοιοί ρυζιού, βαγάσση (πολτός που μένει μετά το θρυμματισμό ζαχαροκάλαμου),

ενεργειακές καλλιέργειες (καλάμι, αγριαγκινάρα), απόβλητα (υπολείμματα από τη βιομηχανία τροφίμων), στερεά αστικά απόβλητα, ζωικά απόβλητα, αστικά λύματα.

Η συμβολή της βιοενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας για την θερμότητα στα κτίρια και στη βιομηχανία υπερβαίνει τη χρήση της σε ηλεκτρισμό και ακόμη και όταν

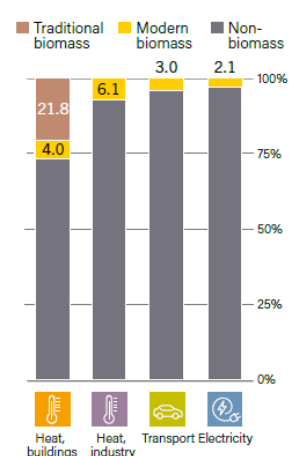


Figure 2.5: Μερίδιο Βιοενέργειας στη συνολική ζήτηση ενέργειας κατά τομέα

αποκλείεται η παραδοσιακή χρήση της βιοενέργειας. Ωστόσο, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας έχει σημειώσει τον υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης στην κατανάλωση βιοενέργειας.

Η βιοενέργεια απαιτεί μια πιο σύνθετη αλυσίδα εφοδιασμού από άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών πρώτων υλών και τους μεταποιητές, καθώς και τη μεταφορά του καυσίμου στους τελικούς χρήστες. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός περιλαμβάνει εξειδικευμένη συγκομιδή βιομάζας, εξοπλισμό χειρισμού και αποθήκευσης εκτός των συσκευών και του εξοπλισμού εξαρτημάτων για τη μετατροπή της βιομάζας σε χρήσιμη ενέργεια για μεταφορές και ενεργειακές υπηρεσίες. Πολλές από τις απαραίτητες τεχνολογίες είναι καλά ανεπτυγμένες και εμπορικά διαθέσιμες. Ωστόσο, η βιομηχανία βιοενέργειας, με την υποστήριξη του ακαδημαϊκού τομέα, της έρευνας τα θεσμικά όργανα και τις κυβερνήσεις σημειώνει πρόοδο στην υλοποίηση νέων τεχνολογιών και καυσίμων στην αγορά.

Η βιοενέργεια διαδραματίζει εκτεταμένο ρόλο σε πολλά σενάρια χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον τομέα των μακρινών μεταφορών, όπου άλλες εναλλακτικές λύσεις ενέργειας ενδέχεται να μην είναι άμεσα διαθέσιμες. Ο εκτεταμένος ρόλος της βιοενέργειας παραμένει αντικείμενο συζήτησης και μερικές φορές υπάρχει διαφωνία σχετικά με τη βιωσιμότητα της παραγωγής και χρήσης.

Ωστόσο, υπάρχει αυξανόμενη συναίνεση ότι όταν παράγονται και χρησιμοποιούνται με βιώσιμο τρόπο, η βιοενέργεια μπορεί να συμβάλει σε μειώσεις των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου και να παρέχει μια σειρά άλλων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών οφελών. Το 2017, αναπτύχθηκαν ορισμένες πρωτοβουλίες για την επέκταση βιώσιμης ανάπτυξης της βιοενέργειας (Arthouros Zervos Chair REN21 RENEWABLES GLOBAL STATUS REPORT, 2018).

Η ανάπτυξη της σύγχρονης χρήσης της βιοενέργειας για θέρμανση ήταν σχετικά αργή τα τελευταία χρόνια (κάτω από 2% ετησίως) λόγω έλλειψης πολιτικής προσοχής και λόγω των χαμηλών τιμών ορυκτών καυσίμων. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας έχει σημειώσει ταχύτερη ανάπτυξη, με παραγωγή από βιομάζα αυξάνοντας το 11% το 2017. Η Κίνα ξεπέρασε τις Ηνωμένες Πολιτείες ως το μεγαλύτερο παραγωγό βιοηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια του έτους. Η παραγωγή βιοκαυσίμων για τις μεταφορές αυξήθηκε κατά 2,5% το 2017.

Η Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής σύγχρονης βιο-θερμότητας ανά περιοχή. Τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν προωθήσει τη χρήση ανανεώσιμων πηγών θερμότητας τόσο στα

κτίρια όσο και στη βιομηχανία. Η ΕΕ χρησιμοποίησε περίπου 3.6 EJ βιο-θέρμανσης το 2016 (τελευταία διαθέσιμα δεδομένα). Η πλειοψηφία αυτών παρέχεται από στερεά βιομάζα (91%), με περίπου ίσες εισφορές (4% το καθένα) από το βιοαέριο και από τα αστικά στερεά απόβλητα (MSW).

Η Γερμανία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής (0,52 EJ) βιο-θερμότητας στην ΕΕ, ακολουθούμενη από τη Γαλλία (0,45 EJ), τη Σουηδία (0,36 EJ), την Ιταλία (0,32 EJ) και Φινλανδία (0,30 EJ).

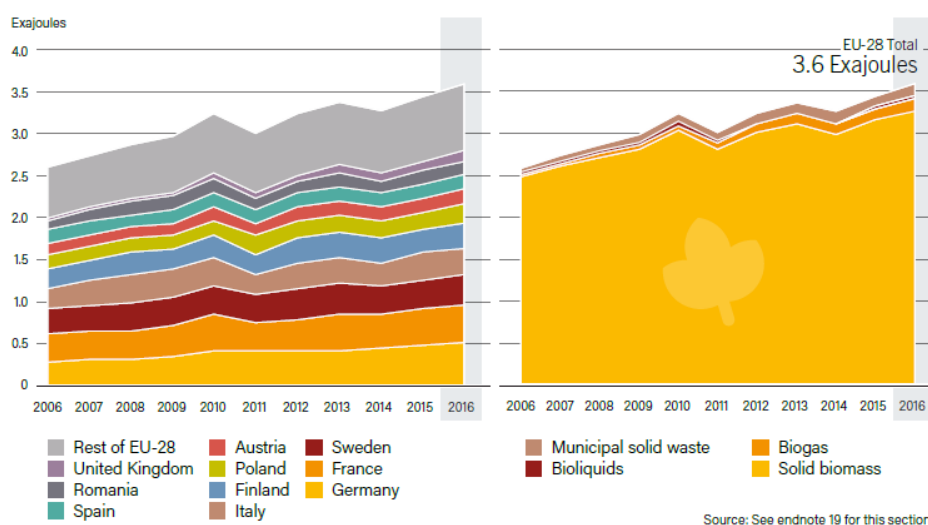


Figure 2.6: Κατανάλωση θερμότητας από βιοενέργεια στην ΕΕ-28, ανά χώρα και πηγή καυσίμων, 2006-2016

Ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι η Γερμανία, όπου η δυναμικότητα αυξήθηκε κατά 4% το 2017 στα 8,0 GW, με σημαντικές αυξήσεις του δυναμικού βιοαερίου, βιομεθανίου και αερίου αποχέτευσης. Η παραγωγή βιοηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία αυξήθηκε κατά 1% (51 TWh), με αύξηση 2% της παραγωγής βιοαερίου και μεθανίου που αντισταθμίζουν τις μειώσεις άλλων τροφοδοτικών αποθεμάτων βιομάζας.

Η Κίνα έχει γίνει ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο, καθώς η παραγωγή της αυξήθηκε κατά 23% το 2017 σε 79,4 TWh και η παραγωγική ικανότητά της αυξήθηκε από 12,1 GW σε 14,9 GW. Αυτή η αύξηση είναι απάντηση στους αναθεωρημένους στόχους του 13ου Πενταετούς Σχεδίου, οι οποίοι έθεσαν την ικανότητα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 23 GW έως το 2020. Η καύση των γεωργικών αποβλήτων αποτελούσε το μεγαλύτερο μέρος του συνόλου παραγωγής βιοηλεκτρικής ενέργειας.

Το 2017, παγκόσμια η παραγωγή βιοκαυσίμων αυξήθηκε κατά 2,5% περίπου σε σύγκριση με το 2016, φτάνοντας 143 δισεκατομμύρια λίτρα (ισοδύναμα με 3.5 EJ) .Οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Βραζιλία παρέμειναν από τους μεγαλύτερους παραγωγούς βιοκαυσίμων, με την Γερμανία να ακολουθεί και στη συνέχεια η Αργεντινή, η Κίνα και η Ινδονησία. Υπολογίζεται ότι το 65% της παραγωγής βιοκαυσίμων (από ενεργειακή άποψη) ήταν αιθανόλη, το 29% ήταν βιοντίζελ και το 6% ήταν HVO / HEFA. Η χρήση βιομεθανίου ως καυσίμου μεταφοράς, ενώ αυξάνονταν ταχέως, συνέβαλε λιγότερο από το 1% του συνόλου των βιοκαυσίμων. Η παραγωγή, η κατανάλωση και το εμπόριο βιοκαυσίμων επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών καλλιέργειας στην παραγωγή, το περιβάλλον και την αγορά, καθώς και τις εισαγωγές και άλλα μέτρα που επηρεάζουν το διεθνές εμπόριο (Arthouros Zervos Chair REN21 RENEWABLES GLOBAL STATUS REPORT, 2018).

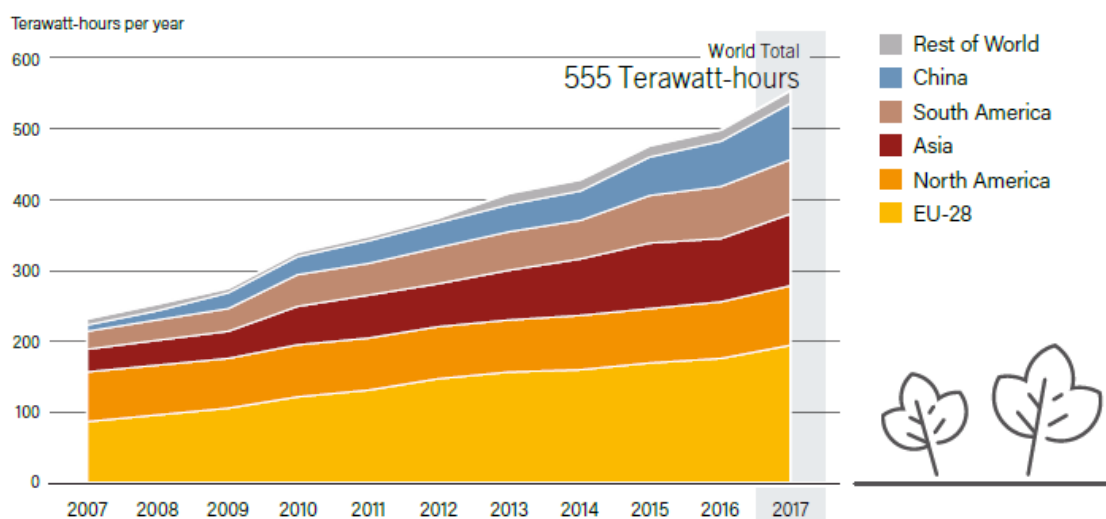


Figure 2.7: Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων ανά περιοχή, 2007-2017

2.3.2 Γεωθερμική δύναμη και θερμότητα

Η τεχνολογική καινοτομία αντιμετωπίζει προκλήσεις στη γεωθερμική βιομηχανία. Υπολογίζεται ότι 0.7 gigawatts (GW) νέας γεωθερμικής ενέργειας ήρθε σε απευθείας σύνδεση το 2017, φέρνοντας το συνολικό παγκόσμιο επίπεδο σε περίπου 12,8 GW. Γεωθερμική άμεση χρήση (άμεση θερμική εξόρυξη για θέρμανση και ψύξη) αυξήθηκε κατά περίπου 1,4 gigawatts-θερμική (GWth) της συνολικής δυναμικότητας έως 25 GWth. Η

θέρμανση χώρου συνέχισε να είναι ένας από τους μεγαλύτερους και ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς, με αρκετά νέα έργα να τροφοδοτούν τα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη και ειδικότερα στην Κίνα. Η γεωθερμική βιομηχανία παρέμεινε περιορισμένη από διάφορες συγκεκριμένες τομεακές προκλήσεις, όπως μακροπρόθεσμες προθεσμίες υλοποίησης των έργων και τον υψηλό κίνδυνο των πόρων, αλλά η τεχνολογική καινοτομία για την αντιμετώπιση προκλήσεων συνεχίστηκε κατά το 2017. Η βιομηχανία επικεντρώνεται στο στόχο προώθησης τεχνολογιών για μείωση του αναπτυξιακού κινδύνου και οικονομικά αποδοτικών γεωθερμικών πηγών σε περισσότερες τοποθεσίες, καθώς και για τη μείωση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

2.3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική βιομηχανία δίνει προτεραιότητα στη βιωσιμότητα, στον εκσυγχρονισμό και την ψηφιοποίηση των εγκαταστάσεων. Οι συνολικές προσθήκες στην υδροηλεκτρική ενέργεια το 2017 εκτιμήθηκαν στα 19 GW, με συνολική χωρητικότητα περίπου 1.114 GW. Ενώ είναι σημαντική, αυτή είναι η μικρότερη ετήσια προσαύξηση που παρατηρήθηκε κατά τα τελευταία 5 χρόνια. Η Κίνα παρέμεινε ο πολυετής ηγέτης στην ανάθεση νέας υδροηλεκτρικής ικανότητας, που αντιπροσωπεύει σχεδόν το 40% των νέων εγκαταστάθηκαν το 2017 και ακολούθησαν η Βραζιλία, η Ινδία, η Αγκόλα και η Αγκόλα Τουρκίας. Η παγκόσμια χωρητικότητα αποθήκευσης με αντλία αυξήθηκε περισσότερο από 3 GW το 2017, για ένα εκτιμώμενο συνολικό έτος 153 GW. Μεταξύ των προτεραιοτήτων της υδροηλεκτρικής βιομηχανίας το 2017 ήταν οι συνεχιζόμενες πρόοδοι προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης των υδροηλεκτρικών πόρων, της αυξημένης ανθεκτικότητας στην αλλαγή του κλίματος και τις συνεχιζόμενες προσπάθειες εκσυγχρονισμού και την ψηφιοποίηση των υφιστάμενων και νέων εγκαταστάσεων.

2.3.4 Ενέργεια του ωκεανού

Η αισιοδοξία και οι προσπάθειες ανάπτυξης της βιομηχανίας φέρνουν την ενέργεια των ωκεανών πλησιέστερα στην εμπορευματοποίηση. Τεχνολογίες ενέργειας ωκεανού που αναπτύσσονται σε ανοικτά ύδατα (εξαιρουμένων των παλιρροϊκών φραγμάτων) δείχνουν πρόοδο, καθώς το παλιρροϊκό ρεύμα και η ενέργεια των κυμάτων είδαν νέες χωρητικότητες να έρχονται σε απευθείας σύνδεση με μεγάλο μέρος των υδάτων της Σκωτίας. Η αισιοδοξία επικράτησε στη βιομηχανία το 2017, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, όπου κάποιες τεχνολογίες

προχωρούσαν αρκετά ώστε να βρίσκονται στο χείλος της εμπορευματοποίησης. Η βιομηχανία άρχισε να κατασκευάζει τα πρώτα εργοστάσια παραγωγής, τα οποία υπόσχονται μεγαλύτερη κλίμακα παραγωγής και μείωση του κόστους. Η κυβερνητική στήριξη της ενέργειας των ωκεανών μέσω της άμεσης χρηματοδότησης και μέσω της υποστήριξης της έρευνας και της υποδομής, παραμένει ένα κρίσιμο στοιχείο της συνεχιζόμενης ανάπτυξης.

2.3.5 Ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV)

Οι νέες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ξεπέρασαν τις καθαρές προσθήκες απολιθωμάτων, τα καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια. Η ηλιακή φωτοβολταϊκή γεννήτρια ήταν η κορυφαία πηγή νέων δυνατοτήτων παραγωγής ενέργειας το 2017, λόγω κυρίως της ισχυρής ανάπτυξης στην Κίνα, με περισσότερες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις να έχουν εγκατασταθεί παγκοσμίως από τις καθαρές προσθήκες ορυκτών καυσίμων και πυρηνικών.

Αν και η ηλιακή φωτοβολταϊκή χωρητικότητα συγκεντρώνεται σε μια σύντομη λίστα χωρών, από το τέλος του έτους κάθε ηπειρωτική χώρα είχε εγκαταστήσει τουλάχιστον 1 GW της ικανότητας και τουλάχιστον 29 χώρες είχαν 1 GW ή περισσότερο. Η Solar PV διαδραματίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που αντιπροσωπεύει πάνω από το 10% της γενιάς στην Ονδούρα το 2017 και για το σημαντικά μερίδια στην Ιταλία, την Ελλάδα, τη Γερμανία και την Ιαπωνία.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η επέκταση της αγοράς οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση ανταγωνιστικότητας της ηλιακής Φ / Β, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια στις αναπτυσσόμενες χώρες και την αυξανόμενη προσπάθεια της τεχνολογίας για μείωση της ρύπανσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Annual Investment / Net Capacity Additions / Production in 2017

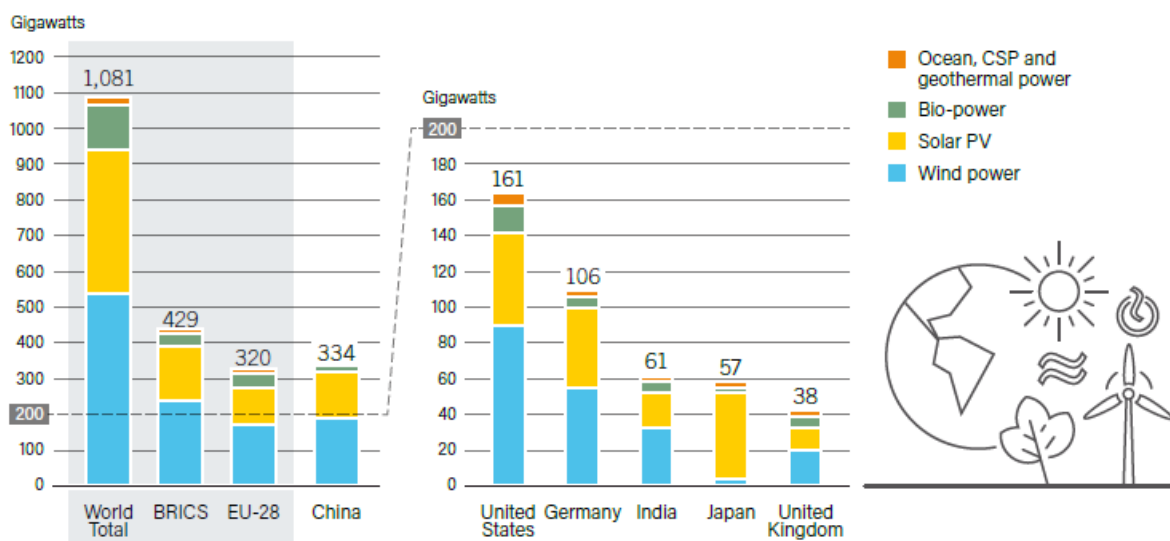
	1	2	3	4	5
Investment in renewable power and fuels (not including hydro over 50 MW)	China	United States	Japan	India	Germany
Investment in renewable power and fuels per unit GDP ¹	Marshall Islands	Rwanda	Solomon Islands	Guinea-Bissau	Serbia
 Geothermal power capacity	Indonesia	Turkey	Chile	Iceland	Honduras
 Hydropower capacity	China	Brazil	India	Angola	Turkey
 Solar PV capacity	China	United States	India	Japan	Turkey
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity ²	South Africa	-	-	-	-
 Wind power capacity	China	United States	Germany	United Kingdom	India
 Solar water heating capacity	China	Turkey	India	Brazil	United States
 Biodiesel production	United States	Brazil	Germany	Argentina	Indonesia
 Ethanol production	United States	Brazil	China	Canada	Thailand

Figure 2.8: Ετήσιες επενδύσεις, Προσθήκες Καθαρής Χωρητικότητας, Παραγωγή το 2017

Total Capacity or Generation as of End-2017

	1	2	3	4	5
POWER					
Renewable power capacity (including hydropower)	China	United States	Brazil	Germany	India
Renewable power capacity (not including hydropower)	China	United States	Germany	India	Japan
Renewable power capacity <i>per capita</i> (not including hydro) ²	Iceland	Denmark	Germany/Sweden		Finland
🔥 Bio-power generation	China	United States	Brazil	Germany	Japan
🔥 Bio-power capacity	United States	Brazil	China	India	Germany
🌋 Geothermal power capacity	United States	Philippines	Indonesia	Turkey	New Zealand
💧 Hydropower capacity ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
💧 Hydropower generation ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
☀️ Solar PV capacity	China	United States	Japan	Germany	Italy
☀️ Solar PV capacity <i>per capita</i>	Germany	Japan	Belgium	Italy	Australia
☀️ Concentrating solar thermal power (CSP)	Spain	United States	South Africa	India	Morocco
🌬️ Wind power capacity	China	United States	Germany	India	Spain
🌬️ Wind power capacity <i>per capita</i>	Denmark	Ireland	Sweden	Germany	Portugal
HEAT					
☀️ Solar water heating collector capacity ⁵	China	United States	Turkey	Germany	Brazil
☀️ Solar water heating collector capacity <i>per capita</i>	Barbados	Austria	Cyprus	Israel	Greece
🌋 Geothermal heat capacity ⁶	China	Turkey	Iceland	Japan	Hungary

Figure 2.9: Συνολική χωρητικότητα ή παραγωγής από το τέλος του 2017



Note: BRICS = Brazil, the Russian Federation, India, China and South Africa. *Not including hydropower.

Figure 2.10: Gigawatts του ωκεανού, CSP και γεωθερμική ενέργεια, βιο-δύναμη, ηλιακή PV, αιολική ενέργεια, σε διαφορετικές χώρες

2.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας, Οικονομία και Περιβάλλον

Έχει μελετηθεί ότι οι πολιτικές διατήρησης της ενέργειας επιδρούν στην οικονομική δραστηριότητα και είναι ένα θέμα εξαιρετικής σημασίας για τη διεθνή συζήτηση σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μελετάται η σχέση κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης και ποια είναι τα αποτελέσματα της εξοικονόμησης ενέργειας στην οικονομία και στο περιβάλλον. Αν και η αιτιώδης συνάφεια μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης έχει μελετηθεί ευρέως, δεν έχει επιτευχθεί συναίνεση σχετικά με αυτή τη λεγόμενη σχέση κατανάλωσης ενέργειας και ανάπτυξης. Ενώ η αιτιότητα αυτού του ζητήματος εξαρτάται από την κατανάλωση ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη, οι πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη της οικονομίας.

Στο συγκεκριμένο άρθρο προτείνονται τέσσερις διαφορετικές υποθέσεις σχετικά με τα πιθανά αποτελέσματα της αιτιότητας Apergis and Payne (2009a, b). Η υπόθεση της ανάπτυξης υποδεικνύει ότι η κατανάλωση ενέργειας είναι ένα κρίσιμο συστατικό στοιχείο στην ανάπτυξη, άμεσα ή έμμεσα, ως συμπλήρωμα του κεφαλαίου και της εργασίας ως εισροών συντελεστές παραγωγής. Ως εκ τούτου, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας προκαλεί μείωση του πραγματικού ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν). Στην περίπτωση αυτή, η οικονομία ονομάζεται «εξαρτώμενη από την ενέργεια» και οι πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να εφαρμοστούν με αρνητικές επιπτώσεις στο πραγματικό ΑΕΠ. Αντιθέτως, η υπόθεση διατήρησης υποστηρίζει ότι οι πολιτικές που κατευθύνονται προς τη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας μπορεί να έχουν ελάχιστες ή καθόλου αρνητικές επιπτώσεις στο πραγματικό ΑΕΠ. Αυτή η υπόθεση βασίζεται σε μια μονοκατευθυντική αιτιώδη σχέση που κυμαίνεται από το πραγματικό ΑΕΠ στην κατανάλωση ενέργειας. Η αμφίπλευρη αιτιώδης συνάφεια αντιστοιχεί στην υπόθεση ανατροφοδότησης, η οποία υποστηρίζει ότι η κατανάλωση ενέργειας και το πραγματικό ΑΕΠ συμπίπτουν ταυτόχρονα. Στην περίπτωση αυτή, οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής θα πρέπει να λάβουν υπόψη την ανταπόκριση του πραγματικού ΑΕΠ στην κατανάλωση ενέργειας με την εφαρμογή

κανονισμών για τη μείωση της χρήσης ενέργειας. Επιπλέον, η οικονομική ανάπτυξη πρέπει να αποσυνδεθεί από την κατανάλωση ενέργειας, προκειμένου να αποφευχθεί ο αρνητικός αντίκτυπος στην οικονομική ανάπτυξη λόγω της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Η μετάβαση από τις λιγότερο αποτελεσματικές πηγές ενέργειας σε πιο αποτελεσματικές και λιγότερο ρυπογόνες επιλογές μπορεί να αποτελέσει ερέθισμα και όχι εμπόδιο στην οικονομική ανάπτυξη (Costantini και Martiini, 2010). Τέλος, η υπόθεση ουδετερότητας δείχνει ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας δεν έχει ως αποτέλεσμα την οικονομική ανάπτυξη ούτε το αντίστροφο. Ως εκ τούτου, οι πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας δεν θα έχουν αντίκτυπο στο πραγματικό ΑΕΠ.

Η ανάλυση της σχέσης μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της οικονομικής δραστηριότητας βασίζεται σε δείγμα 25 χωρών του ΟΟΣΑ από το 1981 έως το 2007 και χρησιμοποιεί τις πρόσφατα αναπτυχθείσες μεθόδους πάνελ-οικονομετρίας. Εξετάστηκε ένα επιπλέον κανάλι αιτιότητας με την εισαγωγή τιμών ενέργειας. Δεδομένου ότι οι τιμές ενέργειας έχουν παραμεληθεί σε πολλές προηγούμενες μελέτες, οι μακροπρόθεσμες παράμετροι και τα αποδεικτικά στοιχεία της αιτιότητας μπορεί να είναι προκατειλημμένα, όπως ανέφεραν οι Masih και Masih (1997) και Asafu-Adjaye (2000). Αλλά σε αντίθεση με αυτές τις δύο μελέτες, εξετάζουμε τον αρχικό δείκτη τιμών ενέργειας και όχι τον δείκτη τιμών καταναλωτή (CPI) ως υποκατάστατο. Οι ελαστικότητες των εισοδημάτων και των τιμών παρέχουν στους διαμορφωτές πολιτικής μια πρόταση για το βαθμό στον οποίο οι τιμές πρέπει να αυξηθούν, με τη μορφή ενεργειακών φόρων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και το δυναμικό της αγοράς για τη διατήρηση της ενέργειας (Lee και Lee, 2010). Επιπλέον, οι επιχειρήσεις ενέργειας χρειάζονται αυτές τις πληροφορίες για να σχεδιάσουν τις πολιτικές διαχείρισης της ζήτησης. Η μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μελετάται και στις δύο κατευθύνσεις, δηλαδή είτε με την κατανάλωση ενέργειας είτε με το πραγματικό ΑΕΠ - ως εξαρτημένη μεταβλητή (Costantini και Martini, 2010).

Η καινοτόμος συμβολή αυτού του άρθρου είναι να καθοριστεί λεπτομερέστερα η μακροπρόθεσμη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας, πραγματικού ΑΕΠ και τιμών ενέργειας. Σε αντίθεση με άλλες μελέτες σχετικά με την σχέση κατανάλωσης ενέργειας-αύξησης του ΑΕΠ, διακρίνονται οι εθνικές και διεθνείς τάσεις ως δυνητικοί παράγοντες της μακροπρόθεσμης ισορροπίας μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας, του πραγματικού ΑΕΠ και των τιμών της ενέργειας.

Ως εκ τούτου, οι εθνικές ενεργειακές πολιτικές ενδέχεται να μην έχουν μεγάλο αντίκτυπο εάν οι διεθνείς εξελίξεις κυριαρχούν στη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας, οικονομικής ανάπτυξης και τιμών ενέργειας.

Πράγματι, το κύριο εμπειρικό συμπέρασμα είναι ότι μόνο τα κοινά στοιχεία της κατανάλωσης ενέργειας, της οικονομικής ανάπτυξης και των τιμών της ενέργειας συγχωνεύονται. Το αποτέλεσμα αυτό υπογραμμίζει τη σημασία των διεθνών εξελίξεων για να εξηγηθεί η ζήτηση ενέργειας. Ως εκ τούτου, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον διεθνή αντίκτυπο στην ενεργειακή ζήτηση κατά τον σχεδιασμό αποτελεσματικών ενεργειακών πολιτικών. Οι ενεργειακές εταιρείες χρειάζονται ακριβείς πληροφορίες σχετικά με την ζήτηση ενέργειας προκειμένου να είναι σε θέση να προβλέψουν τις μελλοντικές απαιτήσεις και να λάβουν υπόψη την απαιτούμενη ικανότητα για να ικανοποιήσουν τη μελλοντική κατανάλωση ενέργειας.

Επιπλέον, υποδεικνύεται ότι η κατανάλωση ενέργειας είναι σχετικά ανελαστική ως προς τις τιμές. Αυτό υπογραμμίζει τη θεωρητική προσδοκία ότι η χρήση ενέργειας είναι ως επί το πλείστον αναγκαioτητα. Η εδραιωμένη μακροπρόθεσμη αιτιότητα στην εξίσωση της ζήτησης ενέργειας σημαίνει ότι η κατανάλωση ενέργειας αναπροσαρμόζεται μετά από μία διαταραχή προς μια διεθνή και όχι μια εθνική σχέση ισορροπίας. Υπό το πρίσμα αυτό, οι εθνικές ενεργειακές πολιτικές ενδέχεται να έχουν περιορισμένο μόνο αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας. Το ίδιο ισχύει και για την οικονομική ανάπτυξη, έτσι ώστε οι εθνικές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας να μην έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην οικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, η αμφίδρομη αιτιώδης συνάφεια μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης μακροπρόθεσμα υποδεικνύει ότι καμία άλλη μεταβλητή δεν οδηγεί την άλλη. Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας οδηγεί σε αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης και αντιστρόφως. Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι οι χώρες του ΟΟΣΑ παρουσιάζουν ένα είδος ενεργειακής εξάρτησης, υπό την έννοια ότι μια επαρκώς μεγάλη παροχή ενέργειας φαίνεται να εξασφαλίζει υψηλότερη οικονομική ανάπτυξη (Lee και Lee, 2010).

Η αμφίδρομη αιτιώδης σχέση δείχνει ότι η υπόθεση ανατροφοδότησης ισχύει. Αυτό υποδηλώνει ότι η κατανάλωση ενέργειας και η οικονομική ανάπτυξη είναι αλληλένδετες. Εάν αυτό είναι αληθινό, ο σχεδιασμός αποτελεσματικών πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να συνεπάγεται την εξέταση του άμεσου αντίκτυπου της κατανάλωσης ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη και την ανταπόκριση της οικονομικής ανάπτυξης στην κατανάλωση ενέργειας. Προκειμένου να διευκολυνθεί η ανταλλαγή μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας

και της οικονομικής ανάπτυξης, οι ενεργειακές πολιτικές που αφορούν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να καταστήσουν σαφή τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας αντί να προσπαθούν αποκλειστικά να μειώσουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Η μετάβαση από λιγότερο αποτελεσματικές και πιο ρυπογόνες πηγές ενέργειας σε πιο αποτελεσματικές ενεργειακές επιλογές μπορεί να αποτελέσει κίνητρο και όχι εμπόδιο στην οικονομική ανάπτυξη (Costantini και Martini, 2010).

Ένας κύριος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η διατήρηση της ενέργειας, η οποία σημαίνει πιο αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με εναλλακτικές επιλογές ενέργειας. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι φιλόδοξοι στόχοι, πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποτελεσματικές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας δεν μπορούν να σχεδιαστούν χωρίς να ληφθούν υπόψη άλλοι οικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες από τις υποκείμενες μεταβλητές της μελέτης αυτής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, στο μέλλον πρέπει να ληφθούν υπόψη όχι μόνο οι εθνικοί παράγοντες όπως η υποδομή ενεργειακού εφοδιασμού, οι εκτιμήσεις της ενεργειακής απόδοσης ή οι θεσμικοί περιορισμοί, αλλά και οι διεθνείς εξελίξεις (Apergis, N. and J. E. Payne, Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States, Energy Economics, 2009a, 641–647).

2.5 Σημασία της ενεργειακής απόδοσης

Η σημασία της ενεργειακής απόδοσης είναι όλο και περισσότερο διεθνώς αναγνωρισμένη, ενώ η παγκόσμια ενεργειακή ένταση συνεχίζει να πέφτει.

Σε διεθνές επίπεδο άρχισε να αναγνωρίζεται η σημασία της ενσωμάτωσης της ενεργειακής απόδοσης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Διεθνείς οργανισμοί, παγκόσμιες εκστρατείες και η υποδοχή άλλων φορέων αυξάνει ολοένα και περισσότερο την ευαισθητοποίηση. Τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν πολιτικές που επιχειρούν να συνδέσουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με την ενεργειακή απόδοση. Το 2016, το παγκόσμιο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ), αυξήθηκε κατά 3%, ενώ η ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε μόνο κατά 1,1%. Ωστόσο, χώρες εκτός του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) εξακολουθούν να βλέπουν την αύξηση της χρήσης ενέργειας να πηγαίνει παράλληλα με την αύξηση του ΑΕγχΠ, ενώ οι χώρες του ΟΟΣΑ, ως σύνολο, δεν το κάνουν.

2.5.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Οικονομία

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι καθοριστικές για την άμβλυση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, δικαιολογώντας την υιοθέτηση στόχων πολιτικής σχετικά με την απορρόφηση τους στα επόμενα χρόνια.

Είναι φανερό ότι κατά τα έτη μετά το 2020 το CAPEX για τη βιοενέργεια μειώνεται κατά περίπου 3,9% κατά μέσο όρο, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά ελαφρά χαμηλότερο από 1,0 δισ. Ευρώ ετησίως, κατά μέσο όρο. Για τις συνολικές ΑΠΕ μπορεί να αναμένεται συγκριτικά σημαντική αύξηση των επενδύσεων, που ανέρχεται σε 2,3 δισ. Ευρώ ετησίως κατά μέσο όρο ή 4,4% εάν εκφράζεται σε σχετικούς όρους. Η αύξηση αυτή για το σύνολο των ΑΠΕ είναι συνέπεια της ισχυρότερης διείσδυσης του αιολικού και ηλιακού τομέα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και των ηλιακών συλλεκτών και των αντλιών θερμότητας στη θέρμανση και την ψύξη για να αντισταθμιστεί η μειωμένη ζήτηση ειδικής βιο-θέρμανσης.

Η σύγκριση των επιπτώσεων στις λειτουργικές δαπάνες, δηλαδή οι σχετικές μεταβολές του OPEX σε σύγκριση με τη βασική γραμμή είναι μικρότερου μεγέθους από τις μεταβολές στο CAPEX. Το OPEX παρουσιάζει για όλες τις κατηγορίες μια αύξηση, πιο έντονη στην περίπτωση των συνολικών ΑΠΕ λαμβάνοντας υπόψη όλες τις εγκαταστάσεις, όπου το OPEX αυξάνεται κατά € 0,9bn ετησίως.

Υπό συνδυασμένη εξέταση τόσο του CAPEX όσο και του OPEX, η αύξηση του CAPEX συμπίπτει με την άνοδο του OPEX, οδηγώντας σε συνολική αύξηση κατά περίπου 3,2 δισ. Ευρώ ετησίως κατά μέσο όρο σε όλη την περίοδο 2021-2030. Σε αντίθεση με το σύνολο των ΑΠΕ, στην περίπτωση της βιοενέργειας, η συνδυασμένη εξέταση του CAPEX και OPEX δείχνει μείωση κατά - 0,4 δισ. Ευρώ ετησίως κατά μέσο όρο (2021-2030).

Όσον αφορά τις μερικές επιπτώσεις που αντιστοιχούν στο συνολικό αντίκτυπο, το αποτέλεσμα ανάπτυξης δημιουργεί περίπου 29.800 θέσεις εργασίας με αύξηση της απασχόλησης από άλλες εγκαταστάσεις ΑΠΕ που υπεραντισταθμίζουν τις απώλειες θέσεων εργασίας λόγω μειωμένης ανάπτυξης βιοενέργειας. Το αποτέλεσμα του εισοδήματος είναι επίσης θετικό με αύξηση της απασχόλησης κατά περίπου 14.000 εργαζόμενοι. Από την άλλη πλευρά, το αποτέλεσμα του προϋπολογισμού οδηγεί σε περίπου 23.800 θέσεις εργασίας.

Παρακάτω πραγματοποιήθηκε ημιποσοτική σύγκριση των πέντε επιλογών πολιτικής σε σχέση με την βασική γραμμή, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα κριτήρια αξιολόγησης:

- Αποτελεσματικότητα: ο βαθμός στον οποίο η επιλογή επιτυγχάνει τους καθορισμένους στόχους που σχετίζονται με το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η επιλογή.
- Οικονομική αποδοτικότητα: ο βαθμός στον οποίο μπορούν να επιτευχθούν οι καθορισμένοι στόχοι για ένα δεδομένο επίπεδο πόρων με το ελάχιστο κόστος. Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής, ο δείκτης κόστους-αποτελεσματικότητας είναι το CAPEX σε € / τόνο CO₂eq που αποφεύγεται για νέες εγκαταστάσεις μετά το 2020. Το κριτήριο αυτό καλύπτει επίσης τη διοικητική επιβάρυνση της επιλογής σε γενικές γραμμές. οι ειδικές διοικητικές δαπάνες συζητούνται στο πλαίσιο των οικονομικών επιπτώσεων.
- Συνοχή: ο βαθμός στον οποίο οι επιλογές είναι συνεπείς με τους γενικούς στόχους του CEP της ΕΕ καθώς και με άλλες πολιτικές για το κλίμα και την ενέργεια.
- Περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

(European Commission, Rütter Soceco, Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020, 2017)

2.5.2 Εταιρική ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η εταιρική προμήθεια ανανεώσιμης ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται και να διαδίδεται σε νέες περιοχές. Οι εταιρείες άρχισαν να προμηθεύονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα μέσα της δεκαετίας του 2000' για να ανταποκρίνονται στους δικούς τους περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους και για την αντιμετώπιση της αυξανόμενης ζήτησης για εταιρική βιωσιμότητα από τους επενδυτές και τους καταναλωτές. Τελευταίως οι ανανεώσιμες πηγές έχουν γίνει ελκυστικές πηγές ενέργειας από μόνες τους, παρέχοντας ανταγωνιστική από πλευράς κόστους ενέργεια, μακροπρόθεσμη σταθερότητα τιμών και ασφάλεια μεταξύ άλλων παροχών.

Το 2017, οι εταιρείες προμηθεύονταν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε περισσότερες από 70 χώρες μέσω συμφωνιών για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (PPAs), προγράμματος προμήθειας πράσινων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και πιστοποιητικών ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ή εγγυήσεων προέλευσης (GOs). Επιπλέον, οι εταιρείες σε μεγάλο αριθμό χωρών παγκοσμίως έχουν επενδύσει άμεσα σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη δική τους κατανάλωση.

Οι επιλογές που είναι διαθέσιμες για τις εταιρείες να παράγουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις αγορές και τα πλαίσια πολιτικής που λειτουργούν, καθώς και τη φύση των δραστηριοτήτων τους και την εσωτερική χωρητικότητα. Ως απάντηση στο αυξανόμενο εταιρικό ενδιαφέρον σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχουν

αναληφθεί αρκετές πρωτοβουλίες για να αναγνωριστεί και να υποστηριχθεί η ενέργεια περαιτέρω και να ικανοποιηθούν οι φιλόδοξοι στόχοι της ανανεώσιμης ενέργειας μέσω διαφόρων επιλογών προμήθειας. Το έτος 2017 ήταν ένα ακόμη ρεκόρ για το τομέα ανανεώσιμης ενέργειας, που χαρακτηρίστηκε από τη μεγαλύτερη αύξηση της δυναμικότητας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και από την μείωση των δαπανών, τις αυξήσεις στις επενδύσεις και στις χορηγήσεις τεχνολογιών. Πολλές εξελίξεις κατά τη διάρκεια του έτους επηρέασαν την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των χαμηλότερων προσφορών για ηλιακή και αιολική ενέργεια σε διαγωνισμούς σε όλο το κόσμο, της αύξησης της ψηφιοποίησης, της αυξημένης προσοχής ηλεκτροδότησης των μεταφορών, τις δικαιοδοσίες που δεσμεύονται να γίνουν χωρίς άνθρακα, τις νέες πολιτικές και εταιρικές σχέσεις στον τομέα του άνθρακα. Η ανάπτυξη του τομέα ανανεώσιμης ενέργειας το 2017 οφείλεται σε διάφορους παράγοντες με σημαντικότερους την αύξηση της πρόσβασης στη χρηματοδότηση, τις ανησυχίες για την ενέργεια της ασφάλειας, του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, την αυξανόμενη ζήτηση για την ενέργεια στις αναπτυσσόμενες και αναδύμενες οικονομίες. Όλο και περισσότερο, οι υποεθνικές κυβερνήσεις γίνονται ηγέτες στην ανανεώσιμη ενέργεια και την ενεργειακή απόδοση.

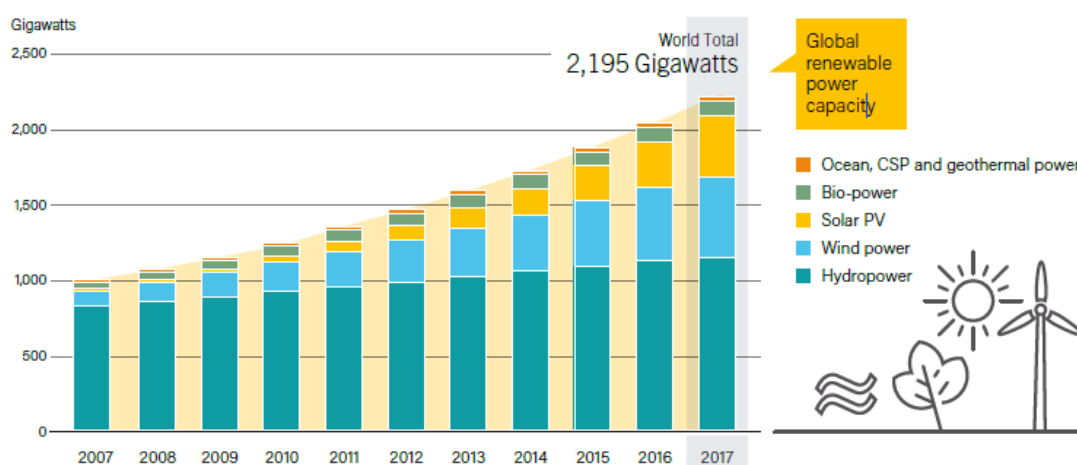


Figure 2.11: Παγκόσμια Ανανεώσιμη Ισχύ, 2007-2017

2.6 Μελλοντικές Προοπτικές

2.6.1 Δραστηριότητες πράσινης ανάπτυξης

Στην περίπτωση της πράσινης προμήθειας χρησιμότητας, η εταιρεία αγοράζει ανανεώσιμη ενέργεια είτε μέσω πράσινου ασφαλιστρου είτε μέσω μιας προσαρμοσμένης σύμβασης για την ανανεώσιμη ενέργεια, όπως το πράσινο τιμολόγιο, που προσφέρεται από ένα βοηθητικό πρόγραμμα. Πράσινα προϊόντα υψηλής ποιότητας, τα οποία συνήθως στοχεύουν σε οικιακή ή μικρής κλίμακας εμπορικής χρησιμότητας, επιτρέπουν στους αγοραστές να αγοράζουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απευθείας από τη χρησιμότητα χωρίς μια μακροπρόθεσμη δέσμευση, αλλά και χωρίς την προοπτική εξοικονόμησης τιμών.

Από τις αρχές του 2018, οι περισσότερες μεγάλες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στην Ευρώπη προσέφεραν κάποια είδος πράσινου πριμοδοτούμενου προϊόντος που υποστηρίζεται από το ευρωπαϊκής προέλευσης εγγύησης, το οποίο πιστοποιεί ότι η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επίσης πολλές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν επεκτείνει ομοίως τα χαρτοφυλάκια προϊόντων τους για να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη εταιρική ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τα αποκαλούμενα πράσινα τιμολογιακά προγράμματα είναι επιλογές κοινής ωφέλειας που επιτρέπουν εξοικονόμηση λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος και αναπτύχθηκαν ως απάντηση στην αυξανόμενη ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από εταιρίες μεγάλης κλίμακας. Τα πράσινα προγράμματα τιμολογίων επιτρέπονται, εφόσον υπάρχουν καταναλωτές να αγοράζουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια μέσω μακροπρόθεσμης σύμβασης παροχής υπηρεσιών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, υπάρχουν επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας σε 13 κράτη και η περιφέρεια της Κολούμπια προσέφερε προγράμματα πράσινου τιμολογίου στα τέλη του 2017. Μέσα από αυτά τα προγράμματα, συμφωνίες συνολικού ύψους άνω των 950 MW, ανατέθηκαν κατά την περίοδο 2013-2017.

Στην Ευρώπη, τα πράσινα τιμολόγια έχουν χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η ολλανδική εθνική σιδηροδρομική εταιρεία Nederlandse Spoorwegen (NS) εξέδωσε προσφορά το 2015 για μακροπρόθεσμο πράσινο τιμολόγιο, δεχόμενη προσφορές για ηλεκτρική ενέργεια μόνο από νέες εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας. Το βοηθητικό πρόγραμμα που κέρδισε την προσφορά συμφώνησε να προμηθεύσει την NS με ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια από νέο αέρα με 10ετή σύμβαση (Arthouros Zervos Chair REN21, RENEWABLES GLOBAL STATUS REPORT, 2018).

Με τη συμφωνία του Παρισιού για το κλίμα, η Ευρώπη αντιμετωπίζει την παγκόσμια ευθύνη για να διατηρηθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη σε θερμοκρασία 1,5 °C. Η ανανεώσιμη δυναμικότητα στην ΕΕ έχει αυξηθεί κατά 71 τοις εκατό μεταξύ του 2005 και του 2015, συμβάλλοντας στην αειφόρο ανάπτυξη και σε περισσότερες τοπικές θέσεις εργασίας. Οι στόχοι και οι κανονισμοί που συμφωνούν στο να τεθούν σε ισχύ έως το 2030, θα διαμορφώσουν το ενεργειακό σύστημα της Ευρώπης για το την επόμενη δεκαετία - μία από τις τελευταίες κρίσιμες πιθανότητες να αναλάβουν

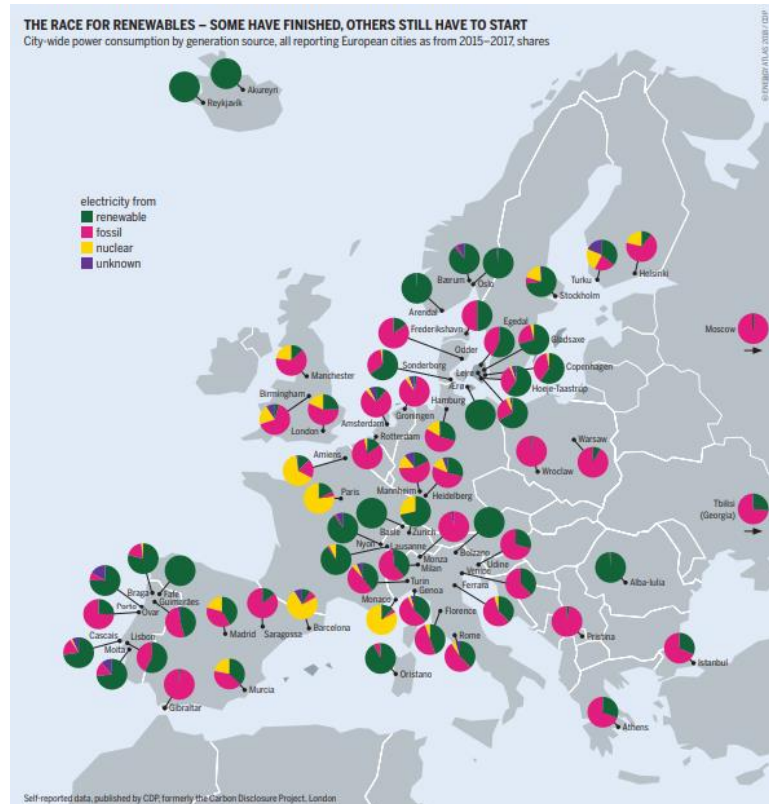


Figure 2.12: Η κατανάλωση ενέργειας σε ολόκληρη την πόλη από την πηγή γενιάς και όλες οι ευρωπαϊκές πόλεις που αναφέρονται από το 2015 έως το 2017

επαρκείς ενέργειες για την αποφυγή της καταστροφικής αλλαγής του κλίματος. Η

συνεργασία σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι καθοριστική για τη διασφάλιση των σωστών συνθηκών και σε αλλαγή με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το 2030 της ΕΕ το πακέτο "Καθαρή ενέργεια" καθορίζεται σε γενικές γραμμές προς την κατεύθυνση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά δεν διασφαλίζει την ταχύτητα και το βάθος της μετάβασης. Η προτεινόμενη ανανεώσιμη ενέργεια και οι στόχοι αποτελεσματικότητας είναι πολύ περιορισμένοι, ιδιαίτερα δεδομένης της πτώσης της τεχνολογίας, το κόστος και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την πρόοδο που σημειώθηκε κατά τα προηγούμενα έτη. Το ενεργειακό πλαίσιο της ΕΕ πρέπει να είναι καλύτερα ευθυγραμμισμένο με το μακροπρόθεσμο κλίμα.

Παγκόσμια γίνονται σημαντικές προσπάθειες προσαρμογής με στόχο τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Οι πόλεις καταναλώνουν πάνω από τα δύο τρίτα της παγκόσμιας ενέργειας και αντιπροσωπεύει περίπου το 70% του CO₂ των εκπομπών. Και οι δύο συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος και είναι θύματα των επιπτώσεών της. Οι πόλεις υποφέρουν από πλημμύρες, αυξανόμενα επίπεδα της θάλασσας, κατολισθήσεις και υπερβολική ζέστη και κρύο. Επηρεάζονται από την έλλειψη νερού, τον καπνό από τις πυρκαγιές και τη μετανάστευση των κατοίκων της υπαίθρου ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής στις γύρω περιοχές της υπαίθρου. Αντιμέτωποι με αυτές τις προκλήσεις, καθώς και με τα υπάρχοντα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση του αέρα και των υδάτων και η διάθεση των αποβλήτων, οι πόλεις έχουν τεράστια κίνητρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μετάβασης της Ευρώπης, οι τοπικές αρχές προσπάθησαν να μειώσουν τον αντίκτυπο της αλλαγής του κλίματος : με την προώθηση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με την αξιοποίηση μεγάλων δεδομένων και με την ανάπτυξη έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων.

Η μετάβαση από μια εξόρυξη σε μια ανανεωτική οικονομία μπορεί να κάνει την ανταλλαγή όλων των πόρων πιο δίκαια. Όλο και περισσότερες τοπικές αρχές βοηθούν τους πολίτες στα ενεργειακά έργα είτε με επενδύσεις απευθείας στους τοπικούς ενεργειακούς συνεταιρισμούς ή με την παροχή επιδοτήσεων, νομική και τεχνική εμπειρογνομosύνη και πρόσβαση σε δημόσιες εγκαταστάσεις.

Αντί να εκλαμβάνεται η ενεργειακή μετάβαση ως πρόβλημα, πρέπει να θεωρείται ως ευκαιρία περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης. Πολύ σημαντική είναι η εύρεση στη πρόσβαση νέων κεφαλαίων αξιοποιώντας τοπικές αποταμιεύσεις και δημιουργώντας ροές εσόδων που ωφελούν την τοπική κοινότητα. Αυτό θα επηρεάσει τη χρηματοδότηση της ενέργειας με την έκδοση "πράσινων ομολόγων" (ομόλογα που χρησιμοποιούνται για τη χρηματοδότηση περιβαλλοντικών επενδύσεων) και από την μαζική αγοραστική δύναμη θα οδηγηθούμε σε μείωση του κόστους. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και τα περιστρεφόμενα κεφάλαια εξοικονόμηση ενέργειας: τα δημοτικά διαμερίσματα που εξοικονομούν ενέργεια επιτρέπεται να κρατήσουν μέρος των αποταμιεύσεων για να δαπανήσουν άλλες πρωτοβουλίες. Το Παρίσι περιγράφει το crowdfunding ως βασική συνιστώσα της στρατηγικής της για το 2050 που είναι ουδέτερη για το κλίμα και ανακοίνωσε ότι θα γίνει διεθνής κόμβος για τη πράσινη χρηματοδότηση.

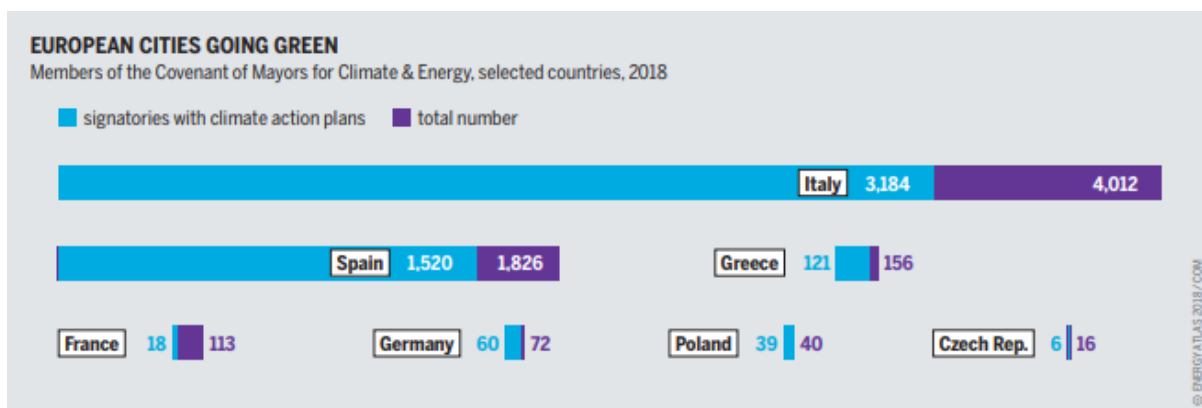


Figure 2.13: Σχέδια δράσης για το κλίμα και την ενέργεια, επιλεγμένες χώρες, 2018

2.6.2 Ανάλυση μελλοντικής ενεργειακής ζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο

Από το 1993, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας-ΔΟΕ (International Energy Agency-IEA) παρέχει μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες ενεργειακές προβολές χρησιμοποιώντας το Παγκόσμιο Ενεργειακό Μοντέλο (World Energy Model – WEM) - ένα μοντέλο προσομοίωσης μεγάλης κλίμακας σχεδιασμένο να αναπαράγει τον τρόπο λειτουργίας των αγορών ενέργειας. Το WEM είναι το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία λεπτομερών προβλέψεων ανά τομέα και ανά περιφέρεια για τα σενάρια WEO (World Energy Outlook).

Τον Σεπτέμβριο του 2017 συνοψίστηκαν τα αποτελέσματα της διεθνούς ενεργειακής έκθεσης της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEO) για το 2017, για την παγκόσμια πρόβλεψη προσφοράς και ζήτησης ενέργειας.

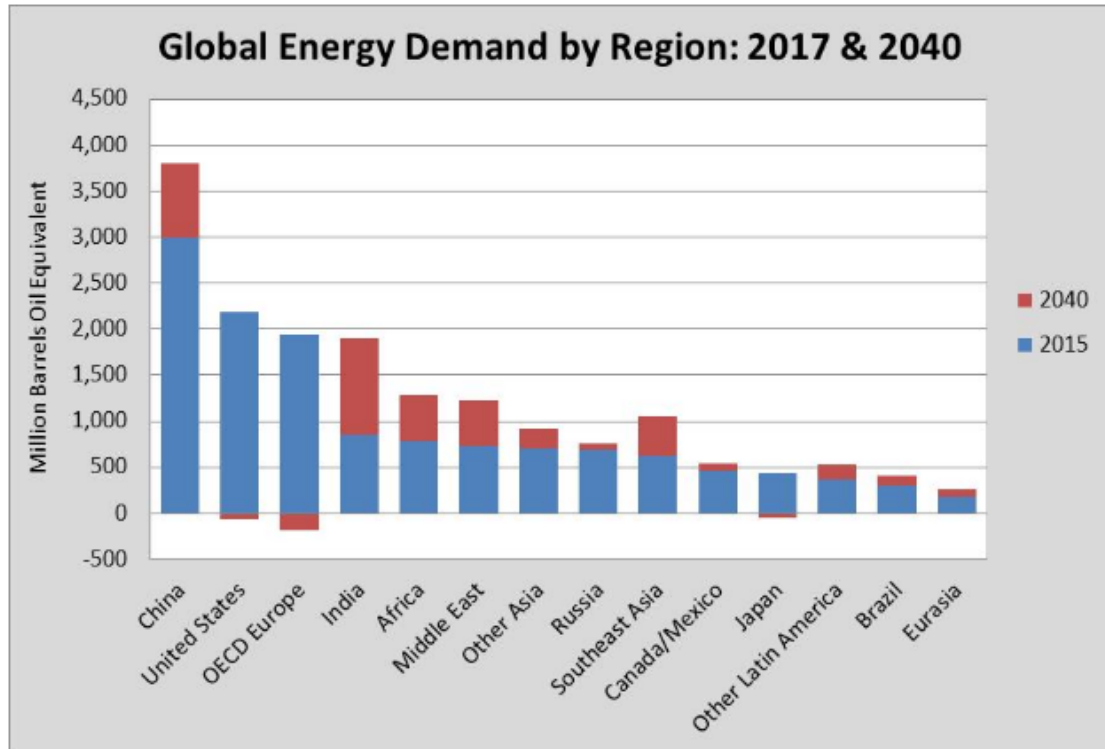


Figure 2.14: Παγκόσμια ζήτηση ενέργειας ανά περιοχή 2017 & 2040

2.7 Ανακεφαλαίωση

Η διατήρηση της ενέργειας, σημαίνει πιο αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με εναλλακτικές επιλογές ενέργειας. Η σωστή αξιολόγηση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων μιας επένδυσης, μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία νέων, χρήσιμων βιώσιμων τεχνολογιών που θα οδηγήσουν στον βασικό διεθνές στόχο επίτευξης πολιτικής που θα στηρίζεται σε μια κυκλική οικονομία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο εισάγεται η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου και γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος. Αναφέρονται τα είδη της διαδικασίας αυτής, οι λόγοι που ωθούν στην προώθηση τέτοιων τεχνολογιών, παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης καθώς και περαιτέρω διαδικασίες

που συνδέονται με αυτή που είναι η κομποστοποίηση. Επίσης, επισημαίνονται τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας σε σύγκριση με άλλες μεθόδους και με την ίδια μέθοδο μεγαλύτερης κλίμακας και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα συγκεκριμένα μίας έρευνας που διεξήχθη για την ενεργειακή ανάλυση μιας μικρής κλίμακας βιοαερίου αυτοεφοδιασμού αναερόβιου συστήματος πέψης που λειτουργεί σε ψυχοφιλικές έως θερμοφιλικές συνθήκες. Τέλος, αναφέρονται οι προοπτικές του βιοαερίου στην Ελλάδα καθώς και μερικά παραδείγματα ήδη υπάρχοντων εγκαταστάσεων. Αναφέρεται ο τρόπος λειτουργίας της διαδικασίας αυτής, τα χαρακτηριστικά της και ο τρόπος εφαρμογής της. Επιπλέον, τονίζονται τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη μιας μονάδας βιοαερίου και τα πλεονεκτήματα μιας μικρής κλίμακας αναερόβιας χώνευσης. Επισημαίνονται παραδείγματα ήδη υπάρχοντων εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης καθώς και διαδικασίες που απαιτούνται για την εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών και πιθανώς τις καθυστερούνε.

3.2 Διαδικασίες παραγωγής βιοαερίου

Δύο σημαντικές επίκαιρες και βιώσιμες διαδικασίες μέσω των οποίων πραγματοποιείται παραγωγή βιοαερίου με χρήση της βιομάζας είναι η αερόβια και η αναερόβια χώνευση.

Σε ένα αερόβιο σύστημα, όπως είναι η κομποστοποίηση, οι μικροοργανισμοί έχουν πρόσβαση σε ελεύθερο, αέριο οξυγόνο απευθείας από την ατμόσφαιρα που την περιβάλλει. Τα τελικά προϊόντα μιας αερόβιας διαδικασίας είναι κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό που είναι οι σταθερές οξειδωμένες μορφές άνθρακα και υδρογόνου. Εάν το βιοαποικοδομήσιμο αρχικό υλικό περιέχει άζωτο, φωσφόρο και θείο, τότε τα τελικά προϊόντα μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν τις οξειδωμένες μορφές τους - νιτρικά, φωσφορικά και θειικά. Σε ένα αερόβιο σύστημα η πλειοψηφία της ενέργειας στο αρχικό υλικό απελευθερώνεται ως θερμότητα με την οξείδωση τους σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Παρακάτω θα μελετήσουμε το θέμα της παραγωγής ενέργειας μέσω αναερόβιας χώνευσης στερεών αποβλήτων και υπολειμμάτων. Στόχοι αυτής της διαδικασίας είναι η μείωση του όγκου των αποβλήτων που οδηγείται σε ΧΥΤΑ, η παραγωγή χρήσιμων προϊόντων και συγκεκριμένα προϊόντων ανακύκλωσης (γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο) και εδαφοβελτιωτικό(κομπόστ). Κατ' ακολουθία βασικοί στόχοι είναι η παραγωγή ενέργειας και η επίτευξη των στόχων του 2030 για βασική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον.

Η βασική ενέργεια που πραγματοποιείται και ενδείκνυται σημαντικά για την προστασία του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης, είναι μία μορφή ανακύκλωσης και πιο συγκεκριμένα η ανάκτηση ενέργειας στερεών απορριμμάτων και υπολειμμάτων. Τα αστικά στερεά απορρίμματα μπορούν να αποδώσουν σημαντικά ποσά ενέργειας. Η ανάκτηση αυτή μπορεί να είναι αποτέλεσμα θερμικής (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση) ή βιολογικής επεξεργασίας. Η βιολογική μέθοδος που παράγει ενέργεια είναι κατά κύριο λόγο η αναερόβια χώνευση η οποία παράγει βιοαέριο.

Η μέθοδος αυτή είναι από τις ηπιότερες και φυσικές διαδικασίες και δε χαρακτηρίζεται από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αλληλοσυνδέονται με τις θερμικές μεθόδους επεξεργασίας (envima.gr/el/biogas,2018).

Η αναερόβια χώνευση περιλαμβάνει:

- ❖ Αναερόβια χώνευση λυματολάσπης
- ❖ Κτηνοτροφικών αποβλήτων(κοπριάς)
- ❖ Αστικών στερεών αποβλήτων
- ❖ Φυτικής βιομάζας οργανικών καλλιεργειών και υγρών και στερεών αποβλήτων, βιομηχανικών μεταποίησης αγροτικών προϊόντων.

Τα συστήματα κομποστοποίησης τυπικά περιλαμβάνουν οργανισμούς όπως οι μύκητες που είναι σε θέση να διασπάσουν λιγνίνη και κυτταρίνες σε μεγαλύτερο βαθμό από τα αναερόβια βακτήρια. Λόγω αυτού του γεγονότος είναι δυνατόν, μετά από αναερόβια χώνευση, να λιπασματοποιηθεί το αναερόβιο χωνεμένο προϊόν που επιτρέπει περαιτέρω μείωση του όγκου και σταθεροποίηση.

Προτιμάται η αναερόβια διαδικασία καθώς υπάρχει χαμηλότερη παραγωγή κυτταρικής μάζας (3-20 φορές λιγότερη από την αερόβια επεξεργασία). Η παραγωγή ενέργειας είναι υπό τη μορφή μεθανίου. Υπάρχει υψηλή απομάκρυνση οργανικού φορτίου και είναι κατάλληλη για ισχυρά αγροτοβιομηχανικά απόβλητα.

Η αναερόβια διαδικασία μπορεί να είναι πιο σύνθετη, ακριβή και με υψηλό σύστημα αντιρρύπανσης για υγρά απόβλητα, αλλά απαιτεί μικρότερη έκταση, «παράγει» ενέργεια και έχει μειωμένη ρύπανση μέσω δυσοσμίων λόγω της καύσης του βιοαερίου. Αντίθετα, η αερόβια χώνευση είναι πιο απλή και πιο οικονομική αλλά απαιτεί μεγαλύτερη έκταση, έχει ρύπανση μέσω δυσοσμίων, μη ελεγχόμενη μόλυνση μέσω υγρών αποβλήτων, έχει μη ελεγχόμενη παραγωγή CH₄ και «καταναλώνει» ενέργεια.

3.2.1 Κομποστοποίηση

Η εφαρμογή του κομπόστ συνήθως βελτιώνει τις φυσικές, βιολογικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών. Η επαναλαμβανόμενη χρήση του, στα εδάφη αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, μειώνει τον κίνδυνο διαβρώσεων, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης ύδατος και θρεπτικών στοιχείων. Ιδιαίτερη οικολογική σημασία παρουσιάζει η δυνατότητά του να εγκλωβίζει τον άνθρακα σε οργανική μορφή στα εδάφη, επιβραδύνοντας έτσι την αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Η κομποστοποίηση είναι μία αερόβια διαδικασία και χαρακτηρίζεται ως η βιολογική αποδόμηση και σταθεροποίηση οργανικών ουσιών και μικροβίων σε συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοκρασιών 50-60 °C, η οποία διασφαλίζεται από βιολογικά παραγόμενη θερμότητα, με τελικό προϊόν σταθεροποιημένο για αποθήκευση και χρήση ως εδαφοβελτιωτικό, χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αποτελεί μορφή σταθεροποίησης της οργανικής ύλης, η οποία όμως απαιτεί ειδικές συνθήκες υγρασίας και αερισμού, ούτως ώστε να εξασφαλιστούν θερμοφιλικές θερμοκρασίες.

Αποφεύγοντας τα ανόργανα υδατοδιαλυτά λιπάσματα, προστατεύουμε τον υδροφόρο ορίζοντα από τη ρύπανση και τις λίμνες και τις θάλασσες από το φαινόμενο του ευτροφισμού.

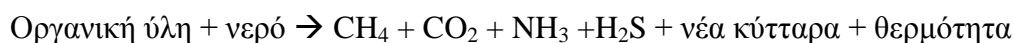
Τα πλεονεκτήματα του κομπόστ είναι ότι:

- Εξοικονομεί χρήματα από την αγορά χώματος και λιπασμάτων.
- Μειώνει την κατανάλωση νερού, διότι το κομπόστ βελτιώνει την ικανότητα του χώματος να συγκρατεί το νερό.
- Λιγότερα απορρίμματα σημαίνουν λιγότερα δημοτικά τέλη για την αποκομιδή τους.
- Βελτιώνει τη σύσταση του χώματος, χαλαρώνοντας το σμικτό αργιλώδες χώμα και έτσι οι ρίζες εισχωρούν ευκολότερα στο έδαφος, ενώ βελτιώνεται το αμμώδες έδαφος αυξάνοντας την απορροφητικότητά του.
- Βοηθάει στην ανάπτυξη νέων φυτών.
- Αναπληρώνει τα οργανικά θρεπτικά συστατικά του εδάφους τροφοδοτώντας το με ενεργό χούμους.
- Προστατεύει από την παγωνιά (tovima.gr/society)

3.2.2 Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης

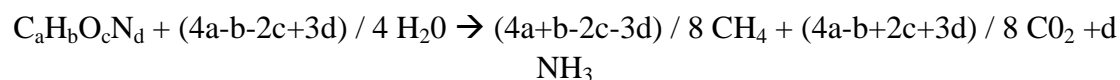
Η αναερόβια χώνευση είναι η διεργασία κατά την οποία οργανική ύλη (ύλη που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς και έχει σαν βάση τον άνθρακα) μετατρέπεται σε CH₄ και CO₂ (βιοαέριο) με τη συνδυασμένη δράση μεικτού πληθυσμού αναερόβιων μικροοργανισμών (απουσία οξυγόνου). Είναι μία από τις σημαντικότερες βιοχημικές διεργασίες μετατροπής της βιομάζας των υλικών βιολογικού χαρακτήρα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας (envima.gr/el/biogas,2018).

Η χημική αντίδρασή της αναφερθούσας διαδικασίας είναι η εξής:

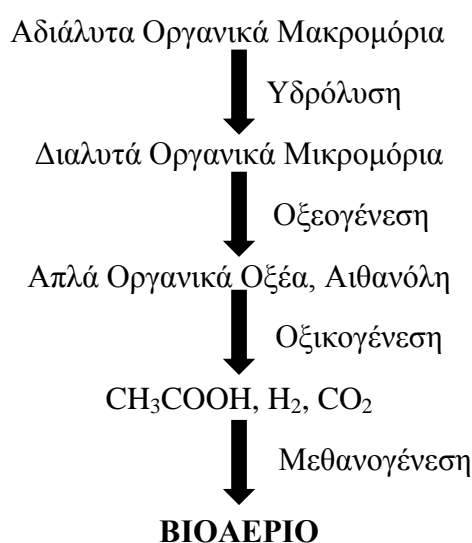


Η αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος παράγει Βιοαέριο, CH₄: 65-70% και CO₂: 30-35% και NH₃, H₂S, H₂: 0.1-0.5%.

Πιο συγκεκριμένα η αναλυτική χημική αντίδραση της διαδικασίας της αναερόβιας διαδικασίας είναι:



Τα στάδια της αναερόβιας Χώνευσης είναι:



Το παραγόμενο βιοαέριο κατά την αναερόβια χώνευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Περιέχει 65-70%

CH₄, 25-30% CO₂, ενώ το υπόλοιπο είναι H₂, N₂ και H₂S. Έχει απόδοση θερμότητας 18.700-26.000 KJ/m³ ενώ η αντίστοιχη καθαρού μεθανίου είναι 35.800 KJ/m³.

Παράγεται σε χωνευτήρες (digesters) με την τεχνολογία της Αναερόβιας Χώνευσης (Α.Χ.) χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη:

- Ζωικά υποπροϊόντα .
- Ενσιρώματα και υπολείμματα ενεργειακών φυτών.
- Υποπροϊόντα από γεωργία, κηπευτική, υδατοκαλλιέργεια, δασοκομία, προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων.

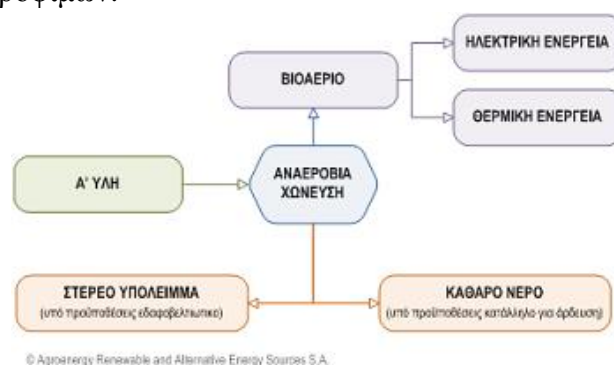


Figure 3. 1: Αναπαράσταση διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης

Τα αγροτοκτηνοτροφικά απόβλητα (υποπροϊόντα πτηνοτροφείων, βουστασίων, χοιροτροφείων, σφαγείων, παραγωγής τυροκομικών ειδών, οινοποιείων) έχουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης και βάσει των Ευρωπαϊκών οδηγιών η διαχείριση τους θα πρέπει από εδώ και στο εξής να υπόκειται σε ένα αυστηρό θεσμικό πλαίσιο, σύμφωνα με τη σύγχρονη περιβαλλοντική συνείδηση και την έννοια της αειφορίας. Ούτε η ελεγχόμενη διάθεση στις χωματερές αλλά ούτε και η αποτέφρωση των οργανικών αποβλήτων δεν προτιμώνται ως τεχνολογίες, δεδομένου ότι τα περιβαλλοντικά πρότυπα που ισχύουν σήμερα είναι πολύ πιο αυστηρά, ενώ ζητούμενο είναι η ενέργεια ανάκτησης και η ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών και της οργανικής ουσίας. Η παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση (ΑΧ) ζωικών υποπροϊόντων και πολτών καθώς και ενός ευρέος φάσματος οργανικών υποπροϊόντων (υποπροϊόντα γεωργίας, αλιείας, υδατοκαλλιέργεια, κηπευτική, δασοκομία, ενεργειακά φυτά) μετατρέπει αυτά τα υποστρώματα σε ανανεώσιμη ενέργεια και προσφέρει ένα φυσικό λίπασμα για τη γεωργία (envima.gr/el/biogas,2018).

Η αναερόβια χώνευση μπορεί να γίνεται

- είτε από ΧΥΤΑ
- είτε σε βιοαντιδραστήρες (χωνευτήρες).

Υπάρχουν κάποιες διαφορές όσον αφορά αυτές τις δύο διαδικασίες και περισσότερο όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Αρχικά, η εκμετάλλευση του βιοαερίου που παράγεται κατά την υγειονομική ταφή (ΧΥΤΑ) αποτελεί μέθοδο ανάκτησης ενέργειας.

Η παραγωγή βιοαερίου χαρακτηρίζεται από πολύ βραδύ ρυθμό και παρουσιάζει μέγιστο σε 5-10 χρόνια ανάλογα με την υγρασία του ΧΥΤΑ. Όταν υπάρχει επαρκή υγρασία για ολοκληρωτική αναερόβια χώνευση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ τότε η παραγωγή βιοαερίου παρουσιάζει μέγιστο σε 5-10 χρόνια. Εκτιμάται ότι στην καλύτερη περίπτωση το 50% του παραγόμενου βιοαερίου χάνεται στην ατμόσφαιρα (φαινόμενο θερμοκηπίου).

Συγκριτικά, η αναερόβια χώνευση σε βιοαντιδραστήρες επιταχύνει την απελευθέρωση του βιοαερίου υπό ελεγχόμενες συνθήκες και αποδίδουν το υπόλειμμα της αποσύνθεσης για περαιτέρω επεξεργασία και χρήση ως εδαφοβελτιωτικό, με αερόβια λιπασματοποίηση. (envima.gr/el/biogas,2018).

3.2.3 Χαρακτηριστικά της αναερόβιας χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων υψηλής αντοχής, δεδομένου ότι παράγει ανανεώσιμη ενέργεια (βιοαέριο) και πολύτιμο προϊόν πέψης ως λίπασμα (sciencedirect).

Όσον αφορά τη θερμοκρασία του αντιδραστήρα, οι μικροοργανισμοί έχουν μια συγκεκριμένη βέλτιστη θερμοκρασία στην οποία έχουν καλύτερη απόδοση βιοαερίου. Μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες: στη μεσόφιλη χώνευση, όπου οι μικροοργανισμοί έχουν την υψηλότερη δραστηριότητα σε θερμοκρασίες περίπου 35 έως 37°C και στις θερμοφιλικές όπου η υψηλότερη δραστηριότητα παρατηρείται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 50 έως 65 °C.

Οι απαιτούμενοι χρόνοι παραμονής είναι μικρότεροι στα θερμοφιλικά συστήματα, αλλά το υψηλότερο ενεργειακό κόστος τα καθιστά ασύμφορα.

Υπάρχουν τύποι αναερόβιων συστημάτων ανάλογα με την περιεκτικότητα σε στερεά στην τροφοδοσία:

- υγρά συστήματα (περιεκτικότητα έως 15-20%, τυπικά 10%)
- ξηρά συστήματα (περιεκτικότητα άνω του 20%, τυπικά 30%)

Όσον αφορά τους τύπους ανάμιξης και τροφοδότησης της βιομάζας στον αντιδραστήρα, οι περισσότεροι αντιδραστήρες λειτουργούν είτε συνεχώς, μέσω ροής είτε σε σύστημα παρτίδας. Υγροί χωνευτές χρησιμοποιούν κυρίως αναδεδυμένους αντιδραστήρες, όπου η

βιομάζα τροφοδοτείται και αποσύρεται σε (ημι) συνεχή (CSTR3). Μια ρύθμιση βύσματος-ροής αποτελείται συχνά από μεγάλους κυλινδρικούς αντιδραστήρες όπου η είσοδος της βιομάζας λαμβάνει χώρα στο ένα άκρο και το χωνευτήριο βγαίνει στο άλλο άκρο και έτσι δεν υπάρχει λεπτομερής ανάμιξη της βιομάζας σε αυτόν τον τύπο αντιδραστήρα. Σε ένα σύστημα παρτίδας η βιομάζα αφομοιώνεται σε μία συσκευασία σε σφραγισμένο αντιδραστήρα.

Σε διαδικασίες υγρής χώνευσης, τα στερεά απόβλητα πρέπει να ρυθμιστούν στην κατάλληλη συγκέντρωση στερεών προσθέτοντας νερό επεξεργασίας είτε με επανακυκλοφορία του υγρού κλάσματος εκροής είτε με πέψη με ένα πιο υγρό απόβλητο. Η τελευταία είναι ελκυστική μέθοδος συνδυασμού αρκετών ρευμάτων αποβλήτων όπως ιλύ λυμάτων ή κοπριάς και OFMSW (Luning, 2003, Hartmann and Ahring, 2006). Οι αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται στην υγρή πέψη αναφέρονται ως αντιδραστήρες συνεχούς αναδεδυμένης δεξαμενής (CSTR), με εφαρμογή μηχανικών ανάμικτων ή συνδυασμό μηχανικής ανάμειξης του βιοαερίου (Banks and Stentiford, 2007). Η εφαρμογή μιας διαδικασίας υγρής πέψης προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα όπως η αραιώση ανασταλτικών ουσιών με νερό επεξεργασίας και απαίτηση λιγότερων εξελιγμένων μηχανικών εξοπλισμών. Ωστόσο, υπάρχουν και τα μειονεκτήματα, όπως η περίπλοκη προ-θεραπεία, η υψηλή κατανάλωση νερού και η ενέργεια για θέρμανση και η μείωση του όγκου εργασίας λόγω της καθίζησης των αδρανών υλικών. (Vandevivere, 2002, Banks and Stentiford, 2007).

Γενικά, και οι δύο διεργασίες αναερόβιας χώνευσης μπορούν να θεωρηθούν αποδεδειγμένες τεχνολογίες για την επεξεργασία οργανικών στερεών αποβλήτων. Ο Luning (2003) ανέφερε ότι το βιοαέριο και τα στοιχεία παραγωγής της διαδικασίας υγρής πέψης και ξηρής πέψης ήταν ταυτόσημα, με μόνη διαφορά ότι η υγρή διαδικασία παρήγαγε περισσότερα λύματα.

Τα ξηρά συστήματα απαιτούν λιγότερη χρήση νερού, αλλά και αντιδραστήρα υψηλότερης τεχνολογίας.

Παρακάτω παριστάνεται η τεχνολογία Υγρής Ζύμωσης /Wet Fermentation.

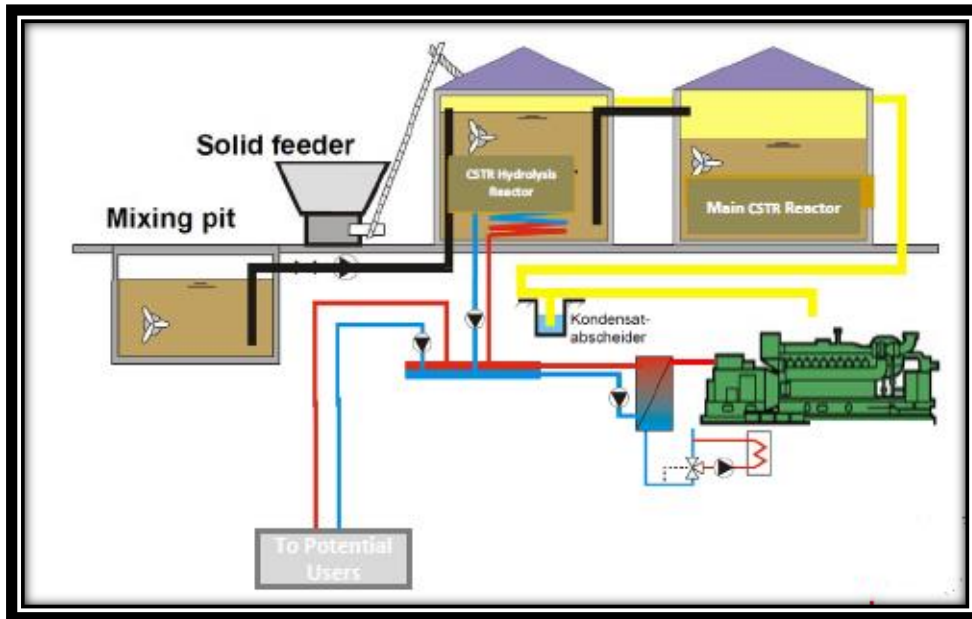


Figure 3.2: Τεχνολογία Υγρής Ζύμωσης

- Αποθήκευση και προεπεξεργασία βιολογικών αποβλήτων(storage & pretreatment of bio waste)
- Τροφοδοσία σε βιοαντιδραστήρες (συνήθως αντιδραστήρες πολλαπλών σταδίων)
- Πέψη/Χώνευση (digestion)
- Απομάκρυνση του υπολείμματος (removal of digestate)
- Διαχωρισμός στερεών(separation of solids)
- Η επεξεργασία με βιοαέριο (biogas treatment)
- CHP unit (Μονάδα CHP)

Έπειτα, παριστάνεται η τεχνολογία “Ξηρής” Ζύμωσης / “Dry” Fermantation.

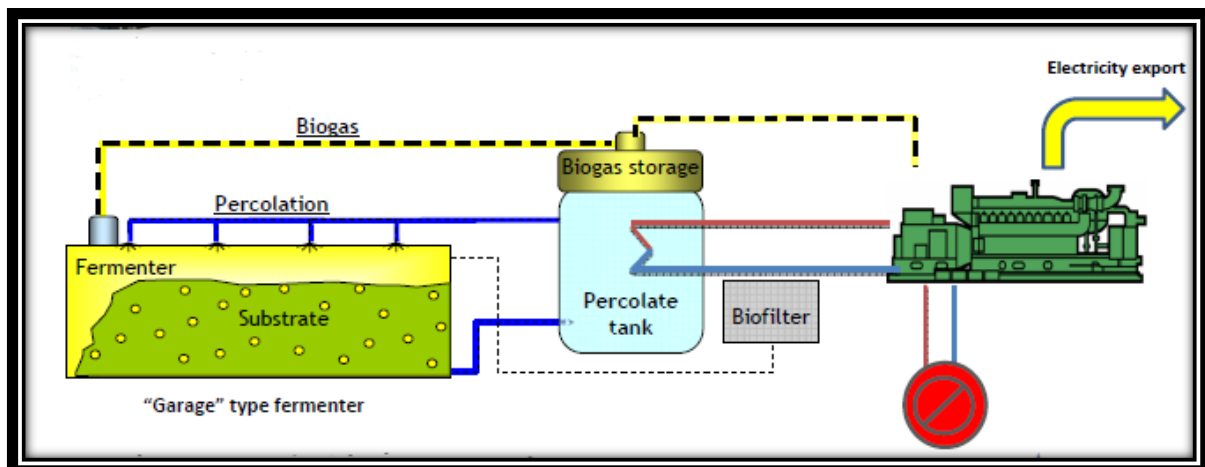


Figure 3. 3: Τεχνολογία “Ξηρής” Ζύμωσης

- Η τοποθέτηση των υποστρωμάτων στον άδειο ξηρό ζυμωτήρα (πχ. Τροχοφόροι, φορτωτές, καροτσάκια)
- Θέρμανση από την αρχή της διαδικασίας αερόβιας αποικοδόμησης(αερισμός από το έδαφος)
- Προετοιμασία για την επόμενη ζύμωση (conditioning)
- Η διακοπή του αερίου και η έναρξη της διήθησης
- Μόλις επιτευχθεί η απαιτούμενη ποιότητα βιοαερίου στον ξηρό ζυμωτήρα, ο αγωγός εξαερισμού κλείνει, και ανοίγει ο αγωγός βιοαερίου.
- Η παραγωγή βιοαερίου στον ξηρό ζυμωτήρα φτάνει στο μέγιστο και στη συνέχεια μειώνεται αργά
- Η περιεκτικότητα σε μεθάνιο αυξάνεται συνεχώς και φτάνει σε τιμές μέχρι 80 %
- Σταματάει η διήθηση, το στάξιμο και η αποστράγγιση των υποστρωμάτων
- Αερισμός των ξηρών ζυμωτών, διακοπή της αναερόβιας χώνευσης

Παρακάτω παρουσιάζονται οι διαφορές της ξηρής ζύμωση σε σχέση με την υγρή χώνευση (Dry Vs Wet Fermentation).

- Σημαντικά χαμηλότερη απαίτηση νερού (significantly lower water requirement)
- Δεν απαιτείται σφυρηλάτηση (mashing)
- Είναι δυνατή η λειτουργία χωρίς εκροές
- Χαμηλότερη επεξεργασία /διαδικασία ενεργειακών απαιτήσεων (lower process energy requirement)
- Δεν απαιτείται μηχανισμός ανάμειξης
- Ελάχιστη απαίτηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
- Λιγότερα κινητά μέρη του μηχανήματος, με λιγότερη φθορά υλικού
- Μονάδες επέκτασης φυτών
- Συνέργεια στη χρήση γεωργικού εξοπλισμού (πχ. Τροχοφόροι, φορτωτές, ελκυστήρες, ανάμιξη φορτηγών, διανομείς κοπριάς)
- Απλούστερη(στοιβαζόμενη) αποθήκευση και επεξεργασία του υπολείμματος
- Δεν υπάρχει θέρμανση των ξηρών ζυμωτών (Georgios Panousis, Biogas Projects Development in Greece, Energy Production & Management, HELECTOR S.A,Department of energy projects Development)

Μία άλλη διαφοροποίηση ανάμεσα στα υπάρχοντα συστήματα είναι ότι ορισμένα είναι συνεχούς λειτουργίας, ενώ άλλα λειτουργούν με αντιδραστήρες διαλείποντος έργου.

Μία τυπική μονάδα χώνευσης αποτελείται από:

- διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος από τα μέταλλα, τα πλαστικά, το γυαλί
- αιώρηση των οργανικών σε νερό για τροφοδότηση του βιοαντιδραστήρα
- αναερόβια χώνευση
- διήθηση ή φυγοκέντριση αναερόβιας ιλύος
- αερόβια σταθεροποίηση αναερόβιας ιλύος

Κατά την προεπεξεργασία απομακρύνονται τα μέταλλα, το γυαλί και τα άλλα ανόργανα υλικά και εξασφαλίζεται η κατάλληλη κοκκομετρία και προστίθεται νερό για επίτευξη συγκέντρωσης στερεών 10-30 %, ανάλογα με την τεχνολογία, για την τροφοδοσία του αντιδραστήρα. Στη συνέχεια, το αιώρημα οδηγείται σε αντιδραστήρα που χωνεύεται με χρόνο παραμονής 2-3 εβδομάδες. Το βιοαέριο που παράγεται καίγεται προς παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η μονάδα, ιδιοκαταναλώνει ένα ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας. Το υπόλειμμα του αντιδραστήρα (όπου τα πτητικά στερεά έχουν μειωθεί κατά 50-65%), αφυδατώνεται ως 60%. Το υγρό κλάσμα χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της υγρασίας της τροφοδοσίας. Το συμπύκνωμα της πρέσας λιπασματοποιείται αερόβια οπότε σχηματίζεται το τελικό προϊόν (compost). Το υλικό αυτό είναι σταθεροποιημένο και απαλλαγμένο από παθογόνους οργανισμούς. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό ή ως επικαλυπτικό στην υγειονομική ταφή απορριμμάτων.

Τα υγρά απόβλητα των αγροβιομηχανικών μονάδων χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλό οργανικό φορτίο, εν μέρει δύσκολα βιοαποδομήσιμο (ουσία αν μπορεί να καταναλωθεί κατά 80% μέσα σε 5 ημέρες), εποχικότητα στην παραγωγή, μικρές παροχές προερχόμενες από πολλές διάσπαρτες και μικρές μονάδες και από έλλειψη απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για βιολογική επεξεργασία. Απαραίτητος συνδυασμός για ολοκληρωμένη ενεργειακή αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων είναι η αναερόβια χώνευση μαζί με την κομποστοποίηση (European Commission, Rütter Soceco, Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020, 2017).

Αν και είναι αρκετά δύσκολο να συγκριθεί λόγω πειραματικών συνθέσεων και / ή υλικών, τα τελευταία 10 χρόνια, η αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων έχει αποκτήσει μεγαλύτερη προσοχή από επιστήμονες και βιομήχανους. Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες και αναφορές όσον αφορά σχεδόν κάθε πτυχή της αναερόβιας χώνευσης στερεών αποβλήτων που είναι χρήσιμη για τη βελτίωση της διαδικασίας ή για την πραγματοποίηση ενός πιο ισχυρού

σχεδιασμού αντιδραστήρα. Μερικοί συγγραφείς επικεντρώθηκαν στην κινητική της αναερόβιας βιοαποικοδόμησης σύνθετων αποβλήτων, όπως OFMSW που θεωρείται βασικό ζήτημα για την κατανόηση της διαδικασίας και του σχεδιασμού μονάδων επεξεργασίας.

Λόγω των χαρακτηριστικών του υποστρώματος, η υδρόλυση θεωρείται ως το στάδιο περιορισμού του ρυθμού αναερόβιας χώνευσης του OFMSW. Ως εκ τούτου, πολλές έρευνες επικεντρώθηκαν στο να βελτιωθούν οι ρυθμοί υποβάθμισης και οι αποδόσεις του βιοαερίου. Σύμφωνα με αρκετές αναφορές, η βελτίωση της υδρόλυσης μπορεί να επιτευχθεί μέσω κατάλληλων προεπεξεργασιών οι οποίες έχουν προφανείς δεσμούς με την αύξηση των αποδόσεων βιοαερίου.

Η βιολογική προεπεξεργασία μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια π.χ. αερόβιας μεθόδου κομποστοποίησης που δείχνει θετική βελτίωση των αποδόσεων του μεθανίου και των στερεών (Capela, 1999), Ο Mata Alvarez (2005), ανέφερε ότι η προσθήκη αερόβιας θερμοφιλικής ύλης βελτιώνει την παραγωγή βιοαερίου και τη μείωση στερεών.

Οικονομικές πτυχές και η εφαρμογή της τρέχουσας κατάστασης σε βιομηχανικούς όρους, έδειξαν ότι η αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων μπορεί να θεωρηθεί ώριμη τεχνολογία. Ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών και ερευνών είναι διαθέσιμα μαζί με ολιστικές μεθόδους συστήματος υποστήριξης αποφάσεων. Πολλές μελέτες σύγκρισης ή σκοπιμότητας πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να καθοριστεί η βέλτιστη στρατηγική διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων.

Οι Murphy και McKeogh (2004) ανέλυσαν μια μελέτη που συγκρίνει τέσσερις τεχνολογίες οι οποίες παράγουν ενέργεια από αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ): καύση, αεριοποίηση, παραγωγή βιοαερίου και χρησιμοποίηση σε μονάδα CHP, παραγωγή βιοαερίου και μετατροπή σε καύσιμα μεταφοράς. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι απαιτούνται τεχνολογίες βιοαερίου με σημαντικά μικρότερο επενδυτικό κόστος από τις τεχνολογίες θερμικής μετατροπής (αποτέφρωση και αεριοποίηση). Όσον αφορά τις παραμέτρους λειτουργίας, οι Hartmann και Ahning (2006) πραγματοποίησαν ένα εκτεταμένο υπολογισμό του κόστους και του οφέλους της αναερόβιας χώνευσης OFMSW και διαπίστωσαν ότι το υψηλότερο όφελος μπορεί να επιτευχθεί με χαμηλότερο OLR και μεγαλύτερο HRT.

Λόγω της έλλειψης οικονομικών και τεχνικών διαδικασιών, τα περισσότερα οργανικά στερεά απόβλητα στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες είναι αντιμετωπίζονται ακατάλληλα. Εάν αυτό συνεχιστεί, τα απόβλητα θα προκαλέσουν περιβαλλοντική επιβάρυνση. Η αναερόβια

χώνευση οργανικών στερεών αποβλήτων φαίνεται να είναι μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση για την επίλυση του προβλήματος. Η ενέργεια και άλλα πολύτιμα υλικά μπορεί να ανακτηθούν από τη διεργασία ("λιπασματοποίηση") και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αντιστάθμιση του κόστους της διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Ωστόσο, η τεχνολογία αναερόβιας χώνευσης δεν είναι πάντοτε εφαρμόσιμη και ευεργετική λόγω της απαιτούμενης ενέργειας και του εξοπλισμού.

Αν και η αναερόβια χώνευση απαιτεί λιγότερη κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με μια αερόβια διαδικασία η τεχνολογία εξακολουθεί να χρειάζεται ενέργεια για την προεπεξεργασία, την ανάμειξη και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χωνευτή.

Η ανακύκλωση βιοαερίου και η σταθεροποίηση των αποβλήτων (μεσοπρόθεσμα) με μείωση του οργανικού περιεχομένου είναι τα κύρια πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης της OFMSW. Έχουν επιδιωχθεί πολλές προσπάθειες για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής βιοαερίου, συμπεριλαμβανομένης της προ-επεξεργασίας και της πέψης με άλλους τύπους αποβλήτων. Ωστόσο, το βέλτιστο της παραγωγής βιοαερίου δεν αντανακλά το βέλτιστο όφελος ενός αναερόβιου χωνευτή.

Ως εκ τούτου, πρέπει να γίνει μια συνολική οικονομική ανάλυση προκειμένου να καθοριστεί μια στρατηγική αναερόβιας χώνευσης OFMSW. Αρκετοί παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη στην ανάλυση αυτή, συμπεριλαμβανομένου του κόστους κεφαλαίου και λειτουργίας, της παραγωγής βιοαερίου, της εξάλειψης στερεών, του περιβαλλοντικού κόστους, των περιβαλλοντικών οφελών και της πιθανής εφαρμογής της αναερόβιας χώνευσης, όσον αφορά τη διαχείριση αποβλήτων μικρής κλίμακας Small-scale plant for fruit and vegetable market solid waste (Satoto Endar Nayono, Anaerobic digestion of organic solid waste for energy production, 2010, p. 0172-8709).

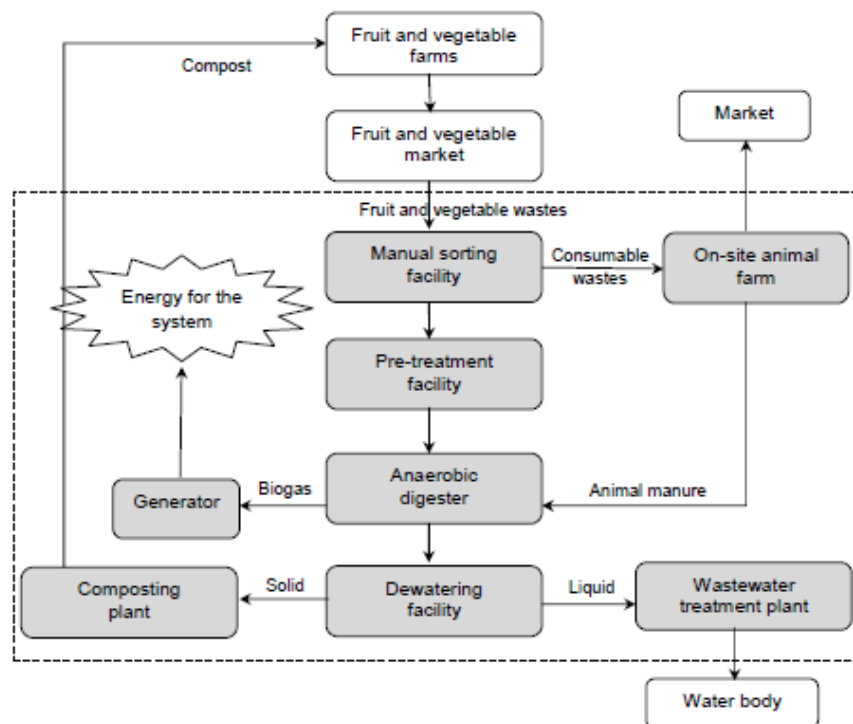


Figure 3.4: Διαχείριση αποβλήτων και διαδικασία αναερόβιας χώνευσης

Το βιοαέριο ανήκει στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν 3851/2010), ενώ η Αναερόβια Χώνευση στις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνολογίες σύμφωνα με την Οδηγία 96/61/EC (Οδηγία IPPC) με ελάχιστο τεχνολογικό ρίσκο κατάλληλη για την επεξεργασία υγρών και στερεών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο, όπως αυτά που παράγονται από τις αγροτοκτηνοτροφικές δραστηριότητες. Τέλος, η παραγωγή βιοαερίου ανήκει σε έναν από τους προτεινόμενους τρόπους επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΚ 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Η διάθεση των οργανικών αποβλήτων σε χωματερές ή η αποτέφρωση αυτών δεν αποτελούν πλέον τον ενδεδειγμένο τρόπο διαχείρισης, καθώς το ζητούμενο σήμερα είναι να ανακτάται η ενέργεια από τα υποπροϊόντα αυτά, αλλά και να ανακυκλώνονται τα θρεπτικά συστατικά (άζωτο, φώσφορος, κάλιο) της οργανικής ουσίας. Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων είναι η αναερόβια χώνευσή τους ώστε να παραχθεί το βιοαέριο σε αεροστεγείς δεξαμενές που ονομάζονται χωνευτήρες.

3.2.4 Εγκατάσταση αναερόβιας χώνευσης

Παρακάτω θα αναπαραστεί σε σχήμα ο τρόπος που λειτουργεί μια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης.

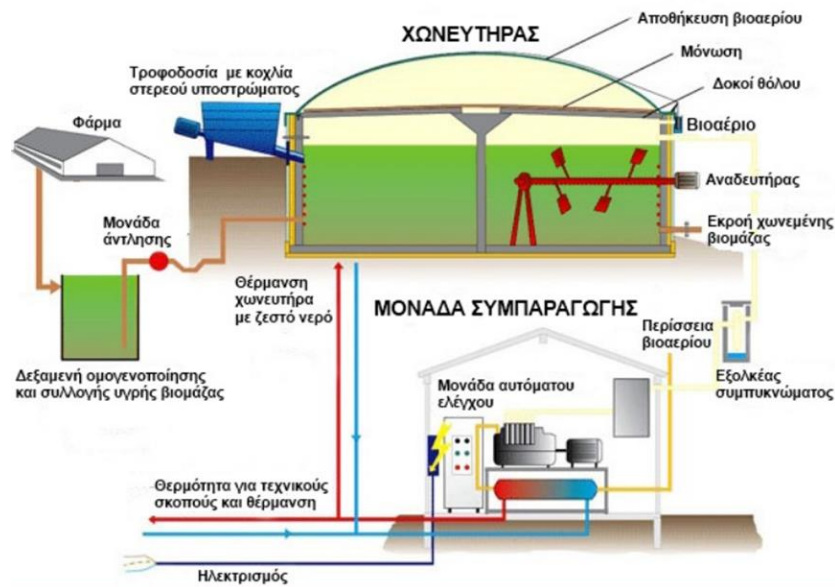


Figure 3.5: Αναπαράσταση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης

Μία εγκατάσταση παράγει βιοαέριο και οργανικό λίπασμα αξιοποιώντας μεγάλη ποικιλία οργανικών πρώτων υλών (βιομάζα) όπως κτηνοτροφικά απόβλητα αγροτικά και αγροτοβιομηχανικά υπολείμματα και απόβλητα, καθώς και ενεργειακά φυτά. Μέσω της αναερόβιας χώνευσης αυτών των υλών παράγεται το βιοαέριο (βιομεθάνιο), το οποίο μετά από επεξεργασία μπορεί να:

- χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο της μηχανής μονάδας συμπαραγωγής (CHP) ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
- χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο οχημάτων
- διατεθεί απευθείας σε δίκτυο φυσικού αερίου

Τα περισσότερα είδη υποστρώματος (βιομάζας, πρώτων υλών) μπορούν να αναμιχθούν μεταξύ τους. Η διαφορά έγκειται μόνο στο σύστημα τροφοδοσίας των υλικών αυτών. Για βιομάζα στερεάς μορφής χρησιμοποιούνται κοχλιομεταφορείς, ενώ για υγρής μορφής

χρησιμοποιούνται δεξαμενές με αντλιοστάσια. Αν αυξηθεί η ποσότητα της εισερχόμενης βιομάζας, τότε αυξάνεται ανάλογα και ο αριθμός των υπομονάδων (αντιδραστήρων).

Η υγρή βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί με σύστημα αντλιών και αγωγών αν το σημείο παραγωγής της (για παράδειγμα ένα βουστάσιο γαλακτοπαραγωγής) είναι σε μικρή απόσταση από την εγκατάσταση βιοαερίου ή με οχήματα όταν η απόσταση είναι μεγάλη. Ομοίως, η στερεά βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί στην εγκατάσταση με ταινιομεταφορείς και με οχήματα για μικρές και μεγάλες αποστάσεις αντίστοιχα. Τα υγρά υλικά αποθηκεύονται αρχικά σε δεξαμενές προ-επεξεργασίας. Σε αυτές τις δεξαμενές τα υλικά ομογενοποιούνται και θερμαίνονται ή ψύχονται ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία. Συνήθως μία τέτοια δεξαμενή έχει αποθηκευτική ικανότητα 2 - 3 ημερών. Τα στερεά υλικά μπορούν επίσης να τροφοδοτηθούν εντός αυτών των δεξαμενών ή του χωνευτήρα με κοχλιομεταφορείς.

Από τις δεξαμενές προ-επεξεργασίας τα υλικά μεταφέρονται στους χωνευτήρες (ή βιοαντιδραστήρες, δεξαμενές μεθανίου, δεξαμενή ζύμωσης) που αποτελούν και το κύριο μέρος της όλης εγκατάστασης. Ο βιοαντιδραστήρας είναι μία αεριο-στεγανή δεξαμενή που κατασκευάζεται από αντιδιαβρωτικό σκυρόδεμα και είναι θερμομονωμένος. Οι υπολογισμοί για τη θερμομόνωση βασίζονται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Προκειμένου να διαμορφωθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών η θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρείται σε μεσόφιλη κατάσταση (30-41°C). Σε κάποιες περιπτώσεις επιλέγονται θερμοφιλες συνθήκες (θερμοκρασία ίση με περίπου 55°C). Η ανάμιξη της βιομάζας εντός του χωνευτήρα λαμβάνει χώρα με διάφορους τρόπους και εξαρτάται από το είδος της πρώτης ύλης, την υγρασία και άλλα χαρακτηριστικά. Η ανάμιξη μπορεί να γίνει από επικλινείς και υποβρύχιους αναδευτήρες. Όλα τα είδη αναδευτήρων κατασκευάζονται από ανοξείδωτο ατσάλι.

Οι χωνευτήρες θερμαίνονται με τη βοήθεια θερμότητας. Το σύστημα θέρμανσης είναι ένα δίκτυο σωλήνων, το οποίο μπορεί να κατασκευαστεί εντός των τοίχων του αντιδραστήρα ή να τοποθετηθεί στην εσωτερική πλευρά των τοίχων του αντιδραστήρα. Σε περίπτωση που η μονάδα είναι εξοπλισμένη με μονάδα συμπαραγωγής, ο χωνευτήρας μπορεί να θερμανθεί από το νερό ψύξης της γεννήτριας. Αν η εγκατάσταση προορίζεται μόνο για παραγωγή βιοαερίου τότε το θερμό νερό λαμβάνεται από ειδικό λέβητα βιοαερίου (ή φυσικού αερίου). Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μίας εγκατάστασης βιοαερίου ισούται συνήθως με 5 – 10% της παραγόμενης ενέργειας.

Όλη η διαδικασία ζύμωσης (χώνευσης) εκτελείται από αναερόβιους μικροοργανισμούς, οι οποίοι εγχέονται μέσα στο χωνευτήρα μόνο μία φορά κατά την εκκίνηση λειτουργίας (εκτός από τις περιπτώσεις που η βιομάζα εμπεριέχει ήδη τα κατάλληλα βακτήρια – π.χ. ζωικά απόβλητα). Ο χωνευτήρας είναι σφραγισμένος, διότι πρέπει να διατηρούνται συνθήκες πλήρους έλλειψης οξυγόνου.

Ως προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης λαμβάνουμε: βιοαέριο και οργανικό/βιολογικό λίπασμα (υγρό και στερεό).

Το βιοαέριο αποθηκεύεται σε σύστημα κατακράτησης/προσωρινής αποθήκευσης. Εντός αυτού του συστήματος η πίεση και η σύνθεση του βιοαερίου εξισορροπούνται. Από το σύστημα κατακράτησης βιοαερίου, το βιοαέριο μεταφέρεται με τη βοήθεια συστήματος τροφοδοσίας αερίου σε σταθερή βάση προς το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (Combined Heat and Power, CHP). Το σύστημα διαχείρισης βιοαερίου έχει ενσωματωμένες διατάξεις για την απομάκρυνση υγρασίας και υδρόθειου και για τη ρύθμιση των ιδιοτήτων του. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις βιοαερίου είναι εξοπλισμένες με πυρσούς καύσης της τυχόν περίσσειας παραγόμενης ποσότητας. Στην περίπτωση κατά την οποία το παραγόμενο βιοαέριο δεν προορίζεται από τον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως τελικό προϊόν, τότε αυτή εξοπλίζεται με σύστημα απομάκρυνσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Επειδή η αναερόβια χώνευση είναι μία υψηλού επιπέδου και αποτελεσματικότητας διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων, η χωνεμένη βιομάζα αποτελεί οργανικό λίπασμα. Μέσω μηχανικού διαχωριστή η χωνεμένη βιομάζα χωρίζεται σε υγρό και στερεό κλάσμα και οδηγείται σε συστήματα αποθήκευσης. Το υγρό κλάσμα του διαχωριστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμιση της επιθυμητής υγρασίας μέσα στους αντιδραστήρες με ανακυκλοφορία ενός ποσοστού του. Το υπόλοιπο μπορεί να αξιοποιηθεί για άρδευση καλλιεργειών και υγρή λίπανση αφού είναι πλούσιο σε άζωτο (N). Το στερεό κλάσμα μπορεί να αξιοποιηθεί εμπορικά ως οργανικό λίπασμα, εδαφοβελτιωτικό, υλικό κάλυψης (π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων), επιχωματώσεις και υλικό κατά την αποκατάσταση λατομείων.

Η εγκατάσταση βιοαερίου είναι ένα έργο το οποίο αποτελείται κατά 70-80% από ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Επομένως, μπορεί να ελέγχεται εξολοκλήρου από αυτόματα συστήματα και να λειτουργεί με την παρουσία ενός εξειδικευμένου ατόμου για χρονικό διάστημα περίπου δύο ωρών ανά ημέρα(www.envima.gr/el/biogas_plants,2018).

3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης

Η αποδοτικότητα της αναερόβιας χώνευσης εξαρτάται από μερικές παραμέτρους. Η ανάπτυξη και η δραστηριότητα τους επηρεάζεται σημαντικά από τον αποκλεισμό του οξυγόνου, τη θερμοκρασία, τη τιμή του pH, τον ανεφοδιασμό με θρεπτικές ουσίες, την ένταση της ανάδευσης, καθώς και από την παρουσία και την ποσότητα ανασταλτικών παραγόντων (πχ. Αμμωνία).

Αυτοί είναι:

- η σύσταση της οργανικής ύλης
- το PH-Αλκαλικότητα (βέλτιστη περιοχή 7-7.2)
- η θερμοκρασία
- τα θρεπτικά συστατικά (N,P)
- οι τοξικές ουσίες
- υδραυλικός χρόνος παραμονής (15-35 μέρες)
- Οργανική φόρτιση των χωνευτήρων
- Εγκλιματισμός της αναερόβιας καλλιέργειας.

➤ pH

Η τιμή pH του χωνευτή είναι ένας σημαντικός δείκτης της απόδοσης και της σταθερότητας ενός αναερόβιου χωνευτή. Σε μια καλά ισορροπημένη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης, σχεδόν όλα τα προϊόντα ενός μεταβολικού σταδίου μετατρέπονται συνεχώς στο επόμενο στάδιο και διασπούν το προϊόν χωρίς σημαντική συσσώρευση ενδιάμεσων προϊόντων όπως διαφορετικά λιπαρά οξέα που θα προκαλούσαν πτώση του pH. Πολλές απόψεις του σύνθετου μικροβιακού μεταβολισμού επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το pH του χωνευτήρα. Αν και είναι αποδεκτή η ενζυματική δραστηριότητα του σχηματισμού οξέος τα βακτήρια μπορεί να εμφανιστούν σε pH 5,0, ενώ η μεθανιογένεση προχωράει μόνο με υψηλό ρυθμό όταν το pH διατηρείται στο ουδέτερο εύρος. Τα περισσότερα αναερόβια βακτήρια, συμπεριλαμβανομένου του μεθανίου σχηματίζονται σε περιοχή με pH 6.5 έως 7.5, αλλά βέλτιστα σε pH 6.8 έως 7.6, και ο ρυθμός παραγωγής μεθανίου μπορεί να μειωθεί εάν το pH είναι χαμηλότερο από 6.3 ή μεγαλύτερο από 7,8 (Stronach, 1986, Lay, 1998). Ο Zhang το 2005 ανέφερε ότι η αναερόβια χώνευση απορριμμάτων κουζίνας με ελεγχόμενη τιμή pH σε

7,0 είχε ως αποτέλεσμα με σχετικά υψηλό ποσοστό υδρόλυσης και οξογένεσης με περίπου 86% TOC και 82% COD που διαλυτοποιήθηκαν.

➤ **Θερμοκρασία**

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες, που χωρίζονται σε τρία θερμοκρασιακά εύρη: ψυχρόφιλη(κάτω από 25°C), μεσόφιλη (25-45°C) και θεرمόφιλη(45-70°C). Υπάρχει μία άμεση συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας της διεργασίας και του υδραυλικού χρόνου παραμονής(HRT-Hydraulic Retention Time), όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί:

Θερμικό στάδιο	Θερμοκρασίες διεργασίας	Ελάχιστος χρόνος παραμονής
ψυχρόφιλη	< 20 °C	70 έως 80 ημέρες
μεσόφιλη	30 έως 42 °C	30 έως 40 ημέρες
θερμόφιλη	43 έως 55 °C	15 έως 20 ημέρες

Figure 3.6: Συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας της διεργασίας και του υδραυλικού χρόνου παραμονής

Η σταθερότητα της θερμοκρασίας έχει καθοριστική σημασία. Στην πράξη βέβαια, η θερμοκρασία λειτουργίας επιλέγεται με την χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη και η θερμοκρασία διεργασίας παρέχεται από ειδικά συστήματα θέρμανσης, μέσα στον χωνευτήρα τα οποία αποτελούνται είτε από εναλλάκτες στο εσωτερικό του αντιδραστήρα είτε εναλλάκτες θερμότητας εξωτερικά του αντιδραστήρα.

Η θερμοκρασία είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους στην αναερόβια χώνευση. Καθορίζει το ρυθμό των αναερόβιων διεργασιών αποικοδόμησης, ιδιαίτερα των ποσοστών υδρόλυσης και μεθανογένεσης. Επιπλέον, δεν επηρεάζει μόνο τις δραστηριότητες του μικροβιακού

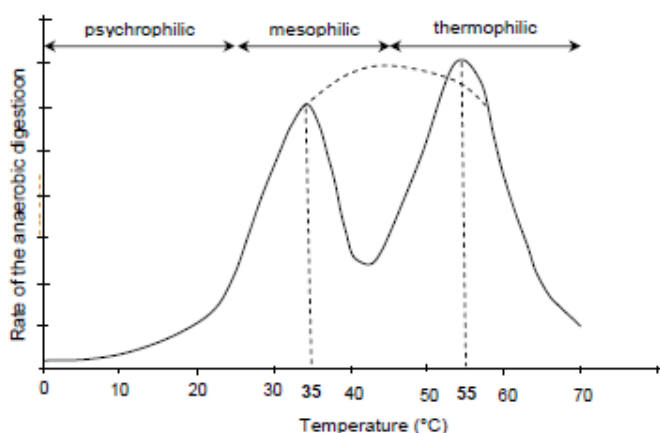


Figure 3.7: Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό αναερόβιας χώνευσης. Βέλτιστη θερμοκρασία για μεσόφιλο περίπου 30 - 40 °C και για θερμοφιλική 50 - 60 °C

πληθυσμού αλλά έχει επίσης σημαντική επίδραση σε κάποιους άλλους παράγοντες όπως οι ρυθμοί μεταφοράς αερίου και τα χαρακτηριστικά ρύθμισης των βιοσπορών (Stronach; 1986, και Metcalf & Eddy Inc., 2003). Η αναερόβια χώνευση ισχύει συνήθως σε βέλτιστες περιοχές θερμοκρασίας: μεσόφιλη με βέλτιστη θερμοκρασία γύρω στους 35 °C και θερμοφίλης με βέλτιστη θερμοκρασία γύρω στους 55 °C (Mata Alvarez, 2002).

Τα μεσοφιλικά βακτήρια υποτίθεται ότι είναι πιο ανθεκτικά και μπορούν να ανεχθούν μεγαλύτερες αλλαγές στις περιβαλλοντικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας. Μικροί χωνευτές, άσχημα μονωμένοι χωνευτές ή οι χωνευτές σε ψυχρά κλίματα είναι επιρρεπείς σε ακραίες συνθήκες και οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας θα ήταν ευεργετικές εάν ο χωνευτής έτρεχε μέσα στο μεσοφιλικό εύρος για να ελαχιστοποιηθεί η συντριβή του συστήματος. Αν και απαιτεί μεγαλύτερη διατήρηση ο χρόνος, η σταθερότητα της μεσοφιλικής διαδικασίας το καθιστά πιο δημοφιλές στην τρέχουσα αναερόβια εγκατάσταση πέψης (Zaher, 2007).

Η θερμοφιλική διαδικασία προσφέρει ταχύτερη κινητική, υψηλότερα ποσοστά παραγωγής μεθανίου και απομάκρυνση παθογόνων. Η μέθοδος αυτή, ωστόσο, είναι πιο ευαίσθητη στις τοξικές ουσίες και στις αλλαγές παραμέτρων λειτουργίας (Mata Alvarez, 2002). Μια μελέτη που συγκρίνει την απόδοση θερμοφίλης και μεσοφιλικής επεξεργασίας με μηχανικά ταξινομημένο δήμο τα στερεά απόβλητα (Cecchi, 1991) διαπίστωσαν ότι η θερμοφιλική μέθοδος έδωσε 100% περισσότερο παραγωγή μεθανίου και καλύτερη εξάλειψη των πτητικών στερεών σε σύγκριση με τη μεσόφιλη διαδικασία. Ωστόσο, η θερμοφιλική διαδικασία μερικές φορές θεωρείται λιγότερο ελκυστική από την άποψη της ενέργειας, δεδομένου ότι απαιτεί περισσότερη ενέργεια για θέρμανση (Zaher, 2007).

Οι λογικές αποδόσεις μεθανίου μπορούν ακόμα να αναμένονται από την αναερόβια χώνευση σε χαμηλά επίπεδα θερμοκρασίες (14 - 23 °C) εάν η οργανική φόρτωση του χωνευτή μειώνεται κατά μέσο όρο (Alvarez και Lidén, 2009). Οι συγγραφείς ανέφεραν επίσης ότι μια σχετική σταθερή λειτουργία ενός αναερόβιου χωνευτή που επεξεργάζεται το μίγμα κοπριάς του ζώου μπορεί να επιτευχθεί σε χαμηλή θερμοκρασία (18 - 25 ° C) με βέλτιστο OLR 4 - 6 kg VS-m-3-d-1 και περιεκτικότητα σε μεθανίου 47-55% στο βιοαέριο.

➤ Υδραυλικός χρόνος παραμονής

Ο υδραυλικός χρόνος κατακράτησης (HRT) είναι ένα μέτρο που περιγράφει τον μέσο χρόνο που ορισμένο υπόστρωμα βρίσκεται σε χωνευτή. Σε ένα χωνευτήρα με συνεχή ανάμειξη, τα περιεχόμενα του αντιδραστήρα έχουν σχετικά ομοιόμορφο χρόνο

κατακράτησης. Σε αυτό το σύστημα, ο ελάχιστος HRT υπαγορεύεται από τον ρυθμό ανάπτυξης της βραδύτερης ανάπτυξης. Εάν ο HRT είναι μικρότερος, το σύστημα θα αποτύχει εξαιτίας της έκπλυσης των βραδύτερων αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών που είναι απαραίτητοι στην αναερόβια διεργασία (Zaher, 2007). Η συρρίκνωση του HRT μειώνεται κατά συνέπεια του μεγέθους του χωνευτή, με αποτέλεσμα και την εξοικονόμηση του κόστους κεφαλαίου. Επιπλέον, ένας βραδύτερος HRT παράγει υψηλότερο ρυθμό παραγωγής βιοαερίου, αλλά λιγότερο αποδοτική υποβάθμιση της οργανικής ύλης (ως πτητικά στερεά ή COD), που σχετίζονται με μικρότερη σταθερότητα της διεργασίας.

Οι Hartmann και Ahring (2006) συνέταξαν τις αναφορές από άλλους ερευνητές και βρήκαν ότι ο HRT των αναερόβιων χωνευτών που επεξεργάζονται τα στερεά απόβλητα ποικίλει από 3 έως 55 ημέρες, ανάλογα με τον τύπο των αποβλήτων, τη θερμοκρασία λειτουργίας, τα στάδια επεξεργασίας και το στάδιο διαμόρφωσης των χωνευτήρων. Ο HRT για ξηρή αναερόβια χώνευση κυμαίνεται μεταξύ 14 και 30 ημέρες και για υγρές αναερόβιες διαδικασίες μπορεί να είναι τόσο χαμηλή όσο 3 ημέρες. Ωστόσο, ο Rintala (2002) ανέφερε ότι ακόμη μεγαλύτερο χρόνο κατακράτησης 50 - 100 ημερών παρατηρείται για ένα επεξεργασίας στερεών αποβλήτων από σφαγείο πουλερικών.

Ο ρυθμός οργανικής φόρτωσης (OLR) ορίζεται ως η ποσότητα οργανικής ύλης (εκφρασμένη ως πτητικά στερεά ή COD του υποστρώματος τροφοδοσίας) που πρέπει να αντιμετωπιστεί με ένα συγκεκριμένο όγκο του αναερόβιου χωνευτήρα σε μια ορισμένη χρονική περίοδο. Η αξία του OLR συνδυάζεται ως επί το πλείστον με την τιμή του HRT. Εάν η συγκέντρωση της οργανικής ύλης στην πρώτη ύλη και τα υποστρώματα είναι σχετικά σταθερά, τόσο μικρότερος είναι ο HRT και η υψηλότερη τιμή του OLR θα επιτευχθεί. Από την άλλη πλευρά, η αξία του OLR θα διαφέρει στον ίδιο HRT αν υπάρχει μια μεταβολή της συγκέντρωσης της οργανικής ύλης στο υπόστρωμα τροφοδοσίας.

Η καταλληλότητα ενός υποστρώματος για βιοσταθεροποίηση εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τρεις παραμέτρους:

- ❖ Την υγρασία (δεν πρέπει να υπερβαίνει το 60%)
- ❖ Το οργανικό κλάσμα (πρέπει να υπερβαίνει το 50% του στερεού μέρους)
- ❖ Τον λόγο C/N (δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50/1)

Με αυτό τον συνδυασμό επιτυγχάνεται πλήρης καθετοποιημένη αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων, μέσω της ενέργειας από βιοαέριο και κομπόστ και υπάρχουν μηδενικά απόβλητα.

3.4 Λόγοι που ωθούν στην προώθηση της αναερόβιας χώνευσης ως διαδικασία

Η συνολική ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων αυξάνεται συνεχώς. Συνεπώς, υπάρχουν εκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων που παράγονται κάθε χρόνο που πρέπει να διατίθενται με ασφάλεια χωρίς να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Από την άλλη πλευρά, οι κινητήριες δυνάμεις για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, η διαθεσιμότητα ενέργειας σε επαρκές και βιώσιμο ποσό, έχει γίνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον του κόσμου. Ωστόσο, ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής, διανομής και χρήσης της ενέργειας, μπορεί να συμβάλει σε περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση των υδάτων, της ξηράς και της ατμόσφαιρας ή ακόμη και τη παγκόσμια αλλαγή κλίματος.

Η αναερόβια χώνευση ως προκαταρκτική επεξεργασία πριν από τη διάθεση των αποβλήτων ή την κομποστοποίηση προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ελαχιστοποίηση των μαζών και του όγκου, η απενεργοποίηση του βιολογικών και βιοχημικών διεργασιών προκειμένου να αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων και οσμών από υγειονομική ταφή, η μείωση των χωματερών και η παραγωγή ενέργειας με τη μορφή μεθανίου.

Ως εκ τούτου, η αναερόβια χώνευση βιοαποικοδομήσιμων στερεών αποβλήτων μπορεί να θεωρηθεί ως εναλλακτική λύση για τη βελτίωση της κατάστασης του περιβάλλοντος που απειλείται από όγκο οργανικών στερεών αποβλήτων.

Σύμφωνα με μια πρόγνωση από τα Ηνωμένα Έθνη (2007), ο παγκόσμιος πληθυσμός είναι πιθανό να αυξηθεί κατά 2,5 δισ. ευρώ τα επόμενα 40 χρόνια, περνώντας από τα σημερινά 6,7 δισ. σε 9,2 το 2050.

Το 2008, περισσότεροι από τους μισούς παγκόσμιους πληθυσμούς, 3,3 δισεκατομμύρια άνθρωποι, ζούσαν σε αστικές περιοχές. Το 2030, ο αριθμός αναμένεται να αυξηθεί σε σχεδόν 5 δισεκατομμύρια. Ήδη το 2000, υπήρχαν τουλάχιστον 23 μέγα πόλεις με πληθυσμό άνω των 10 εκατομμυρίων. Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονταν στις αναπτυσσόμενες χώρες (UNFPA, 2007).

Ως συνέπεια του αυξανόμενου πληθυσμού και της βελτίωσης ποιότητα ζωής του πληθυσμού, τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, είναι ότι η συνολική ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων συνεχώς αυξάνεται. Μόνο στην Ευρώπη υπολογίζεται ότι περισσότερα από 3.000 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων παράγονται ετησίως (EOX, 2003). Από αυτόν τον αριθμό, 60 εκατομμύρια τόνους των ανακυκλώσιμων οργανικών αποβλήτων συλλέγονται από τα νοικοκυριά και τις βιομηχανίες τροφίμων (Barth 1998, Gallert and Winter, 2002).

Υπάρχουν εκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων που παράγονται κάθε χρόνο και πρέπει να διατεθούν. Ειδικά στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, που χαρακτηρίζονται από έλλειψη τεχνογνωσίας και οικονομικής υποστήριξης, το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων αντιμετωπίζονται και απορρίπτονται ακατάλληλα. Αυτές οι πρακτικές οδηγούν σε αρκετά προβλήματα όπως αισθητικά προβλήματα (ενοχλητικές οσμές, θολά ύδατα), προβλήματα υγείας (δερματική λοίμωξη, διάρροια, αναπαραγωγή παθογόνων φορέων, περιβαλλοντικά προβλήματα (ζημιές στα επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα λόγω της παραγωγής στραγγισμάτων, τον ευτροφισμό, τη μόλυνση του εδάφους, την ατμοσφαιρική ρύπανση εξαιτίας ακατάλληλου αποτεφρωτήρα, χώροι υγειονομικής ταφής).

Στη Γερμανία, για παράδειγμα, το 2006 ήταν περίπου 8,45 εκατομμύρια τόνοι OFMSW συγκεντρωμένοι. Αποτελούνταν από 4,15 εκατομμύρια τόνους καταλοίπων οργανικών οικιακών υπολειμμάτων και 4,3 εκατομμύρια τόνους λιπασματοποιήσιμων στερεών αποβλήτων από κήπους και πάρκα (Statistisches Bundesamt, 2008a). Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία και της χαμηλής θερμιδικής αξίας των οργανικών αποβλήτων, η αποτέφρωση δεν θα είναι οικονομική επιλογή. Έτσι, η θεραπεία OFMSW μπορεί να πραγματοποιηθεί εναλλακτικά με αναερόβια χώνευση ή αερόβια κομποστοποίηση. Υπάρχουν 1742 μονάδες βιολογικής επεξεργασίας και 45 μηχανικές μονάδες βιολογικής επεξεργασίας σε όλη τη Γερμανία, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων κομποστοποίησης και αναερόβιων χωνευτών (Statistisches Bundesamt, 2008b).

Σε σύγκριση με την κομποστοποίηση, η αναερόβια χώνευση του OFMSW έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως ο καλύτερος χειρισμός υγρών αποβλήτων, η δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας με τη μορφή μεθανίου, η απαίτηση μικρότερης έκτασης και οι λιγότερες εκπομπές κακής οσμής (Baldasano και Soriano, 2000, Hartmann and Ahring, 2006). Επιπλέον, εάν το χωνεμένο από αναερόβιο χωνευτήριο πρέπει να διατεθεί σε χώρο υγειονομικής ταφής, η αναερόβια πέψη του OFMSW έχει πλεονεκτήματα όπως: την ελαχιστοποίηση των μαζών και του όγκου, την απενεργοποίηση βιολογικών και βιοχημικών διεργασιών προκειμένου να αποφευχθεί το φαινόμενο της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων και οι εκπομπές οσμών, τη μείωση των χωματερών και την ακινητοποίηση των ρύπων προκειμένου να μειωθεί η μόλυνση των στραγγισμάτων (Fricke, 2005).

3.5 Αύξηση χρήσης βιομάζας και προτερήματα μικρών εγκαταστάσεων

Η δυνητική παραγωγή ενέργειας από βιομάζα είναι προσανατολισμένη στην προσφορά και στη ζήτηση, επηρεασμένη από τον τομέα της οικονομίας. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η βιώσιμη παροχή βιομάζας για ενέργεια, πρέπει να γίνει κατανοητή η πλευρά προσφοράς της αγοράς: από τα δάση, τη γεωργία και τις πηγές αποβλήτων, καθώς και η ζήτηση βιομάζας για άλλες χρήσεις, συμπεριλαμβανομένων των τροφίμων, των ζωοτροφών και βιοχημικών.

Για να αξιολογηθεί το μελλοντικό δυναμικό της βιοενέργειας, έχουν αναπτυχθεί ρεαλιστικά σενάρια εφοδιασμού σε βιομάζα το 2030 με βάση την επισκόπηση της βιώσιμης προσφοράς βιομάζας από τη γεωργία, τα δάση και τα απόβλητα που θα

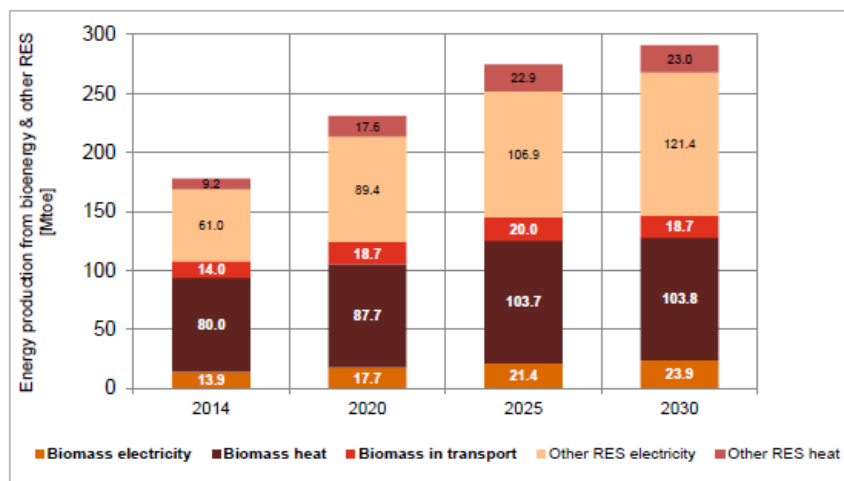


Figure 3.8: Παραγωγή ενέργειας από βιοενέργεια και άλλες ΑΠΕ

μπορούσαν να επιτευχθούν στην ΕΕ, είτε προέρχονται από εγχώρια βιώσιμη παραγωγή είτε εισάγονται. Επιπλέον, αξιολογείται η ανταγωνιστική ζήτηση στις αγορές δασών και η νέα βιομηχανική χρήση για τα βιοχημικά προϊόντα κ.λπ. προκειμένου να προσδιοριστεί η πρόσθετη ζήτηση για βιομάζα.

Παρακάτω παρουσιάζεται στο Πίνακα η κατανομή της ζήτησης ΑΠΕ και βιοενέργειας μέχρι το 2030, όσον αφορά την τελική κατανάλωση ενέργειας, υποδεικνύοντας τη συμβολή της βιοενέργειας και άλλων ΑΠΕ στην επίτευξη του στόχου των ΑΠΕ 2030 για όλες τις εκτιμώμενες περιπτώσεις υπό τις βασικές συνθήκες. Παρά τη συνεχή αύξηση της χρήσης της βιοενέργειας μέχρι το 2030, ειδικά στον τομέα της θέρμανσης και της ψύξης και στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, το ποσοστό τους στην τελική παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μειώνεται ελαφρά - περίπου 61% έως το 2014 και περίπου 50% έως το 2030. Αυτό οφείλεται στην έντονα αυξημένη χρήση άλλων ΑΠΕ όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια τα επόμενα χρόνια, σύμφωνα με τις τάσεις που παρατηρήθηκαν προηγουμένως στην ανάπτυξή τους. Η βασική ιδέα πολιτικής του σεναρίου Greenco

EUCO27 είναι να ακολουθήσει μια προσέγγιση με το λιγότερο κόστος για την παροχή κινήτρων για την απαιτούμενη ανάπτυξη των ΑΠΕ για την κάλυψη του 27% των ΑΠΕ μέχρι το 2030. Αυτό έχει επιπτώσεις στην προβλεπόμενη μελλοντική ανάπτυξη των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ. Υπό αυτές τις συνθήκες, η ζήτηση για βιοενέργεια αναμένεται να αυξηθεί, αλλά το σχετικό μερίδιο στο σύνολο των ΑΠΕ μπορεί να μειωθεί. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα πρώτης ύλης βιοενέργειας στον τομέα της δασοκομίας, θα επιταχύνει αυτή την τάση. Αυτό περιορίζει τη συμβολή της βιοενέργειας στη συνολική προσφορά ΑΠΕ στο 42% μέχρι το 2030, ενώ αντίθετα, αν υποθεθεί ότι θα αυξηθεί η διαθεσιμότητα της δασικής βιομάζας και των εισαγωγών εκτός ΕΕ, θα παραμείνει το μερίδιο της βιοενέργειας σταθερό μετά το 2020, σε περίπου 53%.

Όσον αφορά τις τομεακές εξελίξεις, η ισχυρότερη συμβολή της βιοενέργειας από την άποψη της τελικής ενέργειας είναι η θέρμανση και η ψύξη, ακολουθούμενη από την ηλεκτρική ενέργεια και τον τομέα των μεταφορών. Αυτές οι τάσεις παραμένουν άθικτες υπό τις μεταβαλλόμενες συνθήκες πλαισίου της τάσης προσφοράς και ζήτησης βιομάζας. Η μεγαλύτερη αύξηση της χρήσης άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναμένεται να πραγματοποιηθεί στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Εδώ κυρίως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια συμβάλλουν στην αύξηση του μεριδίου της ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από 37% -48%, από το 2020-2030.

Energy production from RES by 2030	Case:	Policy option 1, reference scenario, REFERENCE Supply Potentials	Policy option 1, EUCO27 scenario, REFERENCE Supply Potentials	Policy option 1, EUCO30 scenario, REFERENCE Supply Potentials	Policy option 1, EUCO27 scenario, RESTRICTED Supply Potentials	Policy option 1, EUCO27 scenario, RESOURCE Supply Potentials
Electricity sector						
Bioqas	Mtoe	5.3	5.5	5.5	5.7	5.4
Solid biomass	Mtoe	14.6	15.6	15.5	14.8	16.7
Biowaste	Mtoe	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Bioenergy electricity	Mtoe	22.7	23.9	23.8	23.3	24.9
of which CHP	Mtoe	16.5	17.2	17.3	16.5	18.1
Other RES electricity	Mtoe	110.8	121.4	118.8	138.7	115.5
RES-E total	Mtoe	133.5	145.4	142.6	161.9	140.4
Heat sector						
Biogas (derived heat)	Mtoe	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8
Solid biomass (derived heat)	Mtoe	21.9	23.4	23.5	21.9	24.9
Biowaste (derived heat)	Mtoe	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2
Bioenergy (derived heat)	Mtoe	<u>28.8</u>	<u>30.4</u>	<u>30.5</u>	<u>28.9</u>	<u>31.8</u>
Bioenergy (direct use)	Mtoe	<u>65.8</u>	<u>73.5</u>	<u>70.6</u>	<u>50.1</u>	<u>86.0</u>
Bioenergy heat	Mtoe	94.6	103.8	101.0	79.1	117.8
Other RES heat	Mtoe	20.8	23.0	22.5	29.9	21.4
RES-H total	Mtoe	115.5	126.8	123.6	108.9	139.2
Transport sector						
1st generation biofuels	Mtoe	10.2	7.2	7.2	7.7	7.0
2nd generation biofuels	Mtoe	5.1	6.1	5.2	7.3	6.7
Biofuel import	Mtoe	2.0	5.4	4.9	5.6	2.8
Bioenergy in transport	Mtoe	17.4	18.7	17.3	20.6	16.5
RES-T total (excl. electricity)	Mtoe	17.4	18.7	17.3	20.6	16.5

Summary: RES vs bioenergy						
Bioenergy total	Mtoe	134.7	146.5	142.2	122.9	159.2
RES total	Mtoe	266.3	290.9	283.5	291.4	296.1
RES share on related demand						
RES-E - share on gross electricity demand	%	44.1%	48.1%	48.8%	53.6%	46.5%
RES-H - share on final heat demand	%	23.4%	27.7%	28.9%	23.8%	30.4%
RES-T - share on final transport fuel demand	%	5.2%	5.9%	5.6%	6.5%	5.2%
RES-T - share on diesel & gasoline	%	6.7%	7.9%	7.5%	8.7%	6.9%
RES - share on gross final energy demand	%	23.6%	27.0%	27.5%	27.0%	27.5%
Share of bioenergy in total RES	%	50.6%	50.4%	50.2%	42.2%	53.8%

Figure 3.9: Αύξηση της ζήτησης ΑΠΕ και βιοενέργειας όσον αφορά την τελική ενέργεια έως το 2030 - παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και μεταφορών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπό τις βασικές τάσεις

Στον τομέα της βιομάζας προβλέπεται αύξηση των επενδύσεων σε μονάδες παραγωγής ενεργείας και διάθεσης της στο δίκτυο τα επόμενα χρόνια εξαιτίας του ιδιαίτερα ευνοϊκού καθεστώτος τιμολόγησης της (feed in tariff). Επισημαίνεται ότι οι μικρές μονάδες (μικρότερες 1MW) έως πρότινος θεωρούνταν μη αποδοτικές δεδομένου των τεχνολογιών που είχαν αναπτυχθεί και που δεν τις ευνοούσαν. Σήμερα όμως ήδη διατίθενται στην αγορά εξοπλισμοί μικρών μονάδων με υψηλή απόδοση και ενδιαφέρουσα κοστολόγηση. Έτσι, αναμένεται να υπάρξει μεγάλο ενδιαφέρον από επενδυτές για εγκατάσταση παραγωγικών μονάδων Βιομάζας έως 300 kW αφού μεγαλύτερες είναι δύσκολο να εξασφαλίσουν επαρκή πρώτη ύλη για όλο το χρόνο(Anke De Dobbelaere, etal , SMALL-SCALE ANAEROBIC DIGESTION, Case studies in Western Europe,2015).

Ποιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά αυτών των συγκεκριμένων μονάδων παραγωγής είναι:

- Το μικρό μέγεθός τους από (45 – 300kW Ηλεκτρικής Ισχύος)
- Το μικρό κόστος εγκατάστασης (γήπεδο εγκατάστασης 4-6 στρεμμάτων μικρής αξίας)
- Η ευκολία διαχείρισής τους
- Η ευελιξία και η απλουστευμένη εφαρμογή της εγκατάστασης Ο εξοπλισμός είναι ενσωματωμένος σε compact σύνολα εντός container box
- Η εγκατάσταση απαιτεί μόνο λίγες ώρες εργασίας ημερησίως
- Δεν αφήνουν κατάλοιπα βιοαποδομήσιμων κλασμάτων και δεν προκαλούν βλαβερές εκπομπές αερίων
- Δεν απαιτείται άδεια ΡΑΕ, Λειτουργίας, Εγκατάστασης ή Περιβαλλοντική Αξιολόγηση

➤ Μικρό κόστος διασύνδεσης με ΔΕΗ αφού έως 100kW μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο Χαμηλής Τάσης και από 100kW με αυτό της Μέσης Τάσης (δεν απαιτούνται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στο γήπεδο εγκατάστασης, άρα μπορεί να επιλεγθεί σημείο πλησίον δικτύου με κατάλληλα χαρακτηριστικά με συνέπεια το χαμηλό κόστος διασύνδεσης)

➤ Δεν απαιτείται από τον επενδυτή να δημιουργήσει κοστοβόρες υποδομές για την εγκατάσταση, την εκπαίδευση και διατήρηση κατάλληλου στελεχιακού δυναμικού 1-2 άτομα προσωπικό ή την εξασφάλιση της πρώτης ύλης (καλλιέργεια βιομάζας).

Η θέση της εγκατάστασης επίσης δύναται να χωροθετηθεί οπουδήποτε ευνοεί τον επενδυτή τόσο από θέμα κόστους και αδειοδότησης όσο και για λόγους γειτονίας με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Με την ισχύουσα feed in tariff για μονάδες αυτής της τεχνολογίας και αυτού του μεγέθους (Βιομάζες φυτικών καλλιεργειών έως 1 MW) η απόδοση είναι 198€/MWh και 180€/MWh για σταθμούς βιομάζας που υλοποιούνται με χρήση δημόσιας ενίσχυσης Ν.4254/2014. Έτσι ο επενδυτής, για ένα συνολικό κόστος επένδυσης 5.000-6.000€/kW δημιουργεί μια μονάδα παραγωγής ενέργειας που παράγει ενέργεια όλο το χρόνο (8000 ώρες περίπου) και που για τη συντήρηση της δεν απαιτούνται πάρα μόνο λίγες ώρες εβδομαδιαίως.

3.6 Μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση

Η τρέχουσα κατάσταση της αγοράς, όσον αφορά τη τεχνολογία μικρής κλίμακας αναερόβιας χώνευσης, αυξάνεται συνεχώς και υπάρχουν ήδη πολλοί ευρωπαίοι πάροχοι που έχουν επικεντρωθεί σε μικρής κλίμακας πέψη. Ορισμένοι βρίσκονται ακόμη σε πιλοτική φάση, ενώ άλλοι έχουν ήδη εγκαταστήσει λειτουργικές εγκαταστάσεις πλήρους κλίμακας.

Η ιδιόκτητη φύση των χωνευτήρων τσέπης είναι αυτό που διακρίνει τις εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας από τους αναερόβιους χωνευτές μεγάλης κλίμακας. Οι αναερόβιοι χωνευτήρες μεγάλης κλίμακας υπόκεινται σε εξωτερικές τιμές διακυμάνσεων στην αγορά βιομάζας. Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις υπόκεινται γενικά και σε χαμηλά τέλη αγοράς για την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που εγγέουν στο ηλεκτρικό δίκτυο. Οι περισσότερες από τις μεγάλες εγκαταστάσεις είναι συν-χωνευτές, που σημαίνει ότι τροφοδοτούνται με συνδυασμό κοπριάς, ενεργειακών καλλιεργειών και αποβλήτων ζωικής προέλευσης. Σύμφωνα με την ισχύουσα (2014) γερμανική νομοθεσία, ακόμη και η παραμικρή εισαγωγή κοπριάς συνεπάγεται ότι το υπολειμματικό προϊόν χώνευσης πρέπει να θεωρείται εντελώς ως

ζωική κοπριά, με αποτέλεσμα υψηλότερο κόστος (θεραπείας). Αυτό δεν συμβαίνει σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες, αλλά παρόμοια νομοθεσία προβλέπει αύξηση του λειτουργικού κόστους των εγκαταστάσεων σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

Στα επόμενα χρόνια, αναμένεται ότι η αγορά εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας στον τομέα της γεωργίας θα συνεχίσει να αυξάνεται. Η αυξανόμενη ανάγκη για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (για παράδειγμα φαινόμενο του θερμοκηπίου) και το αυξανόμενο ενδιαφέρον για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οδηγούν στην προώθηση εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης.

Με βάση τη διαθεσιμότητα υπολειμματικών αποβλήτων και την τρέχουσα ζήτηση ενέργειας από πολλές γεωργικές εταιρείες παρουσιάζονται ορισμένες δυνατότητες εφαρμογής αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας. Οι μελλοντικοί επενδυτές έχουν ένα ευρύ φάσμα παρόχων σε ολόκληρη τη βορειοδυτική περιοχή της Ευρώπης. Επειδή αναμένεται ότι η ζήτηση για εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας θα αυξηθεί έντονα στο εγγύς μέλλον αναμένεται ότι και η ομάδα παρόχων θα επεκταθεί αναλόγως.

Είναι σημαντικό οι αγροτικές επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να επενδύσουν στην τεχνολογία αυτή να σιγουρευτούν ότι είναι καλά ενημερωμένοι πριν ξεκινήσουν το έργο τους. Οι επισκέψεις σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες.

Η ανάλυση που έγινε δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του έργου Interbor IVb ARBOR. Η αποστολή του ARBOR είναι να προωθήσει μία καινοτόμο και βιώσιμη προσέγγιση στην παραγωγή ενέργειας από βιομάζα στη Βορειοδυτική Ευρώπη (NWE). Οι περιφέρειες στις οποίες λειτουργούν οι εταίροι της ARBOR είναι: Φλάνδρα, Γερμανία, Λουξεμβούργο, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία και των Κάτω Χωρών (Anke De Dobbelaere, etal , SMALL-SCALE ANAEROBIC DIGESTION, Case studies in Western Europe,2015).

Υπάρχουν ήδη πολλοί Ευρωπαϊκοί πάροχοι που έχουν επικεντρωθεί σε μικρής κλίμακας αναερόβιας χώνευσης και μπορούν να γίνουν κερδοφόρες επενδύσεις. Αν και δεν υπάρχει διεθνώς αποδεκτός νομικός ορισμός για την μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση, υπάρχει μια επικρατούσα άποψη ότι ο όρος «rocket digestion» ισχύει για εγκαταστάσεις με ιδιόκτητη παροχή βιομάζας που παράγουν ενέργεια σε λειτουργία της ιδιόκτητης ζήτησης ενέργειας (proprietary energy demand) και ως εκ τούτου εξαρτάται λιγότερο από τις διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς ενέργειας.

Η Mono-digestion ισχύει για εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μόνο ένα τύπο εισροής βιομάζας (biomass input). Οι μικρότερες εγκαταστάσεις (installations) ονομάζονται

μικροεπεξεργαστές (micro digesters). Οι περιπτώσιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η μικρή κλίμακας (small scale) αναερόβια χώνευση μπορεί να είναι μια κερδοφόρα επένδυση.

Οι μικρές μονάδες βιοαερίου αποτελούν ιδανική λύση για εφαρμογή σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις για την αναερόβια χώνευση υγρής ζωικής κοπριάς, είτε ως μοναδική πρώτη ύλη, είτε σε συνδυασμό με υπόλειμμα ενεργειακής καλλιέργειας (π.χ. ενσίρωμα καλαμποκιού)

και βασίζονται στην καινοτόμα τεχνολογία υψηλής απόδοσης UDR (upflow - downflow- reflow).

Το κλειδί της επιτυχίας των μικρών μονάδων είναι ο συνδυασμός των τριών διαφορετικών λειτουργιών (Upflow-Downflow-Reflow) σε ένα μόνο αντιδραστήρα. Αυτό επιτυγχάνεται με το διαχωρισμό της δεξαμενής σε 3 τμήματα, σε κάθε ένα από τα οποία πραγματοποιείται κάθε μια λειτουργία ξεχωριστά, δηλαδή:

- Αντί της δεξαμενής Upflow υπάρχει η πορεία Upflow διαμέσω της σταθερής κλίνης,
- Αντί της δεξαμενής Downflow υπάρχει η πορεία Downflow διαμέσω της σταθερής κλίνης
- Αντί της δεξαμενής Reflow υπάρχει η διαδικασία του διαχωρισμού της ενεργής βιομάζας από το χωνεμένο υπόλειμμα και η επανατροφοδοσία της υπολειπόμενης ενεργής βιομάζας μέσω της ίδιας δεξαμενής.

Η τεχνολογία UDR (Upflow – Downflow - Reflow) για την αναερόβια χώνευση της βιομάζας βασίζεται σ' ένα συνδυασμένο σύστημα βιοαντιδραστήρων σταθερής κλίνης με διαχωρισμό της ενεργής βιομάζας από το χωνεμένο υπόλειμμα και ταυτόχρονη πλήρη αξιοποίηση της υπολειπόμενης ενεργής βιομάζας με επανατροφοδοσία μέσω της δεξαμενής αναρροής (Reflow) (viaerio.gr biogas/raw-material).

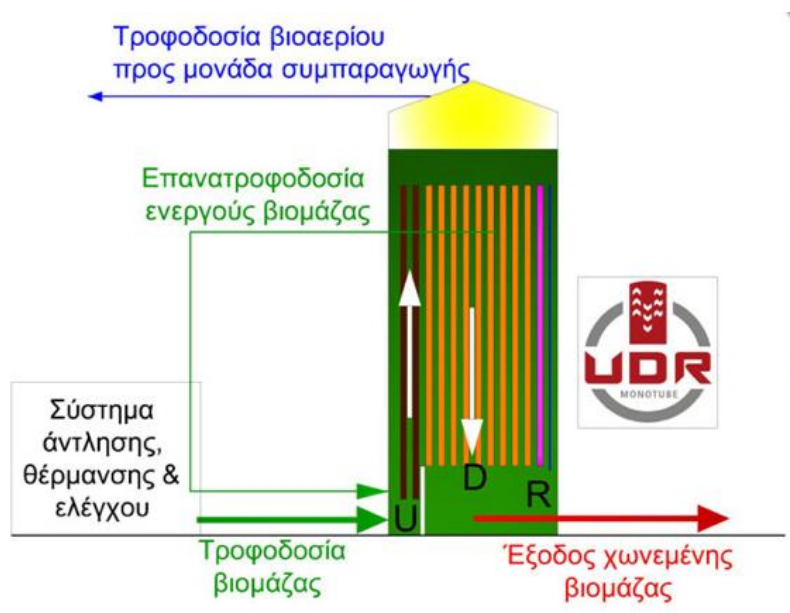


Figure 3.10: Καινοτόμα τεχνολογία υψηλής απόδοσης UDR (upflow - downflow- reflow)



Figure 3.11: Σχηματική περιγραφή τεχνολογίας UDR

3.6.1 Παραδείγματα μικρής κλίμακας εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα μικρής κλίμακας εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης.

➤ **MICRO DIGESTER** (τύπος: βιολογικό)

Στο αγρόκτημα Dendauw στη Δυτική Φλάνδρα (Βέλγιο), υπάρχει μία εταιρεία γαλακτοκομικών με μερική μεταποίηση γάλακτος σε αγροτικά προϊόντα τα οποία πωλούνται στο αγρόκτημα. Εκεί δημιουργήθηκε



Figure 3.12: Αναπαράσταση της ήδη υπάρχουσας εγκατάστασης αναερόβιας χώνευσης “Bioelectric”

μια εγκατάσταση μικρής κλίμακας η οποία κατασκευάστηκε από την “Bioelectric”. Η Bioelectric αφού μελέτησε διάφορες εγκαταστάσεις αγοράς για μικρότερες εταιρίες έβγαλε το συμπέρασμα ότι η μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση θα ήταν κερδοφόρα για την εκμετάλλευση των κοπριών. Η εγκατάσταση ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2014.

Όσον αφορά την μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, καθώς και σε διεθνή κλίμακα παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα έργα και εταιρίες όπου εκτελούνται (ή έχουν ολοκληρωθεί) σε ευρωπαϊκό επίπεδο:

- WELTEC GmbH
- XERGI(Δανία)
- UTS

- Thoni (Αυστρία)
- CEBIGAS (Ιταλία)
- Biogas³ - www.biogas3.eu

➤ BioEnergy

Farm

I

<http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/bioenergy-farm-ii>

- BiogasETC - <http://biogas-etc.eu>
- BiogasXpose - www.biogasxpose.eu
- BIORES - <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/biores>

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία συγκεκριμένη έρευνα για μικρής κλίμακας εγκατάστασης βιοαερίου.

3.6.2 Έρευνα για μικρής κλίμακας εγκατάστασης βιοαερίου αυτοεφοδιασμού αναερόβιου συστήματος σε ψυχροφιλικές έως θερμοφιλικές συνθήκες

Έρευνες για τεχνολογίες βιοαερίου, παρατηρούν ότι έμφαση δίνεται στα καθαρά ενεργειακά χαρακτηριστικά μιας μικρής κλίμακας βιοαερίου αυτοεφοδιασμού αναερόβιας χώνευσης συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη τις θερμοκρασίες πέψης που ποικίλλουν από την ψυχροφιλική σε θερμοφιλικές και ξηρές συγκεντρώσεις από 4 έως 10%. Το σύστημα περιλαμβάνει κυρίως έναν αντιδραστήρα και το λέβητα βιοαερίου, στον οποίο προστίθεται η ανάκτηση θερμότητας από τον υδατικό πολτό και περαιτέρω ενσωματώνεται μια διαδικασία θερμικής προεπεξεργασίας. Η αναερόβια χώνευση (AD) είναι η πιο συνηθισμένη επιλογή διαχείρισης για οργανικά απόβλητα υψηλής αντοχής, δεδομένου ότι παράγει ανανεώσιμη ενέργεια (βιοαέριο) και το πολύτιμο προϊόν χώνευσης το λίπασμα (Guo et al., 2013; Chae κ.ά., 2008). Η ενεργειακή απόδοση της AD διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή της. Η παρούσα βιβλιογραφία ενεργειακού ισοζυγίου του AD επικεντρώθηκε κυρίως σε δύο συστήματα, το σύστημα ολοκληρωμένων αγροτοβιομηχανικών δραστηριοτήτων με την AD και το αυτόνομο σύστημα AD. Δραστηριότητες αγροτοβιομηχανίας όπως οι βιομηχανίες βιοκαυσίμων συνήθως δημιουργούν μεγάλους όγκους αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση (Fuess και Garcia, 2015). Αρκετές έρευνες έχουν καταβάλει σημαντική προσοχή στις εισροές και τις εκροές ενέργειας σε όλες τις αλυσίδες παραγωγής, από τις οποίες η AD είναι η τεχνολογία επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγόμενη βιοενέργεια από αυτήν αντικαθιστά την ενέργεια από ορυκτά καύσιμα (συχνά

φυσικού αερίου). Agleret *αϊ.* (2008). Επιπλέον διαπιστώθηκε η δυνατότητα εφαρμογής μιας ολοκληρωμένης μεθόδου της θερμοφιλικής αναερόβιας χώνευσης (TAD). Ο Fuess *et al.* (Fuess and Garcia, 2015), αξιολογεί περαιτέρω το ενεργειακό δυναμικό με διαφορετικές πρώτες ύλες (δηλαδή ζαχαροκάλαμο, καλαμπόκι ή μανιόκα). Για την παραγωγή βιοαερίου χρησιμοποιούνται ενεργειακές καλλιέργειες και οι εισροές αναφέρονται στην καλλιέργεια και οι εκροές αφορούν κυρίως τη βιοενέργεια από την AD (Gerin *et al.*, 2008, Rincn *et al.*, 2016).

Για το αυτόνομο σύστημα AD, οι προηγούμενες μελέτες αναφέρονται σε υψηλότερη παραγωγή μεθανίου ή αύξηση της καθαρής ενέργειας (Budde *et al.*, 2016). Από τη μία πλευρά, έχει οδηγήσει σε μια στροφή από τη μονο-πέψη στην συν-πέψη, όπως η πρώτη ύλη από υγρό ζώο αποβλήτων μόνο σε συνδυασμό με ενεργειακές καλλιέργειες (Banks *et al.*, 2011; Andriamanohiarisoamanana *et al.*, 2016). Η αναλογία του συν-υποστρώματος στην εισροή επηρεάζει την καθαρή παραγωγή ενέργειας όταν το φορτίο εισροής χωρίζεται σε μικρότερους σωρούς (Lübken *et al.*, 2007). Από την άλλη πλευρά, η κατάλληλη προεπεξεργασία τροφοδοσίας θα ήταν επωφελής για την αύξηση της παραγωγής ενέργειας, όπως η προεπεξεργασία υπερήχων (Pilli *et al.*, 2016a), προεπεξεργασία Fenton (Pilli *et al.*, 2016b), θερμοβαρική προεπεξεργασία (Lama *et al.*, 2017) και η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας ή μηχανών συγκομιδής (Tsarekos *et al.*, 2016). Θερμοκρατική προεπεξεργασία, που ονομάζεται επίσης υγρό ζεστό νερό ή θερμική επεξεργασία πίεσης, έχουν αναγνωριστεί ως η κατάλληλη μέθοδος για λιγότερο αποικοδομήσιμη πρώτη ύλη, που περιέχει ινώδεις, υψηλού μοριακού βάρους ουσίες, για την επίτευξη υψηλότερου μεθανίου (Budde *et al.*, 2016, Budde *et al.* 2014). Αποδεικνύεται επίσης στην εργαστηριακή κλίμακα πειράματα ότι η θερμοβαρική θεραπεία σημαντικά ενίσχυσε την απόδοση μεθανίου των γαλακτοκομικών αποβλήτων βοοειδών έως και 58% σε θερμοκρασία επεξεργασίας 180 ° C. Ομοίως, μια μετάβαση των μεσοφιλικών σε θερμοφιλική πέψη μπορεί επίσης να συμβάλει στην αύξηση ανάκτησης ενέργειας, λόγω του υψηλότερου δυναμικού χημικού οξυγόνου ζήτησης (COD) απόδοσης (Vrieze *et al.*, 2016).

Η μελέτη που αναφέρθηκε παραπάνω ρυθμίζει συνήθως τη θερμοκρασία εργασίας του AD στις βέλτιστες θερμοκρασίες, μεσόφιλες (35- 37 °C) ή θερμοφιλικές θερμοκρασίες (50-55°C), με στόχο την διατήρηση της σταθερότητας της βακτηριακής δραστηριότητας ή το μέγιστο παραγωγής βιοαερίου (Guo *et al.*, 2013b). Προφανώς, για το βέλτιστο, οι θερμοκρασίες χρειάζονται επιπλέον ενέργεια για να διατηρηθούν. Οι Bohn *et al.* (2007) και Guo *et al.* (2013b) παρατήρησαν ότι η μέγιστη καθαρή ενέργεια που επιτυγχάνεται στους 30 °C ή στους

26 °C, που δείχνει τη θερμοκρασία πέψης για την καθαρή ενέργεια κορυφής, δεν είναι σύμφωνη με εκείνη της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Το μέγιστο μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της σύγκρισης μεταξύ της ενέργειας ισορροπίας στους 15 ° C και 30 °C. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη την υψηλότερη παραγωγή βιοαερίου σε θερμοφιλικές θερμοκρασίες, θα διερευνηθεί ότι καθαρές ενεργειακές επιδόσεις του AD λειτουργούν από ψυχροφιλικούς σε θερμοφιλικές συνθήκες.

Επιπλέον, μελέτες σχετικά με τη ζήτηση θερμότητας του συστήματος AD έδειξαν ότι απαίτηση θερμότητας για την αύξηση του αιωρούμενου πολτού στο βέλτιστο είναι οι θερμοκρασίες πέψης που αντιπροσωπεύουν περίπου το 80% ή περισσότερο του συνόλου (Guo et al., 2013b, Hua et al., 2014, Zurancic, 2003; Wang et al., 2011). Το 50% της ανάκτησης θερμότητας από τον πολτό εκροής θα βελτίωνε προφανώς την καθαρή απόδοση βιοαερίου με την προσθήκη του εναλλάκτη θερμότητας και των αγωγών (Hua κ.ά., 2014). Επιπλέον, υπάρχουν εκτεταμένες ανησυχίες ανθρώπινου παθογόνου παράγοντα στη χειρσαία εφαρμογή του υπολείμματος. Για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και βιωσιμότητα της τεχνολογίας AD, Ziemba και Peccia (2011) πρέπει να γίνεται μια αρχική θερμική προεπεξεργασία με τη θερμοκρασία των 60 ° C ή 70 ° C για την κάλυψη των απαιτήσεων ασφαλείας για το χωνεμένο υπόλειμμα χωρίς σημαντική αύξηση του ενεργειακού κόστους.

Το αναερόβιο σύστημα πέψης -προτεινόμενου συστήματος AD. Αποτελείται από τρεις μονάδες, δηλαδή τη μονάδα βάσης AD, τη θερμική της μονάδας προεπεξεργασίας και της μονάδας ανάκτησης θερμότητας από την κοπριά και έτσι το σύστημα λειτουργεί σε τρεις τρόπους:

➤ Ο πρώτος τρόπος λειτουργίας (Λειτουργία 1) είναι μια μονάδα βάσης AD, η οποία περιλαμβάνει κυρίως ένα αντιδραστήρα και λέβητα βιοαερίου. Το παραγόμενο βιοαέριο εξετάζεται να είναι το καύσιμο του λέβητα βιοαερίου για τη διατήρηση του υγρού στον αντιδραστήρα σε επιθυμητή θερμοκρασία. Αφενός, τροφοδοτείται το μίγμα τροφοδοσίας στον αντιδραστήρα, τροφοδοτώντας την αντλία για να επιτευχθεί μετατροπή πρώτης ύλης και παραγωγή βιοαερίου. Ο πολτός εκροής και τα υπολείμματα θα μπορούσαν να αποσυρθούν από τις άνω και κάτω θύρες του αντιδραστήρα, αντίστοιχα, και τελικά απορρίπτονται ή επαναχρησιμοποιούνται μετά από περαιτέρω επεξεργασία όπως η αποστείρωση ή η απολύμανση. Έπειτα, το νερό κυκλοφορεί και αντλείται σε λέβητα βιοαερίου. Στη συνέχεια, ρέει μέσα στον πηνίο θέρμανσης που είναι ενσωματωμένος στον αντιδραστήρα και μεταφέρετε τη θερμότητα στον πολτό.

- Στη δεύτερη λειτουργία προστίθεται μια ανάκτηση θερμότητας από ιλύ μονάδα στη λειτουργία 1. Η μονάδα περιλαμβάνει κυρίως έναν εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον σωλήνα εκροής υγρού για την σύλληψη του σπατάλη θερμότητας. Ως εκ τούτου, η πρώτη ύλη μπορεί να προθερμανθεί μέσω του εναλλάκτη θερμότητας, και περαιτέρω θερμαίνεται στον αντιδραστήρα. Σημαίνει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του λέβητα και αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας καθαρής παραγωγής ενέργειας του συστήματος.
- Τέλος, ο τρίτος τρόπος λειτουργίας τρίτο (Mode 3) περιλαμβάνει τη μονάδα βάσης, τη μονάδα ανάκτησης θερμότητας και μονάδα θερμικής προεπεξεργασίας. Σε αυτόν, ο λέβητας βιοαερίου παρέχει θερμότητα στον αντιδραστήρα. Το μίγμα διατροφής προθερμαίνεται πρώτα από τον εναλλάκτη θερμότητας, μετά από προκατεργασία για αποστείρωση σε συσκευή προεπεξεργασίας με θερμοκρασία 60 °C ή 70 °C, και στη συνέχεια μειώθηκε στη μεσοφιλική ή θερμοφιλική θερμοκρασία (35 °C ή 55 °C) μέσω του άλλου εναλλάκτη. Τέλος, το μίγμα αντλείται στον αντιδραστήρα για να επιτευχθεί παραγωγή βιοαερίου.

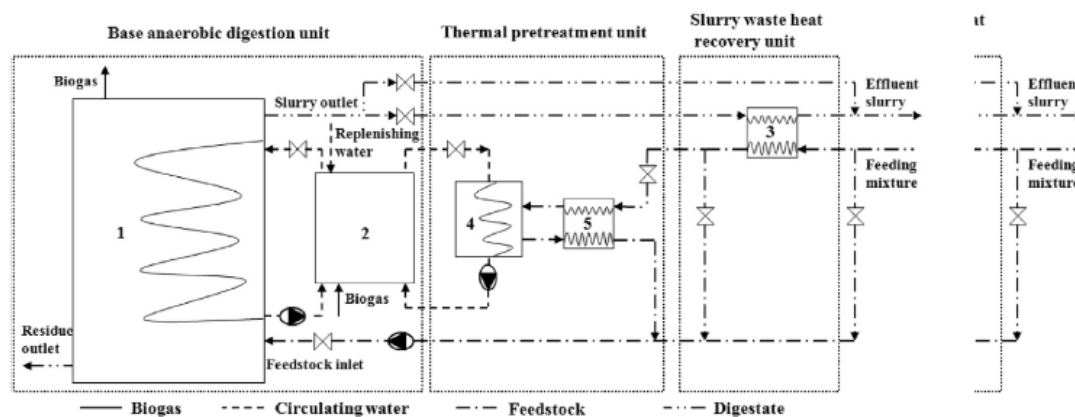


Figure 3.13: Σχηματικό διάγραμμα του προτεινόμενου συστήματος AD. (1: Αντιδραστήρας, 2: Λέβητας βιοαερίου, 3: Εναλλάκτης θερμότητας 1, 4: Συσκευή προεπεξεργασίας παρτίδας, 5: Εναλλάκτης θερμότητας 2).

Το συγκεκριμένο μοντέλο, αναφέρεται ότι τρέχει για 8760 ώρες χρησιμοποιώντας MATLAB με δεδομένα καιρού (από METEONORM) της πόλης Jiaxing στην Κίνα. Η θερμοκρασία του πολτού μπορεί να εκτιμηθεί σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος μέσω καμπύλων θερμότητας στις λειτουργίες με θερμοκρασίες πέψης από 10 έως 40 °C. Λεπτομέρειες παρουσιάζονται στην ενότητα S2 των συμπληρωματικών υλικών.

Το σύστημα μπορεί να παράγει φυσιολογικά το βιοαέριο σε περίπου 9 μήνες και η θερμοκρασία του πολτού κυμαίνεται από 10 °C έως 35 °C, του οποίου το σύστημα μπορεί

να λειτουργήσει σε μεσόφιλη πέψη (25-35 °C) για περίπου 71 ημέρες και το υπόλοιπο (10-25 °C) αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο ποσοστό (74%) του κανονικού χρόνου εκτέλεσης. Ο διορθωμένος ετήσιος μέσος συντελεστής σχετικής παραγωγής υπολογίζεται ότι είναι περίπου 0,81, που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία πέψης περίπου 20 °C. Αυτά τα αποτελέσματα είναι πολύ παρόμοια με αυτά των Tang κ.ά. (2010) ο οποίος πραγματοποίησε έρευνα στον τομέα των οικιακών συσκευών βιοαερίου της κύριας περιοχής ανάπτυξης του βιοαερίου στην Κίνα. Προφανώς, τα συστήματα AD λειτουργούν πάντα στο χαμηλότερο εύρος των μεσοφιλικών θερμοκρασιών, ακόμη και σε ψυχρόφιλες θερμοκρασίες για ένα μεγάλο χρόνο. Αν και ο σχετικός συντελεστής παραγωγής σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι λίγο χαμηλότερος από αυτές των 35 °C, οι θερμοκρασίες λειτουργίας θα οδηγήσουν στην αστάθεια της παραγωγής βιοαερίου και επηρεάζουν την ικανοποίηση της εμπειρίας των χρηστών, παρεμποδίζοντας περαιτέρω πρακτική εφαρμογή στις ζωικές εκμεταλλεύσεις στην Κίνα.

Προκειμένου να προωθηθεί η πρακτική εφαρμογή του συστήματος AD μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην Κίνα, η μελέτη αυτή εξέτασε τα καθαρά ενεργειακά χαρακτηριστικά του προτεινόμενου συστήματος αυτόματης τροφοδοσίας με βιοαέριο AD που λειτουργούσε στο ψυχροφιλικές έως θερμόφιλες συνθήκες. Συγκριτικές αναλύσεις μεταξύ τριών τρόπων λειτουργίας πραγματοποιήθηκαν μέσω αξιολόγησης σύστημα με δείκτες καθαρού ρυθμού παραγωγής βιοαερίου, ενεργειακή απόδοση και η καθαρή παραγωγή ενέργειας. Συνάγεται το συμπέρασμα ότι η μέγιστη καθαρή παραγωγή βιοαερίου επιτυγχάνεται περίπου στους 25 °C υπό χαμηλότερες συγκεντρώσεις ξηράς ουσίας και περίπου 50 °C υπό υψηλότερες συγκεντρώσεις. Επιπλέον, η ανάκτηση θερμότητας από τα απόβλητα μπορεί επίσης να επηρεάσει τη θερμοκρασία πέψης μεγιστοποιώντας την παραγωγή καθαρής ενέργειας μέσω έμμεσης μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Επιπλέον, ο προσδιορισμός των παραμέτρων λειτουργίας πρέπει να εξετάζουν διεξοδικά τη διαφορά μεταξύ, παραγωγής καθαρής ενέργειας, θερμοκρασίας πέψης και DMC, η οποία είναι μεγάλης σημασίας για την πρακτική εφαρμογή του συστήματος AD (Shuxia Wang, etal, Net energy analysis of small-scale biogas self-supply anaerobic digestion system operated at psychrophilic to thermophilic conditions, 226-236, 2018).

3.7 Περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη

Η χρήση βιομάζας για παραγωγή βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης αποτελεί μία κερδοφόρα και βιώσιμη τεχνολογία, καθώς συνδιάζει περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

➤ Περιβαλλοντικά

Τα περιβαλλοντικά οφέλη μιας μονάδας βιοαερίου είναι η:

- Μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου
- Μείωση οσμών και οπτικής ρύπανσης
- Αξιοποίηση αποβλήτων πτηνο – κτηνοτροφικών μονάδων, ελαιοτριβείων, τυροκομείων, σφαγείων μειώνοντας το ρυπαντικό τους φορτίο και την αλόγιστη διάθεση τους σε εδαφικούς και υδάτινους αποδέκτες.
- Ένα σύστημα παραγωγής βιοαερίου παρεμβάλλεται στο σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων της κτηνοτροφικής μονάδας ενισχύοντάς το, αλλά σε καμιά περίπτωση, δεν το υποκαθιστά.
- Παραγωγή υγρών και στερεών λιπασμάτων που διατίθενται ως εδαφοβελτιωτικά.

Σε αντίθεση με τα μειονεκτήματα χρησιμοποίησης συμβατικών καυσίμων, η αξιοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει περιβαλλοντικά οφέλη και πιο συγκεκριμένα βοηθάει στην απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσής του και τη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η καύση της βιομάζας συνεπάγεται και έκλυση CO₂. Θεωρείται όμως ότι η βιομάζα έχει ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η έκλυση CO₂ αντισταθμίζεται με την απορρόφησή του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Λόγω του ότι η συγκέντρωση θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη απ' ότι στα ορυκτά καύσιμα, η έκλυση SO₂ κατά την καύση της είναι μικρότερη. Συνεπώς, η καύση της βιομάζας έχει μικρότερη επίπτωση στο φαινόμενο της όξινης βροχής απ' ότι τα ορυκτά καύσιμα. Κατά την καύση της βιομάζας στα περισσότερα συστήματα επιτυγχάνονται χαμηλές αποδόσεις. Έτσι δημιουργούνται σημαντικές θερμικές απώλειες στο περιβάλλον και συνεπώς προκαλείται θερμική ρύπανση. Ταυτόχρονα εκλύονται σωματίδια, CO και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Όταν χρησιμοποιούνται βιομηχανικά απόβλητα για παραγωγή ενέργειας με αναερόβια χώνευση μειώνεται το ρυπαντικό φορτίο των βιομηχανικών αποβλήτων. Το ίδιο συμβαίνει με τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Η ιλύς που παραμένει μετά την

χώνευσή τους έχει μικρότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν αποδομηθεί κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης.

Συγχρόνως διαπιστώνεται σημαντική μείωση των δυσοσμίων. Το ίδιο συμβαίνει με την ιλύ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Μετά τη χώνευσή της είναι σταθεροποιημένη, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν διασπαστεί σε απλούστερες, και οι δυσοσμίες είναι λιγότερες. Η δημιουργία ενεργειακών φυτειών και η παραγωγή βιοαιθανόλης προκαλεί υγρά απόβλητα δύσκολα επεξεργάσιμα και με υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Η χρήση όμως της αιθανόλης σαν καύσιμο δημιουργεί λιγότερους αέριους ρύπους απ' ό,τι η βενζίνη. Η παραγωγή φυτικών ελαίων όταν γίνεται με έκθλιψη δημιουργεί υγρά απόβλητα. Αντίθετα η εστεροποίηση των τριγλυκεριδίων τους δεν δημιουργεί υγρά απόβλητα. Συμπερασματικά η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς έχει θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Σωτηρία Πατσιαλή, κ.α , ΓΑΙΟΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΕ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΙΟΑΕΡΙΩΝ, Kiefer 2017)

Χρησιμοποιώντας υπολείμματα βιομάζας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των γεωργικών δραστηριοτήτων μπορούν να μειωθούν σημαντικά:

Η αποθήκευση κοπριάς αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) στις ζωικές καλλιέργειες. Οι συνολικές εκπομπές από το παγκόσμιο ζωικό κεφάλαιο αντιπροσωπεύουν το 14,5% σε σχέση με όλες τις ανθρωπογενείς εκπομπές GHG. Η αποθήκευση και η επεξεργασία της κόπρου αντιπροσωπεύουν το 10% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την κτηνοτροφία. Η αναερόβια χώνευση μικρής κλίμακας κοπριάς σε επίπεδο εκμετάλλευσης, έχει μεγάλη δυνατότητα να μετριάσει το φαινόμενο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να μετριάσει τις δυσάρεστες οσμές που προκαλούνται από τις πολλές ανεκμετάλλευτες ποσότητες αποβλήτων. Η χώνευση τσέπης αυτή τη στιγμή είναι τεχνικά εφαρμόσιμη στην εκτροφή βοοειδών.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη και κυρίως για το τομέα τις γεωργίας είναι ότι η διαδικασία αναερόβιας χώνευσης θεωρείται Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (ΑΠΕ), συμβάλει στη μείωση των ΑΦΘ (Αερίων Φαινομένου Θερμοκηπίου), έχει ευελιξία χρήσης διαφορετικών πρώτων υλών, χαμηλές απαιτήσεις σε νερό, και εμφανίζει πλεονεκτήματα όσον αφορά τη δυνατότητα χρήσης του κομποστ ως λίπασμα. Επιπλέον επιταχύνεται ο στόχος για τις ΑΠΕ το 2030 προτείνει το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, προκειμένου να διατίθενται στις αρχές της επόμενης δεκαετίας, με τα κράτη μέλη της ΕΕ να εκφράζουν διαφορετική άποψη.

Το περιβάλλον και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, καθώς σχετίζονται με την αλλαγή του κλίματος και την αειφόρο ανάπτυξη, είναι θέματα που αποτελούν μερικές από τις σημαντικότερες προκλήσεις του κόσμου. Χρειάζεται συνεχώς ανάλυση της προόδου για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που θέτονται και στη συνέχεια για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών και την ελαχιστοποίηση άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Τα έργα πλέον πρέπει να βασίζονται στις κατευθυντήριες γραμμές περιβαλλοντικής διαχείρισης και σε συνδυασμό με τα έγγραφα κατευθυντήριων γραμμών, η διαχείριση αποβλήτων οποιασδήποτε φύσης και προϊόντων εκσκαφής πρέπει να καταγράφεται (παράλληλα τήρηση της αντίστοιχης νομοθεσίας).

Τα αποτελέσματα καταγραφής παρουσιάζονται ετησίως στην Περιβαλλοντική Δήλωση με την προϋπόθεση όλα τα δεδομένα και οι πληροφορίες να επικυρώνονται από τον επαληθευτή περιβάλλοντος με βάση αποδεικτικά στοιχεία όπως π.χ. την επίσημη τεκμηρίωση που παρέχεται από διαπιστευμένους κρατικούς φορείς διαχείρισης αποβλήτων (AKTOR, ENVIRONMENTAL STATEMENT 2015, b2green,2018).

Οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν συστήματα αεριοποίησης απολαμβάνουν και πρόσθετα οφέλη:

- Χαμηλό αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα και οικονομικά πρόσθετα οικονομικά οφέλη από την πώληση CarbonCredits. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO₂, κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
- Εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική Νομοθεσία περί Διάθεσης Γεωργικών Αποβλήτων και συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.
- Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO₂) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της “όξινης βροχής”. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Λήψη Πράσινου Πιστοποιητικού.

- Εύκολη ανανέωση της Άδειας Λειτουργίας.

- Κοινωνικά

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας έχει θετικές κοινωνικές επιπτώσεις. Έτσι, η παραγωγή βιομάζας δημιουργεί απασχόληση στον αγροτικό τομέα, ιδιαίτερα σήμερα που η πράσινη επανάσταση, με την αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία έχει μειώσει την απασχόληση του αγροτικού πληθυσμού. Τα κυριότερα κοινωνικά οφέλη από την παραγωγή ενέργειας με χρήση βιοαερίου είναι το εναλλακτικό εισόδημα για τους εμπλεκόμενους αγρότες καθώς και για τους τοπικούς δήμους, η μείωση του όγκου των οργανικών αποβλήτων και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Η κατασκευή συστημάτων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας μπορεί να γίνει από μικρές τοπικές βιοτεχνίες όπως π.χ. η κατασκευή τζακιών, εστιών καύσης του ξύλου, καθώς και συστημάτων θέρμανσης με χρήση του πυρηνόξυλου. Με τον τρόπο αυτό τονώνεται η απασχόληση στις τοπικές κοινωνίες και στηρίζεται η τοπική παραγωγή μικρών μονάδων.

Μέχρι το 2020, το 20% της ζήτησης ενέργειας στην ΕΕ πρέπει να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και νέες οδούς για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δίπλα στον ήλιο, άνεμος και το νερό, η βιομάζα αποτελεί σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Μέσω της αναερόβιας χώνευσης, παράγεται ανανεώσιμη ενέργεια από βιομάζα. Σε σύγκριση με άλλες τεχνικές για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και ανεμόμυλοι) η αναερόβια χώνευση έχει το πλεονέκτημα ότι η παραγωγή της ενέργειας μπορεί να ελεγχθεί και μπορεί να λάβει χώρα όλη την ημέρα, ανεξάρτητα των καιρικών συνθηκών.

- Οικονομικά

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα βοηθά την αύξηση του εθνικού εισοδήματος, εφόσον ενθαρρύνει την εκμετάλλευση με αποδοτικό τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υποεκμεταλλευόμενων αποθεμάτων, όπως τα απόβλητα και τα υπολείμματα που μέχρι σήμερα παρέμεναν αχρησιμοποίητα, οι εγκαταλελειμμένες γαίες, η ανεκμετάλλευτη εργασία κ.λπ. Για τις μικροοικονομικές επιπτώσεις της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας δεν είναι εύκολο να διατυπωθούν γενικοί κανόνες, γιατί το οικονομικό περιβάλλον είναι διαφορετικό σε πολλές χώρες. Πολλά στοιχεία που υπάρχουν είναι ατεκμηρίωτα, ενώ πειραματικές και αρκετές πιλοτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν σε διάφορα μέρη του κόσμου, από τις οποίες αργότερα μπορούν να εξαχθούν πολλά συμπεράσματα.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση βιομάζας, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα που κατά βάση αφορούν τις δυσκολίες της εκμετάλλευσής της. Αυτά είναι τα εξής:

➤ Μειονεκτήματα

- Ο μεγάλος όγκος της βιομάζας και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Η μεγάλη διασπορά, η εποχιακή παραγωγή της και η δυσκολία στην εξασφάλιση σταθερής ποσότητας και ποιότητας μακροχρόνια αφού η συμβολαιακή γεωργία είναι σε πολύ αρχικό στάδιο (karouzos.gr).

3.8 Παρούσα κατάσταση και Προοπτικές εγκαταστάσεων βιοαερίου στην Ελλάδα

Οι πρωτογενείς πηγές παραγωγής βιοαερίου στην Ελλάδα είναι:

- Κτηνοτροφικές Εκμεταλλεύσεις (livestock farms)
- Υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (agricultural crops)
- Βιομηχανικές δραστηριότητες(λαχανικά, φρούτα, κρέας, γαλακτοκομική βιομηχανία) (industrial activities)
- Μεταχείριση MSW υγιεινής, χώροι υγειονομικής ταφής, επεξεργασία λυμάτων

Παρακάτω παρουσιάζεται το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου από κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις και βιομηχανικές δραστηριότητες.

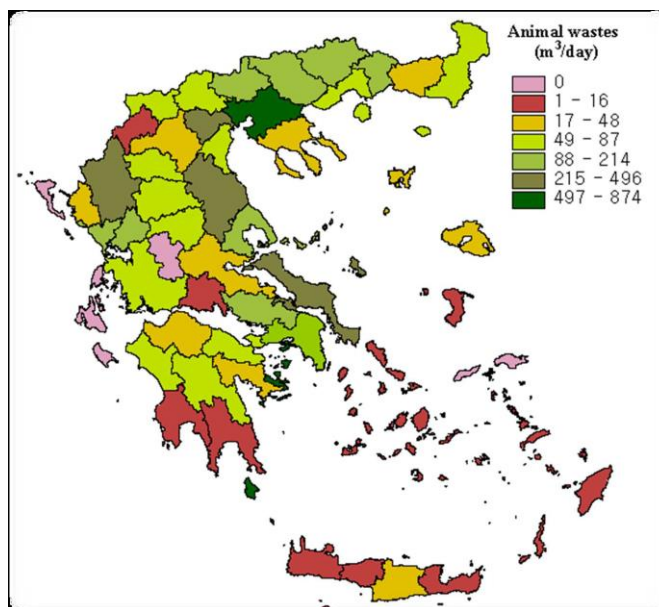
Primary Source	Units	Capacity	Waste (t/year)	Power (MWel)
Cow Farming	32,875	727,040	14,540,800	278
Pig Farming	36,593	140,645	2,268,220	37
Slaughterhouses	101	-	204,932	28
Cheese & Milk Industrial Units	548	-	425,647	7.21
Summary			17,439,599	350.21

Source : Greek Center for Renewable Energy Sources

Figure 3. 14: Δυναμικό Παραγωγής Βιοαερίου από κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις και βιομηχανικές δραστηριότητες.

Έχει υπολογιστεί το θεωρητικό δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα, καθώς και η δυνητική ημερήσια παραγωγή ζωικών αποβλήτων στην Ελλάδα:

- 18 Mtons/year ζωικά απόβλητα από βοοειδή, χοίρους και πουλικά
- 5,6 ετήσια παραγωγή ενέργειας PJ
- Ανακαλύψωση ζώων κυρίως στη βόρεια Ελλάδα
- Η αναπαραγωγή γουρουνιών εξίσου διανεμημένη στην Ελλάδα
- Προκαλλιέργεια καλλιεργειών κυρίως σε τρεις περιοχές



Source : CRES

Figure 3.15: Ημερήσια παραγωγή ζωικών αποβλήτων στην Ελλάδα

Αγροτικά υπολείμματα

- Θεωρητικό δυναμικό: ~ 8,7 Mtons dm / έτος
- Θεωρητικά διαθέσιμο δυναμικό: ~ 5,5 Mtons dm / έτος
- Δυναμικό ενέργειας: ~ 99 PJ / έτος (~ 27,7 TWh)

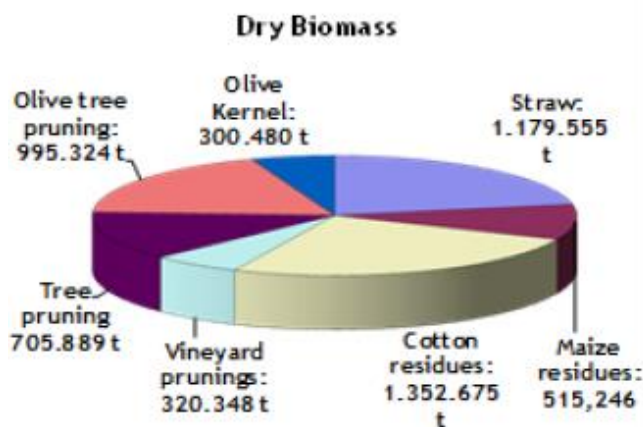


Figure 3.16: Ξηρή βιομάζα

Θεωρητικό δυναμικό αχύρου

- Θεωρητικό δυναμικό ~ 1,15 εκατομμύρια τόνους DM / έτος (μονάδα παραγωγής βιοαερίου 65MWe)
- Περιφέρειες: Λάρισα, Θεσσαλονίκη, Έβρος, Φωτιάδη, Σέρρες, Κοζάνη, Κιλκίς

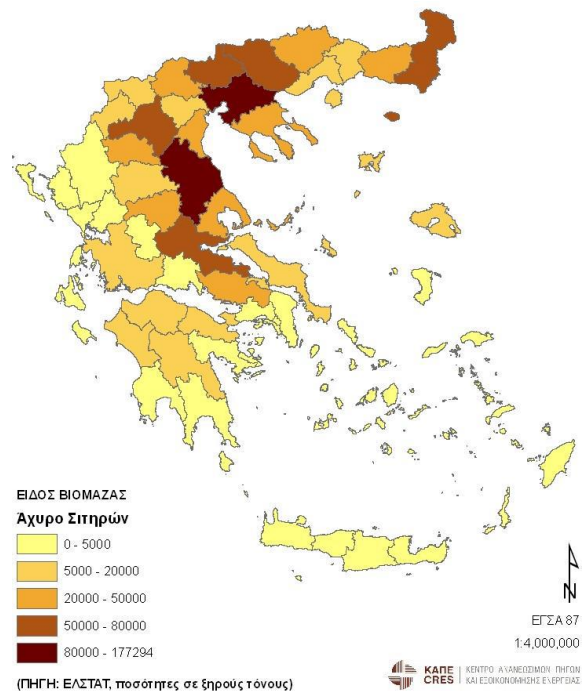


Figure 3.17: Άχυρο Σιτηρών, ως είδος βιομάζας

Θεωρητικά πιθανά υπολείμματα αραβοσίτου

- Θεωρητικό δυναμικό: ~ 0,6 Mtons DM / έτος (34 MW)
- Διαμερίσματα: Σέρρες, Καβάλα, Ξάνθη, Δράμα, Ηλεία, Αιτωλία-Ακαρνανία, Λάρισα, Τρίκαλα, Πέλλα

Όσον αφορά τη τρέχουσα κατάσταση των έργων βιοαερίου στην Ελλάδα, αναφέρονται στην συνδιασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP). Η εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων παραγωγής βιοαερίου στην ελληνική επικράτεια ανέρχεται σε 43,5 MWeI. Χορηγήθηκαν άδειες 146,5 MW(φυτά > 1MW). Άλλα αιτήματα για 117,19 MWeI για σύνδεση δικτύου μεσαίας τάσης στην ισχύ του δικτύου διαχειρηστή μεταφοράς. (Εγκαταστάσεις < 1MW, βιομάζα/βιοαέριο).

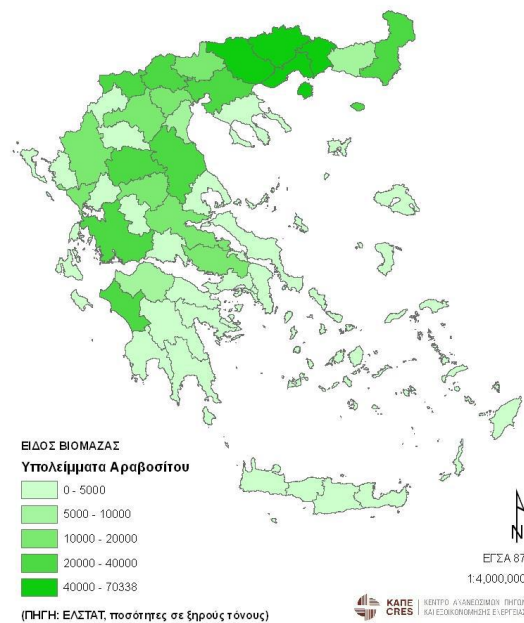


Figure 3.18: Υπολείμματα Αραβοσίτου, ως είδος βιομάζας

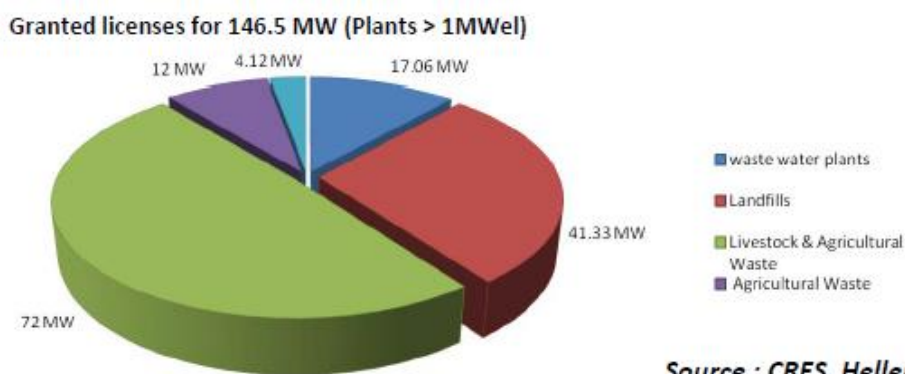


Figure 3.19: Χορηγημένες άδειες 146,5 MW

Χορηγήθηκαν άδειες για:

- 146,5 (Plants> 1MWe)
- 72 MW Livestock & Agricultural Waste
- 12 MW Agricultural Waste
- 17,06 MW Waste water plants
- 41,33 MW Landfills

Παρά τις μεγάλες δυνατότητες στην Ελλάδα, αυτή τη στιγμή το μεγαλύτερο ποσοστό της εγκατεστημένης δυναμικότητας των εγκαταστάσεων χρησιμοποιεί βιοαέριο από χώρους υγειονομικής ταφής (landfill sites) και εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (39.9 MW). Ορισμένα παραδείγματα εγκαταστάσεων είναι στην Αθήνα στα Άνω Λιόσια ΧΥΤΑ, 23.5 MWe, στη Θεσσαλονίκη Ταγαράδες, ΧΥΤΑ, 5.05 MWe, και στην Αθήνα μία μονάδα επεξεργασίας απορριμμάτων στα Ψυττάλεια 11.4 MW.

Η εγκατάσταση στα Άνω Λιόσια ΧΥΤΑ, Αθήνα είναι ένα από τα μεγαλύτερα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από βιοαέριο υγειονομικής ταφής στο κόσμο, με εγκατεστημένη ισχύς 23.5 MWe. Λειτουργεί από το 2001 και η ανάκτηση θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται για τη μονάδα επεξεργασίας στραγγιστικών αποβλήτων. Άλλες μικρές εγκαταστάσεις βιοαερίου στην Ελλάδα είναι η ΚΡΕΚΑ S.A:βιοαέριο 675m/day, Gkasnakis S.A: βιοαέριο 250 KWe / 0.25MW, Βιοενεργειακή Μαντεινιάς S.A 480 KW/0.48 MW, Farma Chitas S.A 1MW CHP, TYRAS S.A.

Η συμβολή έργων βιοαερίου είναι πολύ σημαντική. Γίνεται χρήση ανανεώσιμης και βιώσιμης πηγής για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, προωθείται η ανεξαρτησία από ορυκτά καύσιμα και εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας και δημιουργούνται

νέες θέσεις εργασίας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής και λειτουργίας. Επιπλέον, είναι αποδοτική δραστηριότητα για τις τοπικές αγροτικές ενώσεις και μειώνει την περιβαλλοντική επίπτωση της κτηνοτροφίας και της βιομηχανίας τροφίμων (οσμές, ανεξέλεγκτη διάθεση υποπροϊόντων, επιπτώσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου). Τέλος, χαρακτηρίζεται ως ολοκληρωμένη λύση για την ανάκτηση ενέργειας και τη διαχείριση των αποβλήτων και τη βιομηχανία δραστηριότητας υποπροϊόντων.

Όσον αφορά τα θέματα χρηματοδότησης, δεν υπάρχει αξιολόγηση κινδύνου και διαχείριση σε βασικά ζητήματα όπως η αλυσίδα εφοδιασμού (supply chain), η χορήγηση αδειών (licensing obstacles) και η χρήση τεχνολογίας. Τα επιχειρηματικά σχέδια πρέπει να είναι πολύ αναλυτικά και ακριβή σε αυτά τα ζητήματα. Οι ελληνικές τράπεζες δεν έχουν την απαιτούμενη εμπειρία σε σχετικά έργα και στη τρέχουσα κατάσταση, ούτε στην απαραίτητη ρευστότητα. Μεγάλες καθυστερήσεις στην απορρόφηση των πόρων των επιδοτήσεων. Η αίσθηση ανασφάλειας για τα επίπεδα “Feed in tariffs” σε μακροπρόθεσμη βάση ανανεώσιμων έργων και η ανάγκη σαφών εγγυήσεων στις πολιτικές τιμολόγησης από το κράτος, καθυστερούν την εφαρμογή έργων βιοαερίου.

Επιπλέον το πλαίσιο νομοθεσίας (legislation framework) για τις επενδύσεις βιοαερίου στην Ελλάδα, επικεντρώνονται στο πλαίσιο χρήσης γης για έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Νομοθεσία για επεξεργασία οργανικών αποβλήτων και συνδέονται με το νόμο 3468/2006, 3851/2010 που βασίζεται σε διαδικασίες αδειοδότησης (licensing procedures) και στις πολιτικές feed in tariff (τιμολογιακή πολιτική).

Η πολιτική feed in tariff αφορά:

- εγκαταστάσεις βιοαερίου από ζωικά και γεωργικά απόβλητα <3 MW-220€/MWh
- Εγκαταστάσεις βιοαερίου από ζωικά και γεωργικά απόβλητα >3MW-200€/MWh.
- Εγκαταστάσεις βιοαερίου από άλλες πηγές(επεξεργασία αστικών λυμάτων, υγειονομική ταφή, μονάδες επεξεργασίας λυμάτων -99.45 €/MWh (Georgios Panousis, Biogas Projects Development in Greece, Energy Production & Management, M.Sc,HELECTOR S.A,Department of energy projects Development)

3.8.1 Περιορισμοί και απαιτήσεις για το σχεδιασμό και την υλοποίηση έργων βιοαερίου

Οι περιορισμοί στην ανάπτυξη έργων βιοαερίου στην Ελλάδα, αφορούν τα ζητήματα αλυσίδας εφοδιασμού πρώτης ύλης, τη διασφάλιση συνεχούς τροφοδοσίας στην διάρκεια

ζωής της εγκατάστασης, τη μεγάλη διασπορά πρωτογενών πηγών, την ανάγκη ενός καλά δομημένου μηχανισμού εφοδιασμού. Η εξάρτηση από άλλες δραστηριότητες (αγρότες, βιομηχανίες) και τα εμπόδια στην Περιβαλλοντική Αδειοδότηση αποτελούν επίσης περιορισμό για την ανάπτυξη έργων βιοαερίου στην Ελλάδα.

Η ανεπαρκής χρηματοδότηση των έργων, η έλλειψη εμπειρίας σε επιχειρηματικούς κινδύνους από τη λειτουργία έργων βιοαερίου και το γεγονός ότι οι τράπεζες είναι απρόθυμες για χρηματοδότηση λόγω της τρέχουσας οικονομικής κατάστασης στην Ελλάδα εμποδίζουν την προώθηση τέτοιων έργων. Οι επενδύσεις σε μονάδες βιοαερίου θα ήταν ελκυστικότερες σε περίπτωση ενσωμάτωσης των εγκαταστάσεων με άλλες δραστηριότητες, για παράδειγμα περιφέρεια θέρμανσης τοπικών κατοικιών και εσωτερική θέρμανση κατοικιών.

Απαιτήσεις για το σχεδιασμό και την υλοποίηση έργων βιοαερίου

- Δραστηριότητες θεσμικού χαρακτήρα για την εφαρμογή της έννοιας του "τέλους πύλης"
- Ενίσχυση των διαδικασιών χορήγησης αδειών, δημιουργία "ενιαίας θυρίδας"
- Προσφορές για έργα μέχρι 250kWe, σύμφωνα με το γερμανικό μοντέλο
- Καθορισμός τιμής για την παραγωγή θερμότητας, το στερεό (50-100 € / τόνο) και το υγρό υπολείμματα (0-10 € / τόνο)

3.8.2 Επενδυτικές Ευκαιρίες και Προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη έργων βιοαερίου

Το 2016 πραγματοποιήθηκε μία ημερίδα από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας(ΚΑΠΕ) με θέμα το «Βιοαέριο στην Ελλάδα και την Πραγματική κατάσταση και τις προοπτικές». Ο τομέας του βιοαερίου προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες που μπορούν να ενισχύσουν την επιχειρηματικότητα και να συμβάλουν στην οικονομική ανάκαμψη. Οι ευκαιρίες βρίσκονται στις αχρησιμοποίητες και τεράστιες δυνατότητες των οργανικών αποβλήτων:

- 17.000.000 τόνους αποβλήτων από 30.000 αγροκτήματα εκτροφής πουλερικών
- υπάρχουν 240.000 μικρομεσαίες επιχειρήσεις του πρωτογενούς τομέα. Η χωρική κατανομή αυτών των μονάδων ευνοεί την αποκεντρωμένη παραγωγή βιοαερίου, τον προγραμματισμό μικρών οικονομικά βιώσιμων έργων χωρητικότητας 100-300 kWe, σύμφωνα με τη γερμανική έννοια.

Οι μονάδες παραγωγής βιοαερίου με ισχύ 47,34 MWe λειτουργούν, κυρίως σε χώρους υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων (SWL) και σε σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων (MWTP). Οι πιο σημαντικές μονάδες βρίσκονται:

- SWL της Άνω Λιοσίων λειτουργεί μονάδα συμπαραγωγής ισχύος 23,4 MWe.
- MWTP της Ψυττάλειας λειτουργεί μονάδα συμπαραγωγής ισχύος 11,4 MWe.
- SWL των Ταγαράδων στη Θεσσαλονίκη λειτουργεί μονάδα συμπαραγωγής ισχύος 5 MWe.

Επενδυτικές Ευκαιρίες

- Η μη χρησιμοποιούμενη ελληνική αγορά βιοαερίου. Μοναδική ευκαιρία για επένδυση λόγω της ολοσχερώς ανεκμετάλλευτης ελληνικής αγοράς παραγωγής βιοαερίου, σε συνδυασμό με την άμεση ανάγκη απολύμανσης οργανικών αποβλήτων σε όλη τη χώρα. Υπάρχει πλέον έντονα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη βιομηχανία βιοαερίου.
- Ο νόμος 3851/2010 προσφέρει όλα τα απαραίτητα οικονομικά στοιχεία, καθώς και ένα πολύ θετικό νομικό πλαίσιο για την ανάπτυξη κερδοφόρων μονάδων βιοαερίου.
- Υψηλή τιμή πώλησης κάθε MWh: 230 € / MWh χωρίς επιδότηση για το κόστος ανάπτυξης. Η τιμή πώλησης τέθηκε σε ισχύ από τον Ιούνιο του 2010 μετά την ψήφιση του νέου νόμου 3851/2010 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ο τομέας του βιοαερίου προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες που μπορούν να ενισχύσουν την επιχειρηματικότητα και να συμβάλουν στην οικονομική ανάκαμψη.
- Υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες οργανικών αποβλήτων:
 - 17 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων από 30.000 εκμεταλλεύσεις εκτροφής πουλερικών από τις 240.000 ΜΜΕ του πρωτογενούς τομέα
 - 2 εκατομμύρια τόνοι γεωργικών καταλοίπων από αραβόσιτο και άχυρο
- Η χωρική κατανομή των φυτών αυτών ευνοεί τον σχεδιασμό μικρών οικονομικά βιώσιμων έργων χωρητικότητας 100-300 kWe, σύμφωνα με τη γερμανική έννοια.

Εμπειρογνώμονες αειφόρου ενέργειας από όλο τον κόσμο συγκεντρώθηκαν και συζήτησαν για την σκοπιμότητα και τις προκλήσεις για επίτευξη ενός μέλλοντος ανανεώσιμης ενέργειας 100%. Η έκθεση αναλύει τις απόψεις 114 αναγνωρισμένων εμπειρογνομόνων σε θέματα ενέργειας από όλες τις περιοχές του κόσμου και πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις κατά τη διάρκεια του 2016. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται σε θέματα που ορίζονται ως «12 μεγάλες συζητήσεις». Σχετικά με το φόρουμ, πάνω από το 90% οι συνεντευξιαζόμενοι εμπειρογνώμονες συμφωνούν ότι οι

τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χρησιμεύουν για να μειώσουν το εμπόδιο για τις κοινότητες να έχουν πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες Υπολογίζεται ότι 100 εκατομμύρια άνθρωποι λαμβάνουν τώρα ηλεκτρική ενέργεια μέσω καταναμημένων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι αγορές για τέτοια συστήματα αναπτύσσονται με ταχύ ρυθμό.

Άλλα βασικά ευρήματα περιλαμβάνουν ότι :

- Περισσότερο από το 70% των ερωτηθέντων εμπειρογνομόνων θεωρούν ότι η παγκόσμια μετάβαση σε 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι εφικτή και ρεαλιστική, ενώ οι εμπειρογνώμονες της Ευρώπης και της Αυστραλίας στηρίζουν σθεναρά αυτήν την άποψη.
- Υπάρχει συντριπτική συναίνεση ότι η ανανεώσιμη ενέργεια θα κυριαρχεί στο μέλλον, με πολλούς να σημειώνουν ότι ακόμη και οι μεγάλες διεθνείς εταιρείες επιλέγουν όλο και περισσότερο τα ανανεώσιμα ενεργειακά προϊόντα είτε από επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας είτε μέσω άμεσων επενδύσεων στη δική τους παραγωγική ικανότητα.
- Πολλές εταιρείες, περιφέρειες, νησιά και πόλεις έχουν θέσει 100% στόχους ανανεώσιμης ενέργειας.
- Σχεδόν το 70% των ερωτηθέντων αναμένουν ότι το κόστος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα συνεχίσει να μειώνεται, υπερβαίνοντας τα ορυκτά καύσιμα μέσα σε 10 χρόνια. Οι αιολικές και οι ηλιακές φωτοβολταϊκές τεχνολογίες είναι στην πραγματικότητα ήδη ανταγωνιστικές από πλευράς κόστους με τη νέα συμβατική παραγωγή στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ.
- Χώρες τόσο διαφορετικές όσο η Κίνα και η Δανία αποδεικνύουν ότι η αύξηση του ΑΕΠ μπορεί να αποσυνδεθεί από την αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας.

Η έκθεση εντόπισε επίσης ορισμένες προκλήσεις:

- Σε μερικές περιφέρειες, κυρίως στην Αφρική, τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία, οι εμπειρογνώμονες ήταν σκεπτικοί σχετικά με την επίτευξη του 100% της προσφοράς ανανεώσιμης ενέργειας στις χώρες ή τις περιφέρειές τους μέχρι το 2050, κυρίως λόγω των κατοχυρωμένων συμφερόντων της συμβατικής ενεργειακής βιομηχανίας.
- Οι λύσεις απόρριψης δεν θα επαρκούν για τη μετατροπή του τομέα των μεταφορών, όπως η αντικατάσταση των κινητήρων καύσης με ηλεκτρικούς κινητήρες. Απαιτείται μετατόπιση από το δρόμο προς το σιδηρόδρομο.

- Η έλλειψη μακροπρόθεσμης πολιτικής ασφάλειας και η απουσία σταθερού κλίματος για επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμποδίζουν την ανάπτυξη στις περισσότερες χώρες.

Ο Άρθουρος Ζερβός, πρόεδρος της REN21, δήλωσε: "Όταν ιδρύθηκε το REN21 το 2004, το μέλλον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φαινόταν πολύ διαφορετικό από αυτό που συμβαίνει σήμερα. Τότε, κανείς δεν θα μπορούσε να φανταστεί ότι το 2016 η Κίνα θα γίνει η δύναμη παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές του κόσμου και ότι περισσότερες από τις μισές παγκόσμιες επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πραγματοποιηθούν στις αναδύμενες οικονομίες και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Εκείνη την εποχή, οι εκκλήσεις για ανανεώσιμη ενέργεια 100% δεν ελήφθησαν σοβαρά υπόψη, σήμερα οι κορυφαίοι εμπειρογνώμονες στον τομέα της ενέργειας συμμετέχουν σε ορθολογικές συζητήσεις σχετικά με τη σκοπιμότητά τους και σε ποιο χρονικό πλαίσιο (REN21 launches, Renewables Global Futures Report: Great debates towards 100% renewable energy, 114 renewable energy experts from around the world share their views on achieving 100% renewable energy by 2050, 2017).

Τέλος, προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη έργων βιοαερίου είναι η εξασφάλιση της συνεχούς παροχής πρωτογενούς πρώτης ύλης(συμβάσεις προμήθειας με τοπικούς αγρότες), χρήση τεχνολογιών αιχμής με υψηλή απόδοση μετατροπής, απλοποίηση της διαδικασίας χορήγησης αδειών και ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων μερών(επενδυτές, τοπικές αρχές). Η εκπαίδευση κατοίκων και τοπικών οργανώσεων καθώς και ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ τομέων ενέργειας και γεωργία θα μπορούσαν να συμβάλλουν θετικά στην ανάπτυξη έργων βιοαερίου. Τέλος, η βελτίωση των χρηματοδοτικών μηχανισμών, η εξασφάλιση ενός σταθμού πλαισίου για την πολιτική τιμών και τα θέματα λειτουργίας (χρήση χώνευσης) καθώς και ένα αυστηρότερο πλαίσιο για την προώθηση των «ώριμων» επιχειρηματικών σχεδίων μπορεί να προωθήσουν τέτοια έργα ακόμη πιο γρήγορα.

3.9 Ανακεφαλαίωση

Η διαχείριση των απορριμμάτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση βασίζεται στις αρχές πρόληψης, ανακύκλωσης, αδρανοποίησης των υπολειμμάτων και στη βελτιστοποίηση των μεθόδων διαχείρισης και απόθεσης. Η βασική ενέργεια που πραγματοποιείται και ενδείκνυται σημαντικά για την προστασία του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης, είναι μία μορφή ανακύκλωσης και πιο συγκεκριμένα η ανάκτηση ενέργειας στερεών απορριμμάτων και υπολειμμάτων.

Η συνολική ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων αυξάνεται συνεχώς. Συνεπώς, υπάρχουν εκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων που παράγονται κάθε χρόνο που πρέπει να διατίθενται με ασφάλεια χωρίς να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από την παραγωγή στερεών αποβλήτων, και την λάθος αξιοποίηση τους, η διαχείριση των στερεών αποβλήτων έχει γίνει μια μεγάλη ανησυχία σε όλο τον κόσμο.

Η αναερόβια χώνευση είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων υψηλής αντοχής, δεδομένου ότι παράγει ανανεώσιμη ενέργεια (βιοαέριο) και πολύτιμο προϊόν πέψης ως λίπασμα. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης ως προκαταρκτική επεξεργασία πριν από τη διάθεση των αποβλήτων ή την κομποστοποίηση προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ελαχιστοποίηση των μαζών και του όγκου, η απενεργοποίηση του βιολογικών και βιοχημικών διεργασιών προκειμένου να αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων και οσμών από υγειονομική ταφή, η μείωση των χωματερών και η παραγωγή ενέργειας με τη μορφή μεθανίου.

Η εφαρμογή του κομπόστ συνήθως βελτιώνει τις φυσικές, βιολογικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών. Η επαναλαμβανόμενη χρήση του, στα εδάφη αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, μειώνει τον κίνδυνο διαβρώσεων, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης ύδατος και θρεπτικών στοιχείων. Ιδιαίτερη οικολογική σημασία παρουσιάζει η δυνατότητά του να εγκλωβίζει τον άνθρακα σε οργανική μορφή στα εδάφη, επιβραδύνοντας έτσι την αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η αποδοτικότητα της αναερόβιας χώνευσης εξαρτάται από μερικές παραμέτρους. Η ανάπτυξη και η δραστηριότητά τους επηρεάζεται σημαντικά από τον αποκλεισμό του οξυγόνου, τη θερμοκρασία, τη τιμή του PH, τον ανεφοδιασμό με θρεπτικές ουσίες, την ένταση της ανάδευσης, καθώς και από την παρουσία και την ποσότητα ανασταλτικών παραγόντων (πχ. Αμμωνία). Η μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση είναι ένα εργαλείο για την αύξηση της αυτάρκειας των γεωργικών επιχειρήσεων ως προς τη ζήτηση ενέργειας και ως εκ τούτου για την λιγότερη εξάρτηση από τις διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς ενέργειας.

Ένας τομέας δράσης για αλλαγή στο τομέα της ενέργειας είναι η ανάπτυξη αναπτυσσόμενων αγορών και η υποστήριξη καινοτόμων τεχνολογιών και προϊόντων με βάση τους ανανεώσιμους πόρους. Για την προμήθεια της πρώτης ύλης βιομάζας, πρέπει να δημιουργηθούν βιώσιμες στρατηγικές που να είναι συμβατές με τις κλιματολογικές,

περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή και πρέπει εκτός από την υπολειμματική βιομάζα να προωθηθούν και οι ενεργειακές καλλιέργειες. Τα αστικά στερεά απορρίμματα μπορούν να αποδώσουν σημαντικά ποσά ενέργειας. Η αναερόβια διαδικασία μπορεί να είναι πιο σύνθετη, ακριβή και με υψηλό σύστημα αντιρρύπανσης για υγρά απόβλητα, αλλά απαιτεί μικρότερη έκταση, «παράγει» ενέργεια και έχει μειωμένη ρύπανση μέσω δυσοσμίων λόγω της καύσης του βιοαερίου, σε αντίθεση με την αερόβια χώνευση. Πιο συγκεκριμένα οι μικρές μονάδες βιοαερίου αποτελούν ιδανική λύση για εφαρμογή σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις για την αναερόβια χώνευση υγρής ζωικής κοπριάς, είτε ως μοναδική πρώτη ύλη, είτε σε συνδυασμό με υπόλειμμα ενεργειακής καλλιέργειας (π.χ. ενσίρνωμα καλαμποκιού) και βασίζονται στην καινοτόμα τεχνολογία υψηλής απόδοσης UDR.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ - ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό εισάγεται η έννοια της μεθοδολογίας για αξιολόγηση βιώσιμων-πράσινων μοντέλων και ανάλυση περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Περιγράφεται το μέτρο Strategic energy management (SEM) - ISO 50001, ως ένα ρυθμιζόμενο σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EnMS), επισημαίνοντας παράλληλα τους όρους εφαρμογής του πρωτοκόλλου, τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και τις μεταβλητές που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης. Τονίζεται η σημασία του σύνολο μεθοδολογιών για την σωστή αξιολόγηση νέων τεχνολογιών, αναφέροντας και την Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis, LCA) ως σημαντική μεθοδολογία για περιβαλλοντική αποτίμηση έργων. Τέλος, αναφέρονται παραδείγματα οικονομετρικού μοντέλου με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

Στόχος μας είναι η δημιουργία ενός βιώσιμου μοντέλου που θα οδηγήσει στην επίτευξη των στόχων του 2030 της Ε.Ε και θα συνδυάζει την επίτευξη ενός περιβαλλοντικού, οικονομικού και κοινωνικού σχεδιασμού. Μία κυκλική οικονομία που θα βασίζεται στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων με τις ανανεώσιμες πηγές να αντικαθιστούν όλο και περισσότερο τα ορυκτά καύσιμα. Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες για την αξιολόγηση νέων τεχνολογιών και στην επιλογή της καλύτερης. Στόχος της μελέτης

θα είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά, με βασικό στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας. Η ανάπτυξη και η εφαρμογή μοντέλων, δεικτών, μεθόδων και στρατηγικών είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση μελλοντικών πράσινων έργων.

4.2 Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων

Ο σκοπός της εκτίμησης αντικτύπου είναι να παραχθεί ένα σύνολο ποσοτικών και ποιοτικών μεταβλητών αποφάσεων που θα καθοδηγήσουν και θα υποστηρίξουν τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής αποφάσεων. Ο απώτερος στόχος της εκτίμησης επιπτώσεων είναι να αναλυθούν οι θετικές και αρνητικές επιπτώσεις που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη πρόταση πολιτικής, επιτρέποντας την ενημέρωση των πολιτικών για επίτευξη ανταγωνιστικών στόχων.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων είναι μια βοήθεια στη λήψη αποφάσεων, όχι υποκατάστατο της πολιτικής κρίσης. Αυτή δεν δημιουργεί απαραίτητα σαφή συμπεράσματα ή συστάσεις. Παρέχει, ωστόσο, σημαντική πληροφόρηση μέσω της ενημέρωσης υπεύθυνων λήψης αποφάσεων για τις συνέπειες των πολιτικών επιλογών.

Οι επιπτώσεις περιγράφονται ποιοτικά, ποσοτικά και σε νομισματικούς όρους και όταν αυτές είναι αξιόπιστες είναι πολύ σημαντικές. Η παρουσίαση τους με νομισματικούς όρους καθιστά ευκολότερη τη σύγκριση, διότι τα πάντα εκφράζονται στις ίδιες μονάδες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το επίπεδο αβεβαιότητας μπορεί να είναι υπερβολικά υψηλό για να προσδιοριστεί επακριβώς. Σε αυτές τις περιπτώσεις, πρέπει να δίδονται σειρές εύλογων τιμών. Οι κίνδυνοι και οι αβεβαιότητες που συνδέονται με το συγκεκριμένο κόστος και τα οφέλη πρέπει επίσης να συμπεριλαμβάνονται στο τελικό αποτέλεσμα εκτίμησης των επιπτώσεων. Οι αθροιστικές αβεβαιότητες προκύπτουν από ελλιπή γνώση βασικών φυσιολογικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών ή αν δεν είναι δυνατόν μερικές μεταβλητές να υπολογιστούν αναλυτικά (π.χ. όπου υπάρχουν ζητήματα δεοντολογίας), πρέπει να δοθεί τουλάχιστον ποιοτική αξιολόγηση (Helge Brattebo, Strategic Research Areas 2014-2023, Sustainability, Environmental and sustainability assessments).

4.3 Περιγραφή μέτρου(SEM) - ISO 50001: Ένα ρυθμιζόμενο σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EnMS)

Η ανάλυση ενός έργου βιοαερίου απαιτεί μία Στρατηγική Διαχείριση της Ενέργειας (Strategic energy management -SEM) με βασικό σκοπό την επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες της εγκατάστασης, τη συντήρηση και τις συμπεριφορές του έργου.

Η στρατηγική διαχείριση της ενέργειας (SEM) επικεντρώνεται στην επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες, τη συντήρηση και τη συμπεριφορά των εγκαταστάσεων και την αναβάθμιση του εξοπλισμού σε εγκαταστάσεις μεγάλης χωρητικότητας, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών κτιρίων. Οι εγκαταστάσεις μπορούν να δημιουργήσουν ένα φάσμα δράσεων SEM, που κυμαίνονται από μια απλή διαδικασία για τον τακτικό προσδιορισμό ενεργειών εξοικονόμησης ενέργειας έως τη θέσπιση ενός επίσημου, αναγνωρισμένου ή πιστοποιημένου πλαισίου SEM τρίτων για τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Σε γενικές γραμμές, τα προγράμματα SEM που θα αποτελέσουν μέρος ενός προγράμματος κοινής ωφέλειας θα περιλαμβάνουν ένα σύνολο στόχων, αρχών και πρακτικών που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, οι οποίες δίνουν έμφαση στη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ή εξοικονόμησης μέσω της διαχείρισης ενέργειας και ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας (EnMS) , όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 50001, αποτελεί μια τυπική διαδικασία για έναν οργανισμό για τη θέσπιση πολιτικών, στόχων και μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και για την εφαρμογή και αξιολόγηση των ενεργειών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης που έχουν ληφθεί για την επίτευξη αυτών των στόχων. Ένας οργανισμός χρησιμοποιεί αυτό το πλαίσιο για να ενσωματώσει τη χρήση και την κατανάλωση ενέργειας στις διαδικασίες διαχείρισης του.

Για να παρέχει κάποια καθοδήγηση στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ενόψει των προγραμμάτων SEM, η Κοινοπραξία για την Ενεργειακή Απόδοση (CEE) έχει καθιερώσει τον ακόλουθο ορισμό εργασίας για το SEM: "Η Στρατηγική Διαχείριση Ενέργειας μπορεί να οριστεί ως μια ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση της χρήσης ενέργειας, προκειμένου να βελτιώνεται συνεχώς η ενεργειακή απόδοση επιτυγχάνοντας μακροχρόνια επίμονη εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους και να επικεντρώνεται στην αλλαγή επιχειρηματικής πρακτικής από τα ανώτερα στελέχη στο προσωπικό του εργαστηρίου. Η SEM δίνει έμφαση στον εξοπλισμό και στη διευκόλυνση της διαχείρισης των εγκαταστάσεων και του

προσωπικού να επηρεάσουν την κατανάλωση ενέργειας μέσω συμπεριφορών και επιχειρησιακών αλλαγών. Αν το SEM δεν δίνει έμφαση σε μια τεχνική ή στο επίκεντρο του έργου που προσεγγίζεται, οι αρχές και οι στόχοι SEM μπορούν να υποστηρίξουν το κεφάλαιο υλοποίησης του έργου".

Η Κοινοπραξία για την Ενεργειακή Απόδοση (CEE) ανέπτυξε ένα σύνολο τριών ελάχιστων στοιχείων SEM - δέσμευση πελατών, σχεδιασμό και υλοποίηση, καθώς και ένα σύστημα μέτρησης και αναφοράς που υποστηρίζεται από 13 συγκεκριμένα στοιχεία του SEM (ελάχιστα στοιχεία SEM) και συγκεκριμένες ευθύνες για ανώτερα διευθυντικά στελέχη και ομάδα διαχείρισης ενέργειας. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε κάθε βιομηχανικό πρόγραμμα SEM δεν ενσωματώνονται όλα αυτά τα στοιχεία.

Πολλά προγράμματα SEM χρησιμότητας αναμένουν να εξοικονομήσουν 5% ή περισσότερο της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας εγκατάστασης, βοηθώντας τους συμμετέχοντες να εφαρμόσουν αυτά τα στοιχεία SEM (CEE 2014). Για να αποκτήσουν εξοικονόμηση, τα προγράμματα SEM χρησιμότητας υποστηρίζουν την ικανότητα των συμμετεχόντων να βελτιώνουν συνεχώς τις ενεργειακές επιδόσεις μέσω της υιοθέτησης πρακτικών SEM.

Το πρότυπο ISO 50001 είναι ένα διεθνές πρότυπο με ένα καθορισμένο EnMS "plan-do-check-act" που θέτει μια σειρά οργανωτικών πρακτικών για την αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας και τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Το πρότυπο ISO 50001 περιλαμβάνει επίσης μεθόδους για τον υπολογισμό των μεταβολών της απόδοσης κατά τη διάρκεια της περιόδου και απαιτεί τεκμηριωμένες ενδείξεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Δεδομένου ότι το πρότυπο ISO 50001 το διαχειρίζεται ο χρήστης, οι οργανισμοί που επιδιώκουν την πιστοποίηση ISO 50001 υπόκεινται σε έλεγχο πιστοποίησης που διενεργείται από ειδική ομάδα ελέγχου από εθνικό διαπιστευμένο οργανισμό πιστοποίησης.

4.3.1 Όροι εφαρμογής του πρωτοκόλλου

Ο στόχος αυτού του πρωτοκόλλου αξιολόγησης SEM είναι να βοηθήσει τους αξιολογητές προγραμμάτων και τους διαχειριστές να εκτιμήσουν με ακρίβεια την ακαθάριστη εξοικονόμηση ενέργειας των προγραμμάτων SEM χρησιμότητας. Το πρωτόκολλο αυτό επικεντρώνεται στις βέλτιστες πρακτικές για την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας για μεμονωμένες μεγάλες εμπορικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αν και το πρωτόκολλο

περιγράφει επίσης μεθόδους για τη διενέργεια ανάλυσης για την εκτίμηση της μέσης εξοικονόμησης ανά εγκατάσταση για μια ομάδα εγκαταστάσεων.

Οι αξιολογητές θα πρέπει να εφαρμόζουν αυτό το πρωτόκολλο όταν πληρούνται όλες οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

Ο στόχος αξιολόγησης εκτιμά τις μεταβολές στην κατανάλωση ενέργειας (εξοικονόμηση) ή την ένταση κατανάλωσης ενέργειας (κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής ή μονάδας επιφάνειας δαπέδου) από δραστηριότητες SEM. Δεν υπολογίζεται η εκτίμηση της εξοικονόμησης αιχμής ζήτησης. Ενώ πολλά προγράμματα SEM παρέχουν κορυφαία εξοικονόμηση ζήτησης, η εκτίμηση αυτών των αποταμιεύσεων απαιτεί διαφορετικά δεδομένα και μεθόδους ανάλυσης από αυτές που παρουσιάζονται στο παρόν πρωτόκολλο.

Τα προγράμματα SEM μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά ενέργειας, αλλά η εξοικονόμηση μπορεί να είναι μόνο ένα μικρό ποσοστό της κατανάλωσης της εγκατάστασης και μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπιστεί στατιστικά. Οι αξιολογητές μπορούν να πραγματοποιήσουν ανάλυση στατιστικής ισχύος χρησιμοποιώντας τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας βασικής γραμμής για να εκτιμήσουν την πιθανότητα ανίχνευσης της αναμενόμενης εξοικονόμησης (επίσης γνωστή ως στατιστική ισχύς της μελέτης).

4.3.2 Δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας

Οι αξιολογητές θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της βασικής γραμμής SEM και των περιόδων αναφοράς για όλους τους τύπους ενέργειας που θα αξιολογήσει το πρόγραμμα SEM. Ο αξιολογητής πρέπει να συλλέξει αυτά τα δεδομένα από τον προμηθευτή υπηρεσιών κοινής ωφέλειας ή από τον διαχειριστή του προγράμματος.

Οι αξιολογητές θα πρέπει να προσπαθήσουν να συλλέξουν δεδομένα ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας εγκατάστασης για ανάλυση. Εάν είναι διαθέσιμα, τα ωριαία δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας μπορούν να συγκεντρωθούν στο ημερήσιο επίπεδο. Η συλλογή δεδομένων υψηλής συχνότητας ενθαρρύνεται για διάφορους λόγους. Τα δεδομένα υψηλής συχνότητας συνήθως αυξάνουν την πιθανότητα ανίχνευσης εξοικονόμησης ενέργειας. Για παράδειγμα, πρόσφατη μελέτη για τη Διοίκηση Εξουσίας Bonneville (BPA) διαπίστωσε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας των δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας μιας μονάδας και της στατιστικής σημασίας της εξοικονόμησης ενέργειας SEM. Τα δεδομένα υψηλής συχνότητας ενδέχεται να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με

τα αποτελέσματα του προγράμματος SEM. Για παράδειγμα, με δεδομένα ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας, μπορεί να είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι επιδράσεις των μέτρων SEM που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας κλιματισμού χώρου συσχετίζοντας την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας με τους ημερήσιους βαθμούς ψύξης. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας δεδομένα ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας, να είναι δυνατός ο εντοπισμός των ειδικών επιπτώσεων των μέτρων που αποσκοπούν στον αντίκτυπο των τρόπων λειτουργίας της εβδομάδας (παραγωγής) ή του Σαββατοκύριακου (μη παραγωγής).

4.3.3.Μεταβλητές που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης

Οι αξιολογητές θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στους κύριους κινητήρες της εγκατάστασης. Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, οι κύριοι οδηγοί κατανάλωσης ενέργειας θα είναι συνήθως οι παραγωγοί και οι καιρικές συνθήκες. Σε εμπορικά κτίρια, οι κύριοι οδηγοί πιθανότατα θα είναι η κατοχή και ο καιρός. Σε εμπορικά κτίρια όπως τα γραφεία, η διαμόρφωση χώρου είναι συνήθως η μοναδική μεγαλύτερη ενεργειακή τελική χρήση, αντιπροσωπεύοντας πάνω από το 40% της συνολικής κατανάλωσης κτιρίων.

Η ακρίβεια των εκτιμήσεων της εξοικονόμησης μπορεί να βελτιωθεί εάν οι αξιολογητές συλλέξουν στοιχεία για το κλείσιμο κτιρίων για εμπορικά κτίρια και για πλήρη ή μερική διακοπή λειτουργίας βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση πληροφοριών σχετικά με τις σχολικές διακοπές και την κατοχή σε μοντέλα κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια του μοντέλου. Ομοίως, μια βιομηχανική εγκατάσταση θα έχει πιθανώς πολύ διαφορετική κατανάλωση ενέργειας όταν είναι αδρανής από ό,τι όταν είναι ανοιχτή αλλά παράγουν μικρό όγκο εξόδου. Οι γνώσεις σχετικά με τις συνθήκες λειτουργίας των βιομηχανικών εγκαταστάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ακρίβειας των εκτιμήσεων εξοικονόμησης ενέργειας (James Stewart, Chapter 24: Strategic Energy Management (SEM) Evaluation Protocol, The Uniform Methods Project: Methods for Determining Energy Efficiency Savings for Specific Measures, NREL/SR-7A40-68316. 2016-2018).

4.4 Σύνολο μεθοδολογιών για την σωστή αξιολόγηση νέων τεχνολογιών

Οι κύριες διαθέσιμες μεθοδολογίες είναι η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας, η ανάλυση κόστους-οφέλους, η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων και η ανάλυση κινδύνου.

A) Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας

Ο όρος «αποτελεσματικότητα» σημαίνει ότι ένα μέτρο είναι ικανό να επιτύχει το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Αυτό σχετίζεται με τις επιπτώσεις μιας παρέμβασης στο σύνολο των εισροών που απαιτούνται για την παραγωγή αυτών των αποτελεσμάτων, με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Τυπικά, η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας περιλαμβάνει τον υπολογισμό του λόγου κόστους-αποτελεσματικότητας χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του «λιγότερο κόστους», η οποία διατηρεί σταθερή την παραγωγή και αναζητά τον οικονομικότερο τρόπο επίτευξής της (π.χ. το ελάχιστο κόστος ανά μονάδα CO₂ μειωμένο). Πλήρης αποδοτικότητα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση, η οποία περιλαμβάνει τον υπολογισμό του εξωτερικού κόστους.

B) Ανάλυση κόστους-οφέλους

Η ανάλυση κόστους-οφέλους (CBA) συνεπάγεται τον προσδιορισμό και τη νομισματική αξιολόγηση των αναμενόμενων οικονομικά και κοινωνικά οφελών και του κόστους των προτεινόμενων δημόσιων πρωτοβουλιών. Η κύρια διαφορά μεταξύ της ανάλυσης κόστους / ωφέλειας και της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας είναι ότι τα αποτελέσματα αξιολογούνται και μεταφράζονται σε καθαρά χρηματικά οφέλη. Το CBA ως το θεμελιωμένο εργαλείο της οικονομικής πρόνοιας βασίζεται στις προτιμήσεις του ατόμου και διασφαλίζει ότι οι προτιμήσεις αυτές λαμβάνονται υπόψη στις αποφάσεις. Οι τεχνικές περιβαλλοντικής αποτίμησης με βάση τις προτιμήσεις του ατόμου είναι σύμφωνες με τις βασικές οικονομικές αρχές που διέπουν την ευημερία CBA. Τεχνικές βασισμένες στις προτιμήσεις των υπευθύνων λήψης αποφάσεων, ομάδων συμφερόντων ή εμπειρογνομόνων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικό ή συμπληρωματικό εργαλείο λήψης αποφάσεων στην ανάλυση κόστους-οφέλους.

Γ) Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων

Ο όρος αυτός καλύπτει ένα ευρύ φάσμα τεχνικών που όλοι μοιράζονται τον κοινό στόχο συνδυάζοντας ένα φάσμα θετικών και αρνητικών επιπτώσεων σε ένα ενιαίο πλαίσιο που θα επιτρέψει την ευκολότερη σύγκριση σεναρίων και λήψης αποφάσεων. Η τεχνική αυτή μπορεί να είναι χρήσιμη για τη λήψη αποφάσεων και για τον υπεύθυνο που θα πρέπει να αξιολογήσει

έργα για τα οποία υπάρχει ένα μεγάλο ποσό πληροφοριών σχετικά με διάφορες επιπτώσεις και όπου αυτές οι πληροφορίες βρίσκονται σε διαφορετικές μορφές. Οι επιπτώσεις παρουσιάζονται ως μείγμα ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων και παρουσιάζουν διαφορετικούς βαθμούς αβεβαιότητας.

Στην πραγματικότητα, υπάρχουν πολλές αναλυτικές τεχνικές που θα μπορούσαν να αναγνωριστούν ως πολυκριτήρια (MCA) και συνεπώς, πολλά διαφορετικά λογισμικά που έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίξουν τον αναλυτή κατά την εκτέλεση αυτών των συνήθων βασικών βημάτων:

- Τον προσδιορισμό του στόχου και των επιλογών για την επίτευξη του στόχου.
- Το καθορισμό κριτηρίων που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση των επιλογών (πρέπει να είναι μετρήσιμα - τουλάχιστον σε ποιοτικούς όρους).
- Βαθμολόγηση του επιπέδου στο οποίο κάθε επιλογή πληροί τα κριτήρια.
- Εκχώρηση βαρών σε κάθε κριτήριο για να αντικατοπτρίζεται η σχετική σημασία τους για το κριτήριο-απόφαση.
- Κατάταξη των επιλογών συνδυάζοντας τα αντίστοιχα βάρη και βαθμολογίες.

Δ) Ανάλυση κινδύνου

Η ανάλυση κινδύνου αναφέρεται στην εκτίμηση του κινδύνου για τα άτομα και την κοινωνία όσον αφορά ένα ανεπιθύμητο συμβάν και τις πιθανές συνέπειες εάν συμβεί (δηλαδή κρούση ταυτοποίηση). Οι εκτιμήσεις των κινδύνων μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν ποιες είναι οι επιλογές που διατίθενται για τη μείωση ή την εξάλειψη του κινδύνου και / ή τις συνέπειες του. Η διαχείριση κινδύνων είναι μια δραστηριότητα εννοιολογικά διακριτή από την εκτίμηση κινδύνου, η οποία συνεπάγεται πολιτική για το εάν και πώς να ανταποκρίνεται σε κινδύνους για την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον. Το κατάλληλο επίπεδο του «αποδεκτού κινδύνου» είναι μια επιλογή πολιτικής και όχι μια επιστημονικής.

Άλλες παραλλαγές αυτών των μεθόδων υπάρχουν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν είναι κατάλληλο να συμβεί. Παραδείγματα είναι η αξιολόγηση κόστους, η εκτίμηση κινδύνου-κινδύνου και η αξιολόγηση διασταυρούμενων κινδύνων.

4.4.1 Οικονομική και Περιβαλλοντική Αποτίμηση έργων μέσω μιας Ολοκληρωμένης Μεθόδου που βασίζεται σε LCA και MCDA

Η πρόοδος των επιχειρήσεων κινείται γρήγορα και το κλειδί για τη διατήρηση του πλεονεκτήματος και της ανταγωνιστικότητας είναι η έρευνα και η συνεχής βελτίωση. Εκτός από την οικονομική πλευρά, το περιβάλλον είναι πάντα αντικείμενο της ανάλυσης και αξιολόγησης. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να εκτιμηθούν μεμονωμένα τόσο οι οικονομικές όσο και οι περιβαλλοντικές πτυχές, αλλά για να εξασφαλιστεί υψηλή ποιότητα βελτίωσης απαιτείται μια ολοκλήρωση διαφόρων μεθόδων και θεωριών. Έτσι, η έρευνα αυτή παρέχει μια ενσωμάτωση δύο διαφορετικών προσεγγίσεων: την αξιολόγηση Life Cycle Assessment (LCA) και την ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων (MCDA). Το πρώτο επιτρέπει στον αναλυτή να κατανοήσει το περιβαλλοντικό ζήτημα. Το δεύτερο είναι χρήσιμο για να επιλεγεί η καλύτερη λύση για βελτίωση. Ο κύριος σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αναπτύξει μια συστηματική μέθοδο, εύκολη στη χρήση και να δώσει χρήσιμα αποτελέσματα.

Η βελτιστοποίηση της χρήσης περιορισμένων πόρων είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων. Επομένως, η οικονομική αξιολόγηση αποτελεί ζωτικό εργαλείο. Μπορεί να απαριθμήσει το δυνητικό κόστος και να εκτιμήσει τα αναμενόμενα οφέλη ενός προτεινόμενου προγράμματος, πολιτικής ή ρυθμιστικής πρωτοβουλίας και να αντικατοπτρίζει τα συμφέροντα των εναλλακτικών λύσεων. Υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη αναγνώριση ότι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία απαιτούν συχνά αποτίμηση από οικονομικής απόψεως, προκειμένου να ληφθούν επαρκώς υπόψη στην πολιτική. Μια ολοκληρωμένη οικονομική ανάλυση αυτών των επιπτώσεων μπορεί να συλλάβει το κρυφό κόστος και τα οφέλη των επιλογών πολιτικής, καθώς και τις συνέργειες και τις θεσμικές οικονομίες κλίμακας που μπορούν να επιτευχθούν μέσω συμπληρωματικών πολιτικών που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη. Για παράδειγμα, τα οικονομικά οφέλη που απορρέουν από αειφόρες πρακτικές στον τομέα της δασοκομίας μπορεί να είναι σημαντικά όταν οι επιπτώσεις αναλύονται ως μέρος μιας ολοκληρωμένης δέσμης μέτρων πολιτικής. Αυτό θα αφορούσε όχι μόνο θέματα απασχόλησης και μείωσης της φτώχειας, αλλά και μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της συντήρησης ή εξάντλησης των δασών, καθώς και το κόστος για την υγεία των ασθενειών που συνδέονται με την αποψίλωση των δασών, εκτιμώντας το κόστος της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Rob Barnes 2004).

Ως εκ τούτου, ένα βασικό στοιχείο επίσης είναι η ανασκόπηση των μεθόδων οικονομικής αποτίμησης των συνδεδεμένων επιπτώσεων στο περιβάλλον και την υγεία, καθώς και καθοδήγηση για τη διεξαγωγή οικονομικής αποτίμησης τέτοιων επιπτώσεων. Η ανασκόπηση των οικονομικών προσεγγίσεων είναι προϊόν κοινής προσπάθειας μεταξύ διαφόρων κορυφαίων διεθνών εμπειρογνομόνων στην οικονομία της υγείας και στην περιβαλλοντική οικονομία.

Περιγράφεται επιπλέον ο τρόπος με τον οποίο η αξιολόγηση και η αποτίμηση της ακεραιότητας ή της υποβάθμισης του οικοσυστήματος μπορεί να συνδεθεί με την ποσοτικοποίηση και την εκτίμηση συγκεκριμένων αποτελεσμάτων της υγείας και να περιγράψει τα βήματα που απαιτούνται συνήθως για τη διεξαγωγή συστηματικής οικονομικής ανάλυσης. Η ανασκόπηση εξετάζει τα ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή εργαλείων όπως η ανάλυση κόστους-οφέλους και η σχέση κόστους / αποτελεσματικότητας. Επιπλέον, η αναθεώρηση υπογραμμίζει τη σημασία της ανάλυσης της κατανομής του κόστους και των ωφελειών οποιασδήποτε στρατηγικής παρέμβασης σε διάφορες κοινωνικοοικονομικές ομάδες. Οι τρόποι με τους οποίους η οικονομική ανάλυση του περιβάλλοντος και της υγείας μπορεί να ενσωματωθεί σε ευρύτερα σχέδια ή προγράμματα, όπως οι στρατηγικές μείωσης της φτώχειας, είναι ένα άλλο θέμα που καλύπτεται.

Τα οικονομικά μέσα είναι επίσης σημαντικά για τη χρηματοδότηση και την υποστήριξη της επιτυχούς εφαρμογής της πολιτικής για το περιβάλλον και την υγεία. Χρήση μέσων θεωρούνται οι φόροι, οι επιδοτήσεις, τα τέλη χρήσης και τα μέσα που βασίζονται στην αγορά (π.χ. φόροι επί των εκπομπών). Τα παραδείγματα μελέτης περιπτώσεων απεικονίζουν μερικές από τις επιτυχίες και αποτυχίες της εφαρμογής τους σε πραγματικές καταστάσεις χώρας.

Σημαντική είναι και η παρουσίαση της αξιολόγησης του κύκλου ζωής (LCA) για τα βιοκαύσιμα. Η παρουσίαση επικεντρώνεται στην ενέργεια και τα βιοκαύσιμα, στις ενδιαφέρουσες περιβαλλοντικές πτυχές των βιοκαυσίμων και στον τρόπο εκτίμησης του κύκλου ζωής με ορισμένα παραδείγματα σχετικά με τα συστήματα βιοκαυσίμων. Περιγράφονται τα στάδια μιας τέτοιας ανάλυσης(LCA) βιοκαυσίμων, με βασικά στοιχεία το στόχο και το πεδίο εφαρμογής, την απογραφή, την εκτίμηση επιπτώσεων και την ερμηνεία. Περιγράφονται μέθοδοι για την ολοκλήρωση αυτών των βημάτων, με προτάσεις για στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής και ειδικότερα στα βιοκαύσιμα. Αναφέρονται πτυχές της επέκτασης των βιοκαυσίμων στις

Η.Π.Α., μαζί με τις δυνατότητες αλλαγών στα βήματα σε άλλα σχετικά συστήματα (<https://www.science.gov>).

Όσον αφορά τη περιβαλλοντική διάσταση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης η ανάλυση κύκλου ζωής αποδεικνύει έμπρακτα ότι συμφέρει σε σύγκριση με την απελευθέρωση των αποβλήτων στα ΧΥΤΑ.

Η ανάλυση κύκλου ζωής (AKZ- Life Cycle Analysis, LCA) είναι μία μέθοδος που έχει σαν στόχο την αναγνώριση, εκτίμηση και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από μία δραστηριότητα ή από συνδυασμό δραστηριοτήτων. Τα ισοζύγια ενέργειας και υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιηθούν οι εκπομπές, η μείωση των πρώτων υλών και των καυσίμων που χρησιμοποιούν ενέργεια, σε όλη τη διαδικασία μετατροπής των υλικών σε ωφέλιμα προϊόντα, καθώς και η εναπόθεση των παραπροϊόντων της διαδικασίας αποτελούν βασικές συνιστώσες της εν λόγω διαδικασίας και λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (χρήση πόρων, υγεία ανθρώπου στον παρόν και στο μέλλον, οικολογικές συνέπειες).

Η παράμετρος που επηρεάζει σημαντικά την Ανάλυση Κύκλου Ζωής για την περίπτωση της αναερόβιας επεξεργασίας είναι η ποσότητα μεθανίου που παράγεται κατά αυτήν τη διεργασία. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή μεθανίου είναι η σύσταση των απορριμμάτων που υπόκεινται στην αναερόβια επεξεργασία, καθώς επίσης και η αντίστοιχη τεχνολογία αναερόβιας επεξεργασίας που εφαρμόζεται. Στην ουσία η παραγωγή μεθανίου συνδέεται με την παραγωγή ενέργειας, οπότε μία ακόμη σημαντική παράμετρος που επηρεάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι το καύσιμο που αντικαθιστά το μεθάνιο της αναερόβιας επεξεργασίας. Για παράδειγμα αν πρόκειται να αντικαταστήσει άνθρακα, τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι πολύ μεγαλύτερης τάξης από το να αντικαθιστούσε φυσικό αέριο.

Η μελέτη Ανάλυσης του κύκλου ζωής που αναφέρεται για την αναερόβια επεξεργασία, έκανε σύγκριση της συγκεκριμένης μεθόδου με άλλες μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων όπως είναι η καύση με ανάκτηση ενέργειας και η διάθεση απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής με ή και χωρίς ανάκτηση ενέργειας σε αυτή τη περίπτωση. Αναλύθηκαν συγκριτικά σε κάθε περίπτωση τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα βάσει των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχουν για να βρεθεί η καταλληλότερη μέθοδος για τη διαχείριση απορριμμάτων ανάλογα με την περίπτωση που εξετάζεται. Συγκεκριμένα η μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής του Sundqvist, J.-O, συγκρίνονται οι μέθοδοι της αναερόβιας

χώνευσης και της κομποστοποίησης, με τις μεθόδους της ταφής, της καύσης και της ανακύκλωσης υλικών, όπως το πλαστικό και το χαρτόνι (Sundqvist, J.-O., How should municipal solid waste be treated- a system study of incineration material recycling, anaerobic digestion and composting, Swedish Environmental Research Institute, 2005).

Σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η περίπτωση της υγειονομικής ταφής παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επίδραση, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου διατίθεται σύστημα ανάκτησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του βιοαερίου που εκπέμπεται. Η ανακύκλωση και η αναερόβια επεξεργασία παρουσιάζουν τη μικρότερη επίδραση, εξαιτίας της αποφυγής χρησιμοποίησης συμβατικών (ορυκτών) καυσίμων για την παραγωγή των ανακυκλώσιμων υλικών και ηλεκτρικής ενέργειας, που αντικαθίσταται από τη χρήση του βιοαερίου.

Σχετικά με τις άλλες εκπομπές που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως είναι η οξύνιση, ο ευτροφισμός, φωτοχημικές εκπομπές (VOCs και NOx) η περίπτωση της υγειονομικής ταφής συνεχίζει να αποτελεί την πιο σημαντική επίδραση σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με την οξύνιση, η κομποστοποίηση παρουσιάζει εκπομπές εξαιτίας της αμμωνίας που απελευθερώνεται, ενώ επίδραση στο συγκεκριμένο φαινόμενο από την αναερόβια επεξεργασία οφείλεται στις εκπομπές NOx ενώ σχετικά με τον ευτροφισμό οφείλεται κυρίως στο χωνευμένο υπόλειμμα και στο κομποστ, για την αναερόβια επεξεργασία και την κομποστοποίηση αντίστοιχα.

Σημαντική παράμετρο αποτελεί ο τρόπος χρησιμοποίησης του βιοαερίου που παράγεται από την αναερόβια επεξεργασία. Για παράδειγμα στη μελέτη Life Cycle Assessment of different uses of biogas from anaerobic digestion of separately collected biodegradable waste in France, παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου, της οξύνισης και του ευτροφισμού, καθώς επίσης και οι ενεργειακές απαιτήσεις, βάσει των διαφορετικών χρήσεων του βιοαερίου.

Table 4. 1: Τρόπος χρήσης του βιοαερίου που παράγεται από την αναερόβια επεξεργασία και οι αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Χρήση Βιοαερίου (Διαδικασία που αντικαθίσταται)	Πρωταρχική Ενέργεια-Μη Ανανεώσιμη MJ	Εκπομπές θερμοκηπίου σε g eq CO ₂	Εκπομπές οξύνισης σε g eq SO ₂	Ευτροφισμός σε g eq PO ₄ -P
Θέρμανση (Πετρέλαιο)	-13	-1390	1.5	0.59
Θερμική Ενέργεια (Φυσικό Αέριο)	-8.6	-1141	4.0	0.74
Ηλεκτρική Ενέργεια	-9.8	-327	3.8	0.76

Συμπαραγωγή (Πετρέλαιο)	-20	-920	3.2	0.72
Συμπαραγωγή (Φυσικό αέριο)	-18	-800	4.4	0.80

Σημειώνεται ότι για το φαινόμενο του θερμοκηπίου οποιαδήποτε χρήση του βιοαερίου συμβάλλει θετικά σε σχέση με το καύσιμο που αντικαθιστά. (Εφαρμογές Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) για την αξιολόγηση μονάδων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με την τεχνολογία της κομποστοποίησης και της αναερόβιας χώνευσης, Ανάπτυξη και εφαρμογή πιλοτικού συστήματος για την ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Τήνο σε συμφωνία με την Οδηγία Πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα, 2011).

4.5 Οικονομικό Μοντέλο NEMESIS με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος

Όσον αφορά την εφαρμογή στρατηγικών για την αειφόρο ανάπτυξη από τον Paul Zagamé, δημιουργήθηκε ένα νέο οικονομικό μοντέλο - NEMESIS για την υλοποίηση-προστασία του περιβάλλοντος και των στρατηγικών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και χαρακτηρίζεται ως ένα λεπτομερές οικονομικό μοντέλο που περιλαμβάνει 30 παραγωγικούς τομείς και 16 ευρωπαϊκές χώρες. Ο τελικός σκοπός αυτού του μοντέλου είναι να παράσχει ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση διαφορετικών πολιτικών που στοχεύουν στην επίτευξη βιώσιμης χρήσης ενέργειας μακροπρόθεσμα, καθώς και διαρθρωτικές πολιτικές, όπως περιβαλλοντικές πολιτικές, πολιτικές Επιχειρηματικότητας & Ανάπτυξης και δημοσιονομικές πολιτικές.

Η οικονομική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πολιτικών γίνεται χρησιμοποιώντας μοντέλα ισορροπίας κατάλληλων για μακροπρόθεσμη ανάλυση, αλλά λιγότερο προσαρμοσμένων στις προβλέψεις και στα σενάρια, λιγότερο αποτελεσματικών για την περιγραφή των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων συνεπειών των πολιτικών και περισσότερο προσανατολισμένων στις κανονιστικές πτυχές της συμπεριφοράς. Τα οικονομικά μοντέλα, από την άλλη πλευρά, μπορούν να ανταποκριθούν καταλληλότερα στις ανάγκες αυτές και στο οικονομικό μοντέλο NEMESIS λειτουργεί ιδιαίτερα καλά, χάρη στο επίπεδο λεπτομέρειας.

Τα γενικά χαρακτηριστικά του NEMESIS είναι τα εξής:

- Είναι ένα οικονομικό μοντέλο όπου όλες οι συμπεριφορικές εξισώσεις είναι οικονομικές και υπολογίζονται με μεθόδους που χρησιμοποιούν την πρόσφατη πρόοδο

στην οικονομετρία χρονοσειρών και με προδιαγραφές δυναμικών σχέσεων όσον αφορά τη διόρθωση σφαλμάτων. Η προσέγγιση πολλαπλών χωρών επιτρέπει τη χρήση συγκεντρωτικού πίνακα μεθοδολογίας. Περιλαμβάνει λεπτομερή ενότητα ενεργειακού περιβάλλοντος. Στο NEMESIS, περιγράφονται οι επιδράσεις διαφόρων περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ενεργειακών πολιτικών για τις οικονομίες της ΕΕ και την κατάσταση του περιβάλλοντος.

➤ Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη διάφορων μέσων πολιτικής σχετικά με τη συμπεριφορά των παραγόντων και μια κατάσταση περιβαλλοντικής ενότητας που χρησιμοποιεί δείκτες (προστιθέμενη αξία, κατανάλωση κ.λπ.) και τους μετατρέπει σε δείκτες που σχετίζονται με την ενέργεια, όπως οι τιμές, οι όγκοι και οι εκπομπές ρύπων (CO₂, SO₂, NOX, κ.λπ.), που διαφοροποιούνται ανά τομέα, χώρα, καύσιμο και ανθεκτικά εμπορεύματα. Αυτά τελικά μεταφράζονται σε εναποθέσεις, συγκεντρώσεις στον αέρα και δεδομένα ζημιών.

➤ Ενσωματώνει νέους μηχανισμούς παραγωγής. Σε μια πρώτη έκδοση, η παραγωγή περιγράφεται μια συνάρτηση που καθορίζει τις απαιτήσεις του παράγοντα παραγωγής (ενέργεια, κεφάλαιο και εργασία). Η δεύτερη έκδοση περιλαμβάνει μία ενδογενές απόφαση σχετικά με τις εξωτερικές επιπτώσεις της έρευνας και ανάπτυξης και των γνώσεων (αποτελέσματα αλληλεπίδρασης) μεταξύ τομέων και χωρών. Αυτοί οι μηχανισμοί από την πλευρά της προσφοράς αποτελούν τη βάση στις νέες θεωρίες ανάπτυξης (ενδογενής ανάπτυξη). Η εξίσωση για τις απαιτήσεις του παράγοντα και τις τιμές λαμβάνονται χρησιμοποιώντας μια υπόθεση βελτιστοποίησης της συμπεριφοράς, σύμφωνα με την οποία οι αποφάσεις Επιχειρηματικότητας & Ανάπτυξης έχουν συνέπειες όσον αφορά την καινοτομία. Η διατομεακή διάδοση των καινοτομιών θα περιγραφεί με τις κλασσικές επιπτώσεις που επηρεάζουν τις μεθόδους. Η προσέγγιση αυτή θα βασίζεται στο μονοπωλιακό πλαίσιο ανταγωνισμού της νέας μακροοικονομικής σύνθεσης.

➤ Αντιπροσωπεύει τομεακές αλληλεπιδράσεις: το μοντέλο NEMESIS περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ λεπτομερών τομέων με τέσσερις κύριους διαύλους:

- Την κατανομή της κατανάλωσης μεταξύ των διαφόρων τομέων.
- Την ανταλλαγή ενδιάμεσων αγαθών.
- Την ανταλλαγή κεφαλαιουχικών αγαθών.
- Τις τεχνολογικές μεταφορές μεταξύ τομέων.

Η άποψη που υιοθετείται είναι ότι τα αποτελέσματα μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα είναι αποτέλεσμα μιας τομεακής δυναμικής με ισχυρές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων που περιγράφονται από πίνακες ανταλλαγής ("μετατρέπονται οι μήτρες") μεταξύ των τομέων των ενδιάμεσων αγαθών, επενδυτικών αγαθών και μεταφορών τεχνολογίας.

Το μοντέλο NEMESIS παρέχει μακροοικονομικά αποτελέσματα, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο (ΑΕγχΠ, εξαγωγές, εισαγωγές, απαιτήσεις παραγωγού, απασχόληση, E & A δαπάνες, κατάσταση του περιβάλλοντος). Ως λεπτομερές τομεακό μοντέλο, το NEMESIS παρέχει επίσης κάποια αποτελέσματα σε τομεακό επίπεδο.

Το μοντέλο έχει ως στόχο τα σενάρια πρόβλεψης σε βραχυπρόθεσμο μεσοπρόθεσμο (2-8 έτη) ή συνεπή γραμμή βάσης και σενάρια έως 15 ετών, συμπεριλαμβανομένων των σεναρίων βιώσιμης ανάπτυξης. Επιπλέον έχει ως στόχο την αξιολόγηση περιβαλλοντικών πολιτικών ή ενεργειακών πολιτικών και ιδιαίτερα μετριασμού των πολιτικών CO₂ και την αξιολόγηση ενός ευρέος φάσματος διαρθρωτικών πολιτικών, όπως δημοσιονομικές πολιτικές, πολιτικές E & A και τεχνολογίες.

Χαρακτηρίζεται ως ένα μοντέλο με ποσοτικά χαρακτηριστικά και γίνεται διαχωρισμός δεδομένων. Είναι ένα μοντέλο με περίπου 90000 εξισώσεις, 30 παραγωγικοί τομείς, 27 κατηγορίες κατανάλωσης των νοικοκυριών (δηλαδή επιτρέποντας τη διαφοροποίηση του πληθυσμού) και αποτελείται από ενεργειακά προϊόντα που αναλύονται σε 15 κατηγορίες

Χρησιμοποιεί μεταβλητές εισόδου:

- Εξωγενείς μεταβλητές σε διεθνή δεδομένα: παγκόσμια ζήτηση, τιμές του πετρελαίου, τιμές των εμπορευμάτων και συναλλαγματικές ισοτιμίες.
- Εξωγενείς μεταβλητές σε δεδομένα ενδοευρωπαϊκών χωρών: επιτόκιο, προϋπολογισμός, δημοσιονομική πολιτική και δημογραφία.

Χρησιμοποιεί και μεταβλητές εξόδου:

- Αποδόσεις σε μακροοικονομικό επίπεδο για κάθε ευρωπαϊκή χώρα και για την Ευρώπη ως σύνολο: ΑΕΠ, επενδύσεις, κατανάλωση, εισαγωγές, εξαγωγές, εσωτερικά και εξωτερικά οικονομικά ισοζύγια, τιμές ανά κατηγορία, μισθοί, απασχόληση, όροι εμπορίου, τιμές των ενεργειών, ενεργειακή κατανάλωση ανά κατηγορία, εκπομπές ρύπων, άμεση ενέργεια και δικαστικά έξοδα του περιβάλλοντος.

Σήμερα, είναι αισθητή η ανάγκη, για την ερευνητική κοινότητα, να ξεπεράσει την ενέργεια και τους περιβαλλοντικούς δεσμούς και να αναπτυχθούν ολοκληρωμένα μοντέλα αξιολόγησης που εξετάζουν επιπτώσεις εκτός από αυτές που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος. Άλλες σημαντικές πτυχές που θα είναι ζωτικής σημασίας για τις πολιτικές της ΕΕ αυτού του αιώνα, είναι η ρύπανση των υδάτων και του εδάφους.

Οι μέθοδοι μέτρησης και τα αναλυτικά εργαλεία πρέπει να αναπτυχθούν με περαιτέρω έρευνες για να προετοιμαστεί και να διαμορφωθεί ένα βιώσιμο μέλλον για τη διευρυμένη ΕΕ (Marialuisa Tamborra ,EUROPEAN COMMISSION,SOCIO-ECONOMIC TOOLS FOR SUSTAINABILITY IMPACT ASSESSMENT THE CONTRIBUTION OF EU RESEARCH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Policy aspects – Unit I.1,2002).

4.6 Ανακεφαλαίωση

Συμπερασματικά, περιγράφεται η αξιολόγηση βιώσιμων-πράσινων μοντέλων και η ανάλυση περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Η ανάλυση ενός έργου βιοαερίου απαιτεί μία Στρατηγική Διαχείριση της Ενέργειας (Strategic energy management - SEM) με βασικό σκοπό την επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες της εγκατάστασης, τη συντήρηση και τις συμπεριφορές του έργου. Στόχος της μελέτης θα είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά, με βασικό στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας. Η ανάπτυξη και η εφαρμογή μοντέλων, δεικτών, μεθόδων και στρατηγικών είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση μελλοντικών πράσινων έργων. Η στρατηγική διαχείριση της ενέργειας (SEM) επικεντρώνεται στην επίτευξη βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης μέσω συστηματικών και προγραμματισμένων αλλαγών στις λειτουργίες, τη συντήρηση και τη συμπεριφορά των εγκαταστάσεων και την αναβάθμιση του εξοπλισμού σε εγκαταστάσεις μεγάλης χωρητικότητας, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών κτιρίων. Ο στόχος αυτού του πρωτοκόλλου αξιολόγησης SEM είναι να βοηθήσει τους αξιολογητές προγραμμάτων και τους διαχειριστές να εκτιμήσουν με ακρίβεια την ακαθάριστη εξοικονόμηση ενέργειας των προγραμμάτων SEM χρησιμότητας. Οι αξιολογητές θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της βασικής γραμμής SEM και των περιόδων αναφοράς για όλους τους τύπους ενέργειας που θα αξιολογήσει το πρόγραμμα SEM.

Όσον αφορά το σύνολο μεθοδολογιών για την σωστή αξιολόγηση νέων τεχνολογιών, οι κύριες διαθέσιμες μεθοδολογίες είναι η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας, η ανάλυση κόστους- οφέλους, η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων και η ανάλυση κινδύνου. Μία επιπλέον σημαντική μεθοδολογία για περιβαλλοντική αποτίμηση έργων είναι η ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis, LCA). Όσον αφορά τη περιβαλλοντική διάσταση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης η ανάλυση κύκλου ζωής αποδεικνύει έμπρακτα ότι συμφέρει σε σύγκριση με την απελευθέρωση των αποβλήτων στα ΧΥΤΑ.

Όσον αφορά την εφαρμογή στρατηγικών για την αειφόρο ανάπτυξη από τον Paul Zagamé, δημιουργήθηκε ένα νέο οικονομετρικό μοντέλο - NEMESIS για την υλοποίηση-προστασία του περιβάλλοντος και των στρατηγικών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και χαρακτηρίζεται ως ένα λεπτομερές οικονομετρικό μοντέλο που περιλαμβάνει 30 παραγωγικούς τομείς και 16 ευρωπαϊκές χώρες. Ο τελικός σκοπός αυτού του μοντέλου είναι να παράσχει ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση διαφορετικών πολιτικών που στοχεύουν στην επίτευξη βιώσιμης χρήσης ενέργειας μακροπρόθεσμα, καθώς και διαρθρωτικές πολιτικές, όπως περιβαλλοντικές πολιτικές, πολιτικές Επιχειρηματικότητας & Ανάπτυξης και δημοσιονομικές πολιτικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΙΣΧΥΟΣ 500 KW

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η οικονομική αποτίμηση της ενεργειακής αξιοποίησης σταθμού παραγωγής ενέργειας με αναερόβια χώνευση οργανικών πρώτων υλών ισχύος 500 KW. Επισημαίνεται η αποτίμηση του δυναμικού βιομάζας (Α' υλών) και ο χώρος εγκατάστασης του έργου και δίνεται έμφαση στην αξιολόγηση της μονάδας βιοαερίου. Περιγράφεται αλγόριθμος που δημιουργήθηκε για την ανάλυση της επένδυσης και ο τρόπος με τον οποίο έγινε η συλλογή δεδομένων. Επίσης παρουσιάζονται οι λειτουργικές παράμετροι της KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ και αναλύεται το επιχειρηματικό σχέδιο του έργου, η χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης, οι προβλέψεις χρηματοροών και οι χρηματοροές κεφαλαίου δανεισμού. Τέλος, αναφέρεται ο τρόπος διεξαγωγής της οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης, με το συγκεντρωτικό πίνακα χρηματοροών και την αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου.

5.2 Αξιολόγηση της μονάδας βιοαερίου

Οι Κεντρικές Μονάδες Αναερόβιας Χώνευσης(KMAX) αξιοποιούν ένα ευρύ φάσμα οργανικών αποβλήτων από αγροτοκτηνοτροφικές δραστηριότητες και εγκαθίστανται κεντροβαρικά (μείωση κόστους μεταφοράς-οικονομίες κλίμακας) σε περιοχές με υψηλό δυναμικό οργανικών αποβλήτων. Κάθε μονάδα KMAX αποτελείται από ένα τμήμα προεπεξεργασίας των Α' υλών, τη γραμμή χώνευσης(digestion line), τη μονάδα Συμπαγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας (Combined Heat & Power/ CHP- ΣΗΕΘ) του παραγόμενου βιοαερίου και το τμήμα αναβάθμισης του χωνεμένου υπολείμματος (compost).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζεται, η βιωσιμότητα της – υπό ανάπτυξη- KMAX ισχύος 0,5 MWe στην περιοχή Τσαίρι-Πολυγωνικό στο Ν.Φαρσάλων. Η μετέπειτα διαδικασία περιλαμβάνει την κατοχύρωση όλων των σχετικών αδειοδοτήσεων και ειδικότερα την Άδεια Παραγωγής, Την Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ),την

Οριστική προσφορά Όρων Διασύνδεσης (ΑΔΜΗΕ), την Άδεια Εγκατάστασης (Περιφέρεια Θεσσαλίας) και την Άδεια Δόμησης (Πολεοδομία).

Στη συνέχεια, εξετάζεται το Επιχειρηματικό Σχέδιο (Business Plan) της επένδυσης και ειδικότερα:

- Η Αποτίμηση του δυναμικού Α' υλών
- Οι λειτουργικές παράμετροι της ΚΜΑΧ και στοιχεία απόδοσής της
- Τα οικονομικά στοιχεία και οι δείκτες βιωσιμότητας της προτεινόμενης επένδυσης
- Οι άμεσες ενέργειες που απαιτούνται για την υλοποίηση της επένδυσης
- Οι ευκαιρίες και τα σημεία προσοχής της προτεινόμενης επένδυσης

Τέλος, αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις.

5.3 Αποτίμηση του δυναμικού βιομάζας (Α' υλών) και χώρος εγκατάστασης του έργου

Στη συγκεκριμένη μελέτη θα γίνει η τροποποίηση της μονάδας σε ακόμη μικρότερη κλίμακα ισχύος με στόχο τη μείωση των τόνων πρώτων υλών ανά έτος, προς όφελος του περιβάλλοντος.

Στην περίπτωση της περιοχής Τσαίρι-Πολυγωνικό στο Ν.Φαρσάλων, η κυριότερη πηγή οργανικών αποβλήτων είναι τα απόβλητα των βουστασίων της περιοχής καθώς επίσης και οι πρώτες ύλες από ενεργειακές καλλιέργειες (ενσίρνωμα καλαμποκιού-αγκινάρας). Η περιοχή ανάπτυξης της Κεντρικής Μονάδας Αναερόβιας Χώνευσης είναι πολύ σωστή, αφού η περιοχή συνιστά το κέντρο γεωργικής ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής των Φαρσάλων και η υλοποίηση της μονάδας έχει κοινωνική αποδοχή με θετικά σχόλια.

Για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής βιοαερίου με μικρότερης ισχύς μονάδα επεξεργασίας, πέραν των αποβλήτων από τις κτηνοτροφικές μονάδες (cattle manure) της περιοχής των Φαρσάλων, απαιτείται εισροή ενεργειακών καλλιεργειών (πχ. Ενσώρωμα καλαμποκιού –ενσώρωμα αγριοαγκινάρας) που έχουν κόστος κτήσης και τα οποία εξασφαλίζονται μέσω διαδικασιών Συμβολαιακής Γεωργίας. Το κόστος των αποθεμάτων πρέπει να περιλαμβάνει ,επομένως, όλα τα κόστη της αγοράς (ή το κόστος της μεταποίησης) καθώς και τις άλλες δαπάνες που πραγματοποιήθηκαν για να φθάσουν τα αποθέματα στην παρούσα θέση και κατάσταση.

Θεωρείται ότι τα απόβλητα κτηνοτροφικών (απόβλητα βουστάνιων, τυρόγαλα) και γεωργικών (πχ. Κατσίγαρος από ελαιοτριβεία και τσάμπουρα από οινοποιεία) μονάδων θα

εισέρχονται χωρίς κόστος στην Κεντρική Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης. Έχει γίνει ακριβής και ενδελεχής καταγραφή των αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων και των αγροτοβιομηχανιών της ευρύτερης περιοχής. Πιθανή δυνατότητα αξιοποίησης οργανικών υπολειμμάτων από εταιρίες του δευτερογενούς τομέα(μεταποίηση και γειτνιάζουσες αγροτοβιομηχανικές μονάδες)

Η μονάδα θα προβλέπει την παραγωγή βιοαερίου, την καύση του με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, ενώ μετά από κατάλληλη επεξεργασία του τελικού απόβλητου, της εν λόγω διαδικασίας, θα παράγεται και στερεό «οργανικό» λίπασμα προς διάθεση σε αγροτικές καλλιέργειες της περιοχής.

Με την κατασκευή του έργου η εταιρεία στοχεύει στα πιο κάτω θετικά αποτελέσματα:

1. Στην «ασφαλή» περιβαλλοντικά διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από τις τοπικές βιοτεχνικές αγροτικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες Αυτό αποτελεί ίσως την μέγιστη προσφορά του έργου αφού η ευρύτερη περιοχή βρίσκεται εντός Natura (κωδ. 4110010), όπου οι ήδη καταγεγραμμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανθρώπινη δραστηριότητα της περιοχής (τυροκομεία, ελαιοτριβεία κτλ) θα αντιμετωπίζονται από την διαχείριση των αποβλήτων αυτών από το προτεινόμενο έργο.
2. Στην ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα παραγωγής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. (μηδενικό ισοζύγιο εκπομπής ρύπων)
3. Στην μείωση της εκπομπής επιβαρυντικών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου, αφού θα αποφεύγεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μηχανές με καύσιμο πετρέλαιο.
4. Στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης στα νερά και εδάφη της περιοχής
5. Στην δημιουργία τουλάχιστον οκτώ (8) θέσεων εργασίας
6. Στην μείωση εξάρτηση της χώρας από την εισαγωγή ενέργειας και καυσίμων
7. Στην βελτίωση της Περιβαλλοντικής εικόνας και κατά συνέπεια της κοινωνικής αποδοχής της χρήσης φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών Παραγωγή οργανικού λιπάσματος (compost) που θα χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό .

Για περιβαλλοντικούς λόγους οι εισερχόμενες πρώτες ύλες στην ΚΜΑΧ είναι <100.000 τόνους/έτος.

Πέραν των αποβλήτων από τις κτηνοτροφικές μονάδες(cattle manure) της περιοχής των Φαρσάλων, απαιτείται μεγαλύτερη εισροή ενεργειακών καλλιεργειών(πχ. Ενσήρωμα καλαμποκιού-ενσήρωμα αγριοαγκινάρας) που έχουν κόστος κτήσης και τα οποία εξασφαλίζονται μέσω διαδικασιών Συμβολαιακής Γεωργίας.

Θεωρείται ότι τα απόβλητα κτηνοτροφικών(απόβλητα βουστασίων, τυρόγαλα) και γεωργικών(κασίκαρος από ελαιοτριβεία και τσάμπουρα από οινοποιεία) μονάδων θα εισέρχονται χωρίς κόστος στην ΚΜΑΧ.

Έχει γίνει ακριβής αποτύπωση και ενδεδειγμένη καταγραφή των αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων και των αγροτοβιομηχανιών της ευρύτερης περιοχής.

Μπορεί επίσης, να εξετασθεί η δυνατότητα αξιοποίησης οργανικών υπολειμμάτων από εταιρίες του δευτερογενούς τομέα (μεταποίηση και γεινιάζουσες αγροτοβιομηχανικές μονάδες).

5.4 Δημιουργία Αλγορίθμου και συλλογή δεδομένων

Δημιουργήθηκε ένας αλγόριθμος ο οποίος υπολογίζει όλα τα βασικά στοιχεία που πρέπει να μελετηθούν σε έργα βιοαερίου με αναερόβια χώνευση.

Όσον αφορά τη τροφοδοσία στο συγκεκριμένο έργο αναερόβιας χώνευσης επιλέχθηκαν ως πρώτες ύλες:

- Στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα (κοπριά βοοειδών)
- Ενσήρωμα καλαμποκιού
- Υγρά απόβλητα χοιροτροφείων
- Νερό συμπληρώματος
- Ποσότητες Υγρής Χώνευσης (Nass Fermenter - NF)
- Ποσότητες Ξηρής Χώνευσης (Trocken Fermenter TF)

Αρχικά εκτιμήθηκαν βασικά στοιχεία της διαδικασίας για κάθε πρώτη ύλη ξεχωριστά καθώς και συνολικά. Υπολογίστηκαν οι κατάλληλες ετήσιες ποσότητες των πρώτων υλών (Mg/a) , η περιεκτικότητα στερεών σε ποσοστό καθώς και οι ετήσιες ποσότητές τους (Mg/a), οι ποσότητες νερού(Mg/a) που θα προστίθενται στη διαδικασία χώνευσης, το ποσοστό (οTS %) οργανικών βιοαποδομήσιμων στερεών και οι ποσότητές τους (οTS Mg/a), τα ημερήσια οργανικών βιοαπ/μων στερεά (MgoTS/d) και την ωριαία παροχή οργανικών βιοαπ/μων στερεών(MgoTS/h).

Table 5. 1: Επιλογή πρώτων υλών της υπό εξέταση KMAX και υπολογισμοί βασικών στοιχείων της διαδικασίας για κάθε πρώτη ύλη ξεχωριστά καθώς συνολικά

Τροφοδοσία	Ετήσιες Ποσότητες	Περιεκτικότητα στερεών (%)	Ετήσιες ποσότητες στερεών (Mg/a)	Ποσότητες νερού (Mg/a)	Ποσοστό οργ. βιοαπ/μυν στερεών (oTS %)	Ποσότητες οργ. βιοαπ/μυν στερεών (oTS Mg/a)	Ημερήσια οργ. βιοαπ/μυν στερεά (MgoTS/d)	Ωριαία παροχή οργ. βιοαπ/μυν στερεών (MgoTS/h)
Στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα (κοπριά βοοειδών)	18,350 Mg/a	25.0%	4,588 MgTS/a	13,763 Mg H ₂ O/a	80%	3,670 MgoTS/a	10.1 MgoTS/d	0.42 MgoTS/h
Ενσήρωμα καλαμποκιού	6,500 Mg/a	30.0%	1,950 MgTS/a	4,550 Mg H ₂ O/a	90%	1,755 MgoTS/a	4.8 MgoTS/d	0.20 MgoTS/h
Υγρά απόβλητα χοιροτροφείων	2,500 Mg/a	10%	250 MgTS/a	2,250 Mg H ₂ O/a	85%	213 MgoTS/a	0.6 MgoTS/d	0.02 MgoTS/h
Νερό συμπληρώματος	17,000 Mg/a	0%	0 MgTS/a	17,000 Mg H ₂ O/a	0%	0 MgoTS/a	0.0 MgoTS/d	0.00 MgoTS/h
Ποσότητες Υγρής Χώνευσης (Nass Fermenter - NF)	19,500 Mg/a	1%	250 MgTS/a	19,250 Mg H ₂ O/a	85%	213 MgoTS/a	0.6 MgoTS/d	0.02 MgoTS/h
Ποσότητες Ξηρής Χώνευσης (Trocken Fermenter TF)	24,850 Mg/a	26%	6,538 MgTS/a	18,313 Mg H ₂ O/a	83%	5,425 MgoTS/a	14.9 MgoTS/d	0.62 MgoTS/h
Συνολικές ποσότητες	44,350 Mg/a	15%	6,788 MgTS/a	37,562 Mg H₂O/a	83%	5,638 MgoTS/a	15.4 MgoTS/d	0.64 MgoTS/h

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν στοιχεία για την παραγωγή του βιοαερίου, που είναι η ειδική παραγωγή Βιοαερίου (m³/MgoTS), η ετήσια (m³/a) και ωριαία (m³/h) θεωρητική παραγωγή βιοαερίου καθώς και η θεωρητική απόδοση βιοαερίου (m³/Mg) και ο χρόνος παραμονής στο βιοαντιδραστήρα (d). Επιπρόσθετα, έγινε εκτίμηση παραγωγής βιοαερίου βάσει βαθμού απόδοσης (m³Gas/h) και ως ποσοστό δυναμικού και υπολογίστηκε η ημερήσια (m³Gas/d) και ετήσια (m³Gas/a) παραγωγή βιοαερίου.

Table 5. 2: Υπολογισμός στοιχείων για την παραγωγή του βιοαερίου, με βάση τις ποσότητες αποβλήτων που επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν

Παραγωγή βιοαερίου								
Ειδική παραγωγή βιοαερίου (m ³ /MgoTS)	Ετήσια θεωρητική παραγωγή βιοαερίου (m ³ /a)	Θεωρητική ωριαία παραγωγή βιοαερίου (m ³ /h)	Θεωρητική απόδοση βιοαερίου (m ³ /Mg)	Χρόνος παραμονής στο βιοαντιδραστήρα (d)	Παραγωγή βιοαερίου βάσει βαθμού απόδοσης (m ³ Gas/h)	Παραγωγή βιοαερίου ως ποσοστό δυναμικού (%)	Ημερήσια εκτιμώμενη Παραγωγή βιοαερίου (m ³ Gas/d)	Ετήσια εκτιμώμενη Παραγωγή βιοαερίου (m ³ Gas/a)
450 m ³ /MgoTS	1,651,500 m ³ Gas/a	188.5 m ³ Gas/h	90.0 m ³ /Mg	30.0d	150.82 m³Gas/h	80.0%	3,619.7 m ³ Gas/d	1,321,200 m ³ Gas/a
550 m ³ /MgoTS	965,250 m ³ Gas/a	110.2 m ³ Gas/h	148.5 m ³ /Mg	30.0d	88.15 m³Gas/h	80.0%	2,115.6 m ³ Gas/d	772,200 m ³ Gas/a
400 m ³ /MgoTS	85,000 m ³ Gas/a	9.7 m ³ Gas/h	34.0 m ³ /Mg	30.0 d	7.76 m³Gas/h	80.0%	186.3 m ³ Gas/d	68,000 m ³ Gas/a
0 m ³ /MgoTS	0 m ³ Gas/a	0.0 m ³ Gas/h	0.0 m ³ /Mg	30.0 d	0.00 m³Gas/h	80.0%	0.0 m ³ Gas/d	0 m ³ Gas/a
400 m ³ /MgoTS	85,000 m ³ Gas/a	9.7 m ³ Gas/h	4.4 m ³ /Mg	30.0 d	7.76 m³Gas/h	160.0%	186.3 m ³ Gas/d	68,000 m ³ Gas/a
482 m ³ /MgoTS	2,616,750 m ³ Gas/a	298.7 m ³ Gas/h	105.3 m ³ /Mg	30.0 d	238.97 m³Gas/h	160.0%	5,735.3 m ³ Gas/d	2,093,400 m ³ Gas/a
479 m ³ /MgoTS	2,701,750 m ³ Gas/a	308.4 m ³ Gas/h	60.9 m ³ /Mg		246.74 m³Gas/h	320.0%	5,921.6 m ³ Gas/d	2,161,400 m ³ Gas/a

Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε CH₄ (%), η περιεκτικότητα σε CO₂ (%), το Nm³ CH₄/Mg και Nm³ CH₄/a, η πυκνότητα βιοαερίου (kg/m³), η μάζα βιοαερίου (Mg Gas/a), το ποσοστό απομάκρυνσης VS (%) και η θερμογόνος δύναμη (kWh/m³).

Table 5. 3: Υπολογισμός περιεκτικότητας σε CH₄ (%), CO₂ (%), Nm³ CH₄/Mg , πυκνότητα βιοαερίου (kg/m³), μάζας βιοαερίου (Mg Gas/a), ποσοστού απομάκρυνσης VS (%) και θερμογόνου δύναμης (kWh/m³).

Περιεκτικότητα σε CH ₄ (%)	Περιεκτικότητα σε CO ₂ (%)	Nm ³ CH ₄ /Mg	Nm ³ CH ₄ /a	Πυκνότητα βιοαερίου (kg/m ³)	Μάζα βιοαερίου (Mg Gas/a)	Ποσοστό απομάκρυνσης VS (%)	Θερμογόνος δύναμη (kWh/m ³)
50%	50%	45.0 m ³ CH ₄ /Mg	660,600.0 m ³ CH ₄ /a	1.35 kg/m ³	1,777 MgGas/a	48%	5.0 kWh/m ³
55%	45%	81.7 m ³ CH ₄ /Mg	424,710.0 m ³ CH ₄ /a	1.28 kg/m ³	990 MgGas/a	56%	5.5 kWh/m ³
60%	40%	20.4 m ³ CH ₄ /Mg	40,800.0 m ³ CH ₄ /a	1.22 kg/m ³	83 MgGas/a	39%	6.0 kWh/m ³
0%	0%	0.0 m ³ CH ₄ /Mg	0.0 m ³ CH ₄ /a	0.0 kg/m ³	0 MgGas/a	0%	0.0 kWh/m ³
60%	40%	2.6 m ³ CH ₄ /Mg	40,800.0 m ³ CH ₄ /a	1.2 kg/m ³	83 MgGas/a	39%	6.0 kWh/m ³
52%	48%	54.6 m ³ CH ₄ /Mg	1,085,310.0 m ³ CH ₄ /a	1.3 kg/m ³	2,767 MgGas/a	51%	5.2 kWh/m ³
52%	48%	31.7 m ³ CH ₄ /Mg	1,128,110.0 m ³ CH ₄ /a	1.3 kg/m ³	2,850 MgGas/a	51%	5.2 kWh/m ³

Έπειτα, έγινε υπολογισμός του ετήσιου ενεργειακού περιεχομένου βιοαερίου (kWh/a), η ηλεκτρική απόδοση μηχανής βιοαερίου, η θερμική απόδοση μηχανής βιοαερίου, η ανακτώμενη ηλεκτρική ενέργεια βιοαερίου (kWhel/a), η διαθέσιμη θερμική ενέργεια βιοαερίου (kWhth/a), η ηλεκτρική ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW), θεωρητική(kWh/a) και συνολική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια (kWh/a) και τέλος η ηλεκτρική ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW).

Table 5. 4: Υπολογισμός του ετήσιου ενεργειακού περιεχομένου βιοαερίου (kWh/a), ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης μηχανής βιοαερίου, ανακτώμενης ηλεκτρικής ενέργειας βιοαερίου (kWhel/a), ηλεκτρικής ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW), θεωρητικής(kWh/a) και συνολικής ηλεκτρικής παραγόμενης ενέργειας (kWh/a)

Θερμογόνος δύναμη (kWh/m³)	Ετήσιο Ενεργειακό περιεχόμενο βιοαερίου (kWh/a)	Ηλεκτρική απόδοση μηχανής βιοαερίου	Θερμική απόδοση μηχανής βιοαερίου	Ανακτώμενη ηλεκτρική ενέργεια βιοαερίου (kWhel/a)	Διαθέσιμη θερμική ενέργεια βιοαερίου (kWhth/a)	Ηλεκτρική ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW)	Θεωρητική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια (kWh/a)	Συνολική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια (kWh/a)	Ηλεκτρική ισχύς μηχανής βιοαερίου (CHP kW)
5.0 kWh/m³	6,584,531 kWh/a			2,567,967 kWh.el/a	2,633,812 kWh.th/a	293 kW	2,567,967 kWh/a	2,633,812 kWh/a	293 kW
5.5 kWh/m³	4,233,297 kWh/a			1,650,966 kWh.el/a	1,693,319 kWh.th/a	188 kW	1,650,966 kWh/a	1,693,319 kWh/a	188 kW
6.0 kWh/m³	406,674 kWh/a			158,603 kWh.el/a	162,670 kWh.th/a	18 kW	158,603 kWh/a	162,670 kWh/a	18 kW
0.0 kWh/m³	0 kWh/a			0 kWh.el/a	0 kWh.th/a	0 kW	0 kWh/a	0 kWh/a	0 kW
6.0 kWh/m³	406,674 kWh/a	39%	45%	158,603 kWh.el/a	183,003 kWh.th/a	18 kW	158,603 kWh/a	183,003 kWh/a	18 kW
5.2 kWh/m³	10,817,827 kWh/a	39%	45%	4,218,953 kWh.el/a	4,868,022 kWh.th/a	482 kW	4,218,953 kWh/a	4,868,022 kWh/a	482 kW
5.2 kWh/m³	11,224,501 kWh/a	39%	45%	4,377,556 kWh.el/a	5,051,026 kWh.th/a	500 kW	4,377,556 kWh/a	5,051,026 kWh/a	500 kW

Ιδιοκατανάλωση	303,062 kWh/a
	6%
Εξαγωγή στο Δίκτυο	4,747,964 kWh/a

Εκτιμήθηκε το χωνευμένο κλάσμα, μετρώντας τις ετήσιες ποσότητες στερεών (Mg TS/a), τις Ετήσιες ποσότητες νερού (Mg H₂O/a), τις Ετήσιες ποσότητες (Mg /a), τις Ποσότητες οργ. βιοαπ/μων στερεών (οTS /a), την Περιεκτικότητα στερεών υλικών (%), την Περιεκτικότητα οργανικών βιοαπ/μων στερεών υλικών (οTS%) και τέλος το Ποσοστό αχώνευτων στερεών στα στερεά εξόδου(οTS/TS %).

Table 5. 5: Εκτίμηση χωνευμένου κλάσματος

Χωνευμένο κλάσμα						
Ετήσιες ποσότητες στερεών (Mg TS/a)	Ετήσιες ποσότητες νερού (Mg H ₂ O/a)	Ετήσιες ποσότητες (Mg /a)	Ποσότητες οργ. βιοαπ/μιν στερεών (οTS /a)	Περιεκτικότητα στερεών υλικών (%)	Περιεκτικότητα οργανικών βιοαπ/μιν στερεών υλικών (οTS%)	Ποσοστό αχωνευτων στερεων στα στερεα εξόδου(οTS/TS %)
2,810 MgTS/a	13,763 Mg H ₂ O/a	16,573 Mg/a	1,893 MgoTS/a	17%		67%
980 MgTS/a	4,550 Mg H ₂ O/a	5,510 Mg/a	765 MgoTS/a	17%		80%
167 MgoTS/a	2,250 Mg H ₂ O/a	2,417 Mg/a	130 MgoTS/a	7%		78%
0 MgoTS/a	17,000 Mg H ₂ O/a	17,000 Mg/a	0 MgoTS/a	0%		0%
167 MgoTS/a	19,250 Mg H ₂ O/a	19,417 Mg/a	130 MgoTS/a	1%	1%	77%
3,770 MgoTS/a	18,313 Mg H ₂ O/a	22,083 Mg/a	2,858 MgoTS/a	17%	12%	70%
3,937 MgoTS/a	37,562 Mg H ₂ O/a	41,500 Mg/a	2,787 MgoTS/a	9%	7%	71%

Τέλος, εκτιμάται η τιμή πώλησης (cent/KWh) και οι εκτιμήσεις εσόδων. Υπολογίζονται, η τιμή διαχείρισης αποβλήτων (€/Mg), τα ετήσια έσοδα υποδοχής αποβλήτων (€/a), τα έξοδα αγοράς πρώτων υλών (€/Mg), τα ετήσια έξοδα υποδοχής αποβλήτων (€/a), τα έσοδα πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας (€/a) και τα ετήσια έσοδα ανά απόβλητο (€/a).

Table 5. 6: Τιμή Πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας και εκτιμήσεις εσόδων

Τιμή Πώλησης	Εκτιμήσεις εσόδων					
	Τιμή διαχείρισης αποβλήτων (€/Mg)	Ετήσια Έσοδα υποδοχής αποβλήτων (€/a)	Έξοδα αγοράς πρώτων υλών (€/Mg)	Ετήσια έξοδα υποδοχής αποβλήτων (€/a)	Έσοδα πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας (€/a)	Ετήσια Έσοδα ανά απόβλητο (€/a)
0.225 cent/kWh	2.50 €	45,875 €	0.00 €	0 €	577,793 €	623,668 €
	0.00 €	0 €	-35.00 €	-227,500 €	371,472 €	371,472 €
	5.00 €	12,500 €	0.00 €	0 €	35,688 €	48,188 €
	0.00 €	0 €	-1.00 €	-17,000 €	0 €	0 €
		12,500.00 €		-17,000.00 €	35,685.64 €	48,185.64 €
		45,875.00 €		-227,500.00 €	949,264.36 €	995,139.36 €
		58,375.00 €		-244,500.00 €	984,950.00 €	1,043,325.00 €
				κόστος κτήσης α. υλών		

5.5 Λειτουργικές παράμετροι της KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ

Με βάση τις πρώτες ύλες του Πίνακα 5.7, εκτιμώνται στη συνέχεια οι κυριότερες λειτουργικές παράμετροι της KMAX και της μονάδας Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας(μονάδα ΣΗΕΘ/ CHP Combined Heat & Power Unit), οι οποίες παρατίθενται παρακάτω στον Πίνακα 5.9.

Table 5. 7: Α' ύλες(συνιστώμενες) στην υπό εξέταση KMAX και της μονάδας ΣΗΕΘ

Α' Υλες στην υπό εξέταση KMAX					
Α' ύλες στην KMAX	τόνοι/έτος	% DM (Περιεκτικότητα στερεών %)	Nm ³ CH ₄ /τόνο	%CH ₄ στο βιοαέριο	Nm ³ CH ₄ /έτος
Στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα (κοπριά βοειδών)	18,350 Mg/a	0.25	45.00	0.50	660,600.00
Ενσώρωμα καλαμποκιού	6,500 Mg/a	0.30	81.68	0.55	424,710.00
Υγρά απόβλητα χοιροτροφείων	2,500 Mg/a	0.10	20.40	0.60	40,800.00
Νερό συμπληρώματος	17,000 Mg/a	0.00	-	-	-
Ποσότητες Υγρής Χώνευσης (Nass Fermenter - NF)	19,500 Mg/a	0.01	2.62	0.60	40,800.00
Ποσότητες Ξηρής Χώνευσης (Trocken Fermenter TF)	24,850 Mg/a	0.26	54.59	0.52	1,085,310.00
Ολικές ποσότητες	44,350 Mg/a	0.15	31.74	0.52	1,126,110.00

Η αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος παράγει Βιοαέριο, CH₄: 65-70% και CO₂: 30-35% και NH₃, H₂S, H₂:0.1-0.5%. Για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε CH₄ των αποβλήτων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου, θα χρησιμοποιηθούν σα δεδομένες τιμές, 50% CH₄ από τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα (κοπριά βοοειδών), 55% CH₄ από ενσήρωμα καλαμποκιού, 60% CH₄ από τα υγρά απόβλητα χοιροτροφιών και 0% CH₄ από το νερό συμπληρώματος. Για να υπολογιστεί όμως η συνολική παραγωγή μεθανίου από την αναερόβια χώνευση αποβλήτων θα πρέπει υπολογιστεί πρώτα το ποσοστό μεθανίου (CH₄) των ποσοτήτων υγρής χώνευσης και των ποσοτήτων ξηρής χώνευσης.

Για τον υπολογισμό μεθανίου των ποσοτήτων υγρής χώνευσης γίνεται η παρακάτω πράξη:

➤ (Περιεκτικότητα CH₄ υγρών αποβλήτων χοιροτροφειών * Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου υγρών αποβλήτων χοιροτροφειών + Περιεκτικότητα CH₄ νερού * Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου νερού) / Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου ποσοτήτων υγρής χώνευσης

Για τον υπολογισμό μεθανίου των ποσοτήτων ξηρής χώνευσης γίνεται η παρακάτω πράξη:

➤ (Περιεκτικότητα CH₄ στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων (κοπριά βοοειδών) * Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων (κοπριά βοοειδών) + Περιεκτικότητα CH₄ ενσήρωματος καλαμποκιού * Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου ενσήρωματος καλαμποκιού / Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου ποσοτήτων ξηρής χώνευσης

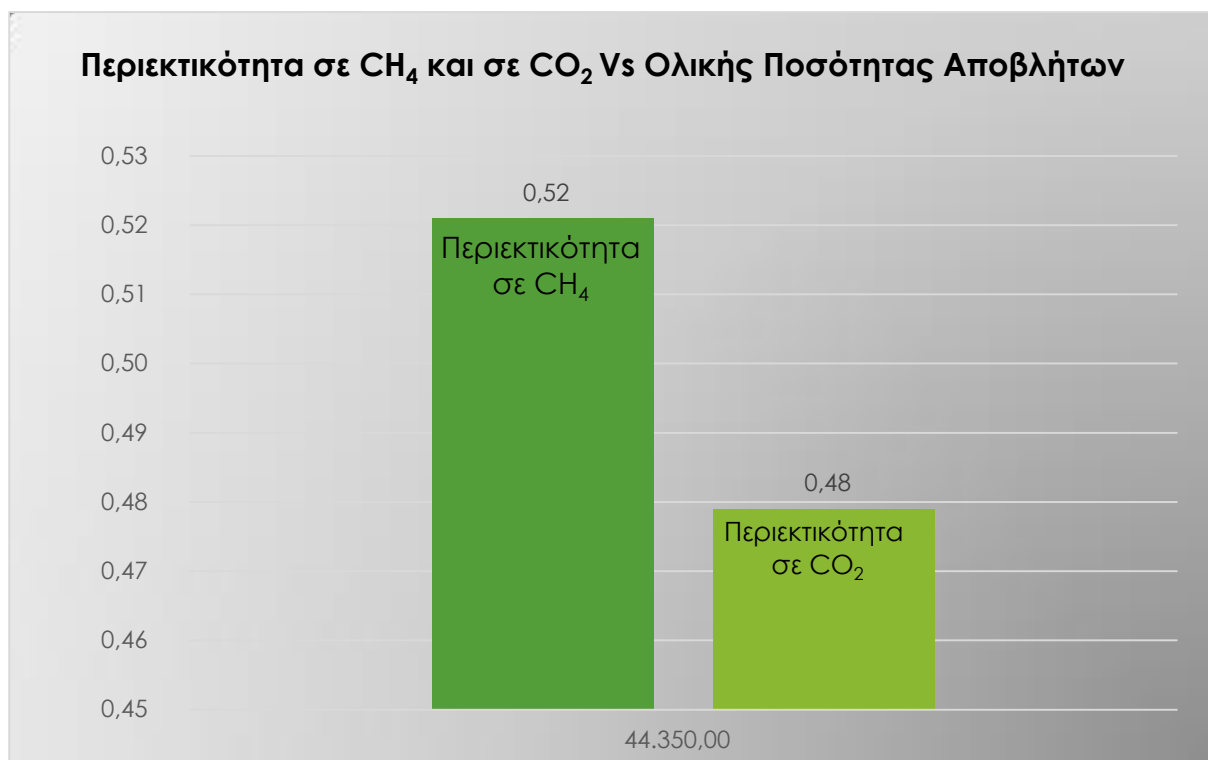
Τέλος για τον υπολογισμό της ποσότητας μεθανίου (CH₄) των ολικών αποβλήτων της αναερόβιας χώνευσης θα γίνει η παρακάτω πράξη:

➤ (Περιεκτικότητα CH₄ ποσοτήτων υγρής χώνευσης * Ετήσια θεωρητική παραγωγή βιοαερίου ποσοτήτων υγρής χώνευσης + Περιεκτικότητα CH₄ ποσοτήτων ξηρής χώνευσης * Ετήσια θεωρητική παραγωγή βιοαερίου ποσοτήτων ξηρής χώνευσης) / Ετήσια θεωρητική παραγωγή βιοαερίου των ολικών ποσοτήτων της αναερόβιας χώνευσης

Για τον υπολογισμό διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης θα αφαιρέσουμε σε κάθε περίπτωση από το 1 τη ποσότητα μεθανίου (CH₄) σε κάθε αντίστοιχη περίπτωση.

Παρακάτω αναπαρίσταται σε διάγραμμα η περιεκτικότητα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την διαδικασία αναερόβιας χώνευσης χρησιμοποιώντας όλα τα απόβλητα που έχουν αναφερθεί παραπάνω.

Chart 5.1: Περιεκτικότητα σε CH₄ και σε CO₂ Vs Ολικής Ποσότητας Αποβλήτων



Συμπερασματικά, υπολογίστηκε παραγωγή CH₄=52 % και παραγωγή CO₂= 48% (1-52%). Η ποσότητα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα από την χρόνια έκθεση των αποβλήτων στα ΧΥΤΑ και μη αξιοποίησης αποβλήτων από κτηνοτροφικές χοιροτροφικές καλλιέργειες, θα ληταν πολύ μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα τα περιβαλλοντικά προβλήματα να συνεχίσουν να υπάρχουν και να αυξάνονται.

Υπάρχουν πολλές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν το κόστος του εργοστασίου. Βασική αρχή για το έργο αυτό είναι η επιλογή του μικρότερου δυνατού κόστους σε βάθος χρόνου και όχι μόνο της αρχικής εγκατάστασης, η οποία θα εξασφαλίζει τα μέγιστα έσοδα, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 20 χρόνια.

Για την ασφαλή παραγωγή της ηλεκτρικής ισχύος, με το μικρότερο κόστος κτήσης των πρώτων υλών και το μικρότερο κόστος διαχείρισής τους και το μικρότερο λειτουργικό κόστος του εργοστασίου, θα πρέπει να γίνει η επιλογή του κατάλληλου είδους και ποσότητας των πρώτων υλών για την αναερόβια χώνευσή τους. Αυτό εξαρτάται από τη περιοχή εγκατάστασης του έργου και τις δυνατότητες που προσφέρει η ευρύτερη περιοχή και από τη πολιτική εκμετάλλευσης του έργου. Η ποσότητα οργανικών αποβλήτων προς επεξεργασία εκτιμάται σε 44,350 Mg το χρόνο.

Η ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου ($m^3\text{Gas}/a$) είναι 2,161,400 $m^3\text{Gas}/\text{year}$. Το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (σε ποσοστό 52%) και από διοξείδιο του άνθρακα (48%) και άλλα αέρια σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Το αέριο που καίγεται στις μηχανές εσωτερικής καύσης είναι το μεθάνιο.

Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ βάσει του νόμου Ν.4414/2016 είναι 225€/KWh.

Άρα τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 984,950.00 €/year.

Το εργοστάσιο θα παράγει υγρό χωνεμένο υπόλειμμα. Υπάρχουν έσοδα από την εκμετάλλευση της διαθέσιμης θερμικής ενέργειας και από την εκμετάλλευση χωνεμένου υπολείμματος, στα πλαίσια καθετοποίησης του εργοστασίου και της παραγωγικής διαδικασίας τα οποία είναι πολλά και έμμεσα.

Τα έξοδα του εργοστασίου προκύπτουν από τα έξοδα λειτουργίας του και από τα έξοδα κτήσης των πρώτων υλών, ιδίως ενεργειακών καλλιεργιών.

Η διαθέσιμη θερμική ενέργεια μπορεί να οδηγηθεί πιθανώς σε ένα θερμοκήπιο εντατικής καλλιέργειας ενός λαχανικού μέγιστης έκτασης 2.5 στρεμμάτων, το οποίο θα εγκατασταθεί δίπλα στο εργοστάσιο.

Το 75% από τα έξοδα λειτουργίας ενός θερμοκηπίου οφείλεται στην ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του θερμοκηπίου. Το κόστος του θερμοκηπίου αυτού δεν θα ξεπεράσει το ποσό των 150.000 €.

Το υγρό χωνεμένο υπόλειμμα μπορεί να οδηγηθεί σε καλλιεργούμενες εκτάσεις ως έχει, δηλαδή όπως προκύπτει από τη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης ή μετά από επεξεργασία(πχ, διαχωρισμός). Η νομοθεσία ευνοεί πλέον τη διάθεση του υπολείμματος αυτού στις καλλιέργειες, η οποία πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες λίπανσης και την εν γένει καλλιεργητική πρακτική. Τα κέρδη για την εταιρεία, στη χειρότερη περίπτωση θα είναι έμμεσα. Αν όμως το υπόλειμμα αυτό διαχωριστεί και στη συνέχεια επεξεργαστεί μέχρι και τη μορφή του στερεού λιπάσματος, τότε τα αντίστοιχα επιπλέον κέρδη της εταιρείας από τη πώληση ενός βιολογικού λιπάσματος και τη διάθεση του αζωτούχου νερού σε καλλιέργειες θα ξεπερνούν το ποσό των 550.000 /χρόνο. Το συνολικό κόστος εγκατάστασης μιας τέτοιας μονάδας επεξεργασίας του υγρού χωνεμένου υπολείμματος δεν ξεπερνά το ποσό των 1.200.000 €.

Στόχος είναι να βρεθεί η βέλτιστη σχέση απόδοσης ενέργειας προς χρήση ενέργειας με χαμηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Οι εγκαταστάσεις έργων παραγωγής βιοαερίου

μέσω αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας οδηγούν σε μείωση εκπομπών ρύπων και σε αύξηση ενεργειακής απόδοσης, ενώ παράλληλα ενισχύουν την προσπάθεια εκπλήρωσης του στόχου της Ε.Ε για επέκταση των ΑΠΕ. Η βελτίωση της ασφάλειας εφοδιασμού, μεταφοράς και προμήθειας (logistics) είναι επίσης ένας από τους βασικούς παράγοντες που μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη του στόχου μας και θα μελετηθεί επίσης παρακάτω.

Επιπλέον υπολογισμοί που έγιναν είχαν τα εξής αποτελέσματα:

- $Nm^3 CH_4/τόνο = \text{Θεωρητική απόδοση βιοαερίου (m}^3/\text{Mg)} * \text{Περιεκτικότητα σε CH}_4 (\%)$
- $Nm^3 CH_4/έτος = \text{Θεωρητική απόδοση βιοαερίου (m}^3/\text{Mg)} * \text{Περιεκτικότητα σε CH}_4 (\%)$
- $\text{Ετήσιες ώρες λειτουργίας μονάδας ΣΗΕΘ} = 8760 * \text{Διαθεσιμότητα μονάδας ΣΗΕΘ(90\%)} = 7884 \text{ ώρες/έτος}$
- $\text{Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας ΣΗΕΘ (KWe)} = \text{Ενεργειακό περιεχόμενο του παραγόμενου βιοαερίου(KWhf/έτος)} / \text{Ετήσιες ώρες λειτουργίας μονάδας ΣΗΕΘ(ώρες/έτος)} = 1423.71$
- $\text{Εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας ΣΗΕΘ που στη προκειμένη περίπτωση ισούται και με την Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (gross)}$
- $\text{Διαθέσιμη θερμική ενέργεια βιοαερίου (kWhth/a)} = \text{Ετήσιο Ενεργειακό περιεχόμενο βιοαερίου (kWh/a)} (11,224,501 \text{ kWh/a}) * \text{Θερμική απόδοση μηχανής βιοαερίου (45\%)} = 5,051,026 \text{ kWh.th/a}$

Table 5. 8: Παρουσίαση παραμέτρων της KMAX και ΣΗΕΘ

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Ποσότητες οργανικών αποβλήτων προς επεξεργασία	τόνοι/έτος	44,350.00
Παραγωγή βιοαερίου	Nm ³ /έτος	2,161,400.00
Περιεχόμενο % CH ₄ στο βιοαέριο	% CH ₄	0.52
Ενεργειακό περιεχόμενο του παραγόμενου βιοαερίου	KWhf/έτος	11,224,501.43
Διαθεσιμότητα μονάδας ΣΗΕΘ	%	0.90
Ετήσιες ώρες λειτουργίας μονάδας ΣΗΕΘ	ώρες/έτος	7,884.00
Ηλεκτρική απόδοση της μονάδας ΣΗΕΘ	%	0.39
Θερμική απόδοση της μονάδας ΣΗΕΘ	%	0.45
Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας ΣΗΕΘ	KWe	1,423.71
Εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας ΣΗΕΘ	KWth	5,051,025.64
Ηλεκτρική ιδιοκατανάλωση της KMAX	%	0.06
Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	MWhe/έτος	303,061.54
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (gross)	MWhe/έτος	5,051,025.64
Εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο	kWhe/έτος	4,747,964.10
Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (compost)	τόνοι/έτος	3,937.35
Επεξεργασμένες εκροές προς τελική διάθεση	τόνοι/έτος	41,499.68

5.6 Εισαγωγή στις οικονομικές έννοιες

Παρακάτω γίνεται παρουσίαση ορισμένων οικονομικών εννοιών που θα χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση της επένδυσης.

➤ Τόκος και επιτόκιο (d)

Επιτόκιο είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Υπάρχουν δύο όψεις του επιτοκίου: το επιτόκιο δανεισμού, που ο δανειζόμενος καταβάλλει για χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη, και το επιτόκιο αγοράς (market interest rate) που κερδίζει κάποιος όταν δανείζει ή επενδύει χρήματα. Το επιτόκιο αγοράς μπορεί να είναι επίσης ο επιθυμητός ή αναμενόμενος βαθμός απόδοσης μιας επένδυσης.

➤ Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης (N)

Ως οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς και η επιθυμητή απόδοση αυτού. Ο οικονομικός κύκλος ζωής πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος της πραγματικής ζωής του βασικού εξοπλισμού της επένδυσης.

➤ Πληθωρισμός (i)

Πληθωρισμός είναι η αύξηση του κόστους των αγαθών και υπηρεσιών ανά μονάδα χρόνου. Ο πληθωρισμός των επιμέρους συνιστωσών κόστους μιας επένδυσης μπορεί να διαφέρει από συνιστώσα σε συνιστώσα και από έτος σε έτος. Για λόγους ευκολίας, συνηθίζεται ο πληθωρισμός να αναφέρεται σε ένα έτος και σε συγκεκριμένη ομάδα δαπανών, π.χ., μισθοδοσία, καύσιμα, ανταλλακτικά κ.λ.π.

➤ Παρούσα αξία (P)

Η μέθοδος της παρούσας αξίας μετατρέπει το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανιστούν σε ένα χρονικό ορίζοντα σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Φυσικά, αυτό μπορεί να γίνει μόνο βάσει κάποιας υπόθεσης εργασίας για το προεξοφλητικό επιτόκιο. Δηλαδή, ο αναλυτής της επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιήσει ως προεξοφλητικό επιτόκιο αυτό που είναι θεωρείται ευρύτερα αποδεκτό για τη δεδομένη οικονομική κατάσταση και τη συγκεκριμένη κατηγορία επένδυσης.

➤ Σταθερές και τρέχουσες τιμές

Σε μια οικονομική ανάλυση, οι χρηματορροές μπορούν να εκφραστούν είτε σε τρέχουσες τιμές είτε σε σταθερές τιμές. Έκφραση σε τρέχουσες τιμές είναι το πραγματικό ποσό χρημάτων που καταβάλλεται ή εισπράττεται σε κάποια χρονική στιγμή. Έκφραση σε σταθερές τιμές είναι το ποσό των χρημάτων σε δεδομένη χρονική στιγμή, που είναι ισοδύναμο (από πλευράς αγοραστικής αξίας) με το πραγματικό. Η στιγμή αυτή (χρόνος αναφοράς) μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Συχνά ως χρόνος αναφοράς ορίζεται η αρχή του πρώτου έτους του οικονομικού κύκλου ζωής.

Η εκπόνηση της οικονομικής ανάλυσης σε τρέχουσες τιμές απαιτεί τη γνώση (ή την πρόβλεψη, εάν πρόκειται για μελλοντικά ποσά) του ετήσιου δείκτη πληθωρισμού των επιμέρους συνιστωσών κόστους και οφέλους, που σχετίζονται με την επένδυση. Προκειμένου να αποφευχθεί η πρόβλεψη της τιμής μιας αρκετά αόριστης παραμέτρου, όπως ο πληθωρισμός, αλλά και για απλούστευση των υπολογισμών, κατά τις οικονομικές αναλύσεις συχνά θεωρείται ότι ο γενικός δείκτης πληθωρισμού είναι ίσος με το μηδέν, ενώ για συγκεκριμένες δαπάνες (π.χ. καύσιμα, ανταλλακτικά, μισθοδοσία, κ.λ.π.) χρησιμοποιείται ο διαφορικός δείκτης πληθωρισμού, δηλ. η διαφορά του πραγματικού από το γενικό δείκτη. Επίσης στις περιπτώσεις αυτές, αντί του πραγματικού επιτοκίου της αγοράς χρησιμοποιείται το αποπληθωρισμένο επιτόκιο αγοράς.

➤ Καθαρή παρούσα αξία επένδυσης (Net present value, NPV)

Καθαρή παρούσα αξία είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης και η οποία προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένη συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας του συστήματος. Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται από τη σχέση

$$NPV = -C_{in} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} + \frac{SV_N}{(1+d)^N}$$

Όπου

C_{in} : αρχική επένδυση,

F_t : ετήσιο καθαρό όφελος,

N : οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης,

d : επιτόκιο αναγωγής σε περούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου),

SVN: αξία εκποίησης (απομένουσα αξία) της επένδυσης στο τέλος του οικονομικού κύκλου ζωής N.

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- NPV>0: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικό κύκλο ζωής, N, και επιθυμητό βαθμό απόδοσης της επένδυσης, d).
- NPV=0: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d.
- NPV<0: Η επένδυση είναι αντιοικονομική.

➤ Απόδοση κεφαλαίου (internal rate of return, IRR)

Το IRR ορίζεται ως ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) και αποτελεί το δεύτερο εργαλείο για την αξιολόγηση παγίων επενδύσεων μετά την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ/NPV). Είναι το ποσοστό απόδοσης % (rate of return), δεν είναι χρήμα και για τον υπολογισμό του αρκεί όλη η πληροφορία που είναι ενσωματωμένη στην επένδυση και όχι στην αγορά επενδύσεων.

ΤΟ IRR είναι το επιτόκιο d που αν θέσουμε NPV=0 , θα βρεθεί.

$$NPV_{(d=IRR)} = 0$$

5.7 Επιχειρηματικό σχέδιο έργου

Με βάση βιβλιογραφικά στοιχεία, συσχετίσεις και προσφορές για παρόμοιες μονάδες, εκτιμώνται το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος(ΣΚΚ- CAPEX) και το Συνολικό Λειτουργικό Κόστος (ΣΛΚ- OPEX) της υπό εξέταση ΚΜΑΧ και παρατίθενται στους Πίνακες 5.10 και 5.12 που ακολουθούν αντίστοιχα.

Προσεγγίστηκε το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος(ΣΚΚ-CAPEX) το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία Κεφαλαιουχικού Κόστους και υπολογίζονται οι τιμές πολλαπλασιάζοντας τις τιμές/Μονάδα με τη κάθε ποσότητα αντίστοιχα. Μετά προσθέτοντας όλες τις τιμές προκύπτει το ΣΚΚ-CAPEX.

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου προκύπτει από τα επιμέρους κάτωθι αντικείμενα, το κόστος των οποίων προσδιορίζεται βάσει στοιχείων της αγοράς για τη δεδομένη χρονική στιγμή.

Table 5.9: Υπολογισμός του Συνολικού Κεφαλαιουχικού Κόστους (ΣΚΚ-CAPEX)

Στοιχείο Κεφαλαιουχικού Κόστους	Μονάδα	Τιμή/Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή
1-Κόστος γης	€/στρέμμα	2,200.00	76	167,200.00
2-Γραμμή αναερόβιας χώνευσης	€	1,650,000.00	1	1,650,000.00
3-Επεξεργασία βιοαερίου	€/Nm ³ biogas	8.00	3750	30,000.00
4-Μονάδα ΣΗΕΘ	€/m ³	200.00	305	400,000.00
5-Διαχείριση digestate	€	80,000.00	1	80,000.00
6-Λοιπά Η/Μ έργα + Υ/Σ	€	64,000.00	1	110,000.00
7-Λιμνοδεξαμενές	€/m ³ effluent	80,000.00	1	80,000.00
8-Έργα Π/Μ + χωματουργικά	€	17,500.00	1	150,000.00
Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος(ΣΚΚ-CAPEX)				2,667,200.00

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι Ετήσιες πωλήσεις της μονάδας KMAX. Υπολογίζονται οι Πωλήσεις(€/έτος) των προϊόντων της KMAX και το άθροισμά τους είναι το Σύνολο πωλήσεων από την KMAX (€/έτος).

Table 5.10: Ετήσιες πωλήσεις της μονάδας KMAX

Ετήσιες πωλήσεις της μονάδας KMAX				
Προϊόντα της KMAX	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή Πώλησης	Πωλήσεις(€/έτος)
Αναβαθμισμένο Compost	τόνοι/έτος	3,937.35	84.00	330,737.36
Τέλη εισόδου	τόνοι/έτος			58,375.00
Θερμική ενέργεια	MWhth/έτος			50,000.00
Ηλεκτρική ενέργεια	Mwhe/έτος			984,950.00
Σύνολο πωλήσεων από την KMAX (€/έτος)				1,424,062.36

Επιπρόσθετα, έγινε εκτίμηση του Συνολικού Λειτουργικού Κόστους (ΣΛΚ-OPEX) της KMAX. Συλλέχθηκαν όλες οι κατηγορίες Λειτουργικού Κόστους υπολογίστηκαν σε μονάδα €/έτος και στη συνέχεια το άθροισμά τους υπολογίστηκε ως το ΣΛΚ-OPEX.

Αναφορά θα γίνει στον υπολογισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας & diesel= Κόστος ιδιοκαταναλώσεων ηλεκτρισμού (19.5%) * Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας MWhe/έτος (303,061.54) = 59,097.00 €/έτος.

Table 5. 11: Εκτίμηση του Συνολικού Λειτουργικού Κόστους (ΣΛΚ-OPEX) της KMAX

	Κατηγορία Λειτουργικού Κόστους		€/έτος		
A	Κόστος Προσωπικού		113,400.00		
B	Κόστος συντήρησης τμήματος αναερόβιας χώνευσης		25,000.00	0.9%	του CAPEX
Γ	Κόστος συντήρησης συστήματος ηλεκτροπαραγωγής		47,304.00	1.8%	του CAPEX
Δ	Γενικά Έξοδα		30,000.00	0.6%	της παραγωγής ηλ. Ενέργειας
E	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας & diesel		59,097.00	19.5%	Κόστος ιδιοκαταναλώσεων ηλεκτρισμού
ΣΤ	Κόστος διάθεσης επεξεργασμένων εκροών				
Z	Ανταποδοτικά τέλη υπέρ ΟΤΑ		45,545.95	3.2%	
H	Ασφάλιση έργου		46,899.75	2.0%	
Θ	Κόστος κτήσης Α' υλών		244,500.00		
I	Κόστος μεταφοράς Α' υλών (οργανικών λυμάτων)		300,000.00		
K	Απρόβλεπτα λειτουργίας		60,000.00	6.9%	
	Συνολικοί Λειτουργικοί Κόστος (ΣΛΚ-OPEX)		971,746.70		

	άτομα	€/μήνα	benefits	Μήνες μισθοδοσίας	€/έτος
Κόστος Προσωπικού	4	1,500.00	35%	14	113,400.00
		Ποσότητα(Mg/a)	Έξοδα αγοράς πρώτων υλών (€)	Έξοδα αγοράς πρώτων υλών (€/a)	
	Ενσώρωμα καλαμποκιού	6,500.00	35.00	227,500.00	
	Νερό συμπληρώματος	17,000.00	1.00	17,000.00	
Κόστος κτήσης Α' υλών				244,500.00	

5.8 Χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης

Σημαντικό εδώ είναι να υπολογιστούν τα κυριότερα χρηματο-οικονομικά στοιχεία της KMAX. Αναφέρεται ο τρόπος που υπολογίστηκε το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος (ΣΚΚ-CAPEX), στοιχεία της χρηματοδότησης του έργου και της λειτουργίας της μονάδας (Ετήσιο εισόδημα, Λειτουργικό κόστος) έτσι ώστε να υπολογιστεί το EBIDTA (κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων). Ο υπολογισμός αυτών γίνεται αφαιρώντας το λειτουργικό κόστος OPEX από το ετήσιο εισόδημα (συνολικές πωλήσεις) σε κάθε ένα από τα 20 έτη ζωής της επένδυσης.

Η χρηματοδότηση της επένδυσης θα γίνει με χρήση ιδίων και δανειακών κεφαλαίων. Συγκεκριμένα το 63% του συνολικού προϋπολογισμού της επένδυσης, ήτοι 2,667,200.00 €, θα καλυφθεί με ίδια κεφάλαια, ενώ το υπολειπόμενο 37% της επένδυσης, ήτοι 1,000,000.00 €, θα καλυφθεί με τραπεζικό δανεισμό. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στους πίνακες χρηματοροών.

Table 5. 12: Τα κυριότερα χρηματο-οικονομικά στοιχεία της ΚΜΑΧ

Κυριότερα χρηματο-οικονομικά στοιχεία της ΚΜΑΧ		
ΚΕΦΑΛΑΙΟΥΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΜΑΧ	Μονάδα	Τιμή
1-Αγορά γής	(€)	167,200.00
3-Μονάδα Υγρής Αναερόβιας Χώνευσης (Μ-4)	(€)	1,650,000.00
4-Επεξεργασία βιοαερίου	(€)	30,000.00
5-Μονάδα Συμπαγωγής Ηλ.Ενέργειας & Θερμότητας	(€)	400,000.00
6-Διαχείριση digestate	(€)	80,000.00
7-Λοιπός Η/Μ εξοπλισμός + Μ/Σ	(€)	110,000.00
8-Λιμνοδεξαμενές	(€)	80,000.00
9-Χωματοουργικά και έργα Πολιτικού Μηχανικού(Π/Μ)	(€)	150,000.00
Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος(ΣΚΚ-CAPEX)	(€)	2,667,200.00
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΡΓΟΥ	(%)	
Ίδια Κεφάλαια	63%	2,667,200.00
Επιδότηση-επιχορήγηση έργου		
Τραπεζικός Δανεισμός	37%	1,000,000.00
Συνολική Χρηματοδότηση	100%	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Ετήσιο εισόδημα(συνολικές πωλήσεις, Πίνακας 5)	(€/έτος)	1,424,062.36
Λειτουργικό κόστος(=ΣΛΚ+τοκοχρεωλύσιο, Πίνακας 4)	(€/έτος)	1,073,598.91
ΕΒΙΤΔΑ (κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων)	(€/έτος)	452,315.66

Παρουσιάζονται επίσης οι Οικονομικοί Δείκτες της επένδυσης που είναι : CAPEX, OPEX, Ετήσιες Πωλήσεις, Επιτόκιο αναγωγής, Απόδοση κεφαλαίου (internal rate of return IRR), η Περίοδος αποπληρωμής ιδίων & δανειακών κεφαλαίων discounted pay back period, DBP και η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) ιδίων κεφαλαίων.

Table 5.13: Παρουσίαση Οικονομικών Δεικτών Επένδυσης

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Μονάδα	Τιμή
Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος (CAPEX)	€	2,667,200.00
Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος (OPEX)	€/έτος	971,746.70
Ετήσιες πωλήσεις	€/έτος	1,424,062.36
Επιτόκιο αναγωγής(%)	%	0.12
IRR	%	0.16
Περίοδος αποπληρωμής ιδίων & δανειακών κεφαλαίων	έτη	5.96
ΚΠΑ (NPV) ιδίων κεφαλαίων	(€)	398,412.80

Η οικονομική αξιολόγηση περιλαμβάνει τα στοιχεία που θα παρουσιαστούν παρακάτω για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων όσον αφορά την θετική ή αρνητική έκβαση της συγκεκριμένης επένδυσης.

5.9 Χρηματοροές και ανάλυση Κεφαλαίου Δανεισμού (Τοκοχρεωλυτική δόση)

Όσον αφορά τη χρηματοδότηση του έργου, θα υπάρξει ένα δάνειο ύψους 1.000.000 € (Debt), το οποίο θα ακολουθεί τοκοχρεωλυτική δόση, η διάρκεια του θα είναι 20 έτη, και το επιτόκιο θα είναι 8%.

Η *Τοκοχρεωλυτική Δόση* υπολογίζεται διαιρώντας το ύψος δανείου με το άθροισμα των «Present Value Interest Factors for One Dollar Discounted at k Percent for n Periods: PVIF k, n = 1 / (1 + k) n» και προκύπτει ο αριθμός 101,852.21 . Το *Αρχικό Ποσό* κάθε έτους είναι το υπόλοιπο του προηγούμενου έτους. Αυτό το αρχικό ποσό σε κάθε χρόνο πολλαπλασιάζεται με το επιτόκιο δανείου (Cost of Debt) 8% και προκύπτει ο *Τόκος*. Υπολογίζεται η αποπληρωμή αφαιρώντας από τη δόση τον τόκο που έχει υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας το αρχικό ποσό (που αντιστοιχεί με το υπόλοιπο κάθε έτους) με το επιτόκιο (interest rate 8%). Έπειτα αφαιρείται η δόση από το άθροισμα του τόκου με το αρχικό ποσό στο κάθε έτος.

Έτσι προκύπτει το καινούργιο υπόλοιπο, που θα αποτελέσει το αρχικό ποσό για τον επόμενο χρόνο. Αυτή η διαδικασία ολοκληρώνεται για όλα τα έτη επένδυσης έτσι ώστε να ξεχρεωθεί το ύψος του δανείου.

Discount factor: $1 / (1 + \text{cost of debt})^{\text{Διάρκεια (n)}}$

Table 5.14: Χαρακτηριστικά δανείουPresent Value Interest Factors for One Dollar Discounted at k Percent for n Periods: $PVIF\ k, n = 1 / (1 + k)^n$

Υψος δανείου	1,000,000.00	n	Discount factor
Διάρκεια	20	1	0.93
επιτοκιο	8%	2	0.86
		3	0.79
		4	0.74
		5	0.68
		6	0.63
		7	0.58
		8	0.54
		9	0.50
		10	0.46
		11	0.43
		12	0.40
		13	0.37
		14	0.34
		15	0.32
		16	0.29
		17	0.27
		18	0.25
		19	0.23
		20	0.21
Total Discount factor			9.82

- Τοκοχρεωλητική δόση = $\text{Υψος δανείου} / \text{Total Discount factor}$
= 101,852.21

Ως τρόπος για να ξεπληρωθεί το δάνειο επιλέχθηκε η τοκοχρεωλυτική δόση. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε αναφέρθηκε παραπάνω.

Table 5.15: Διαδικασία υπολογισμού αποπληρωμής δανείου μέσω τοκοχρεωλυτικής δόσης

Χρόνος	Αρχικό ποσό	Τόκος	Αρχικό Ποσό και Τόκος	Δόση	Αποπληρωμή	Υπόλοιπο
0	1,000,000.00	-	1,000,000.00	-		1,000,000.00
1	1,000,000.00	80,000.00	1,080,000.00	101,852.21	21,852.21	978,147.79
2	978,147.79	78,251.82	1,056,399.61	101,852.21	23,600.39	954,547.41
3	954,547.41	76,363.79	1,030,911.20	101,852.21	25,488.42	929,058.99
4	929,058.99	74,324.72	1,003,383.71	101,852.21	27,527.49	901,531.50
5	901,531.50	72,122.52	973,654.02	101,852.21	29,729.69	871,801.81
6	871,801.81	69,744.14	941,545.96	101,852.21	32,108.06	839,693.75
7	839,693.75	67,175.50	906,869.25	101,852.21	34,676.71	805,017.04
8	805,017.04	64,401.36	869,418.40	101,852.21	37,450.85	767,566.19
9	767,566.19	61,405.30	828,971.49	101,852.21	40,446.91	727,119.28
10	727,119.28	58,169.54	785,288.82	101,852.21	43,682.67	683,436.61
11	683,436.61	54,674.93	738,111.54	101,852.21	47,177.28	636,259.33
12	636,259.33	50,900.75	687,160.08	101,852.21	50,951.46	585,307.87
13	585,307.87	46,824.63	632,132.50	101,852.21	55,027.58	530,280.29
14	530,280.29	42,422.42	572,702.71	101,852.21	59,429.79	470,850.50
15	470,850.50	37,668.04	508,518.55	101,852.21	64,184.17	406,666.34
16	406,666.34	32,533.31	439,199.64	101,852.21	69,318.90	337,347.43
17	337,347.43	26,987.79	364,335.23	101,852.21	74,864.41	262,483.02
18	262,483.02	20,998.64	283,481.66	101,852.21	80,853.57	181,629.45
19	181,629.45	14,530.36	196,159.81	101,852.21	87,321.85	94,307.60
20	94,307.60	7,544.61	101,852.21	101,852.21	94,307.60	0.00

5.10 Οικονομική Αξιολόγηση

Υποθέσεις εργασίας

Για τη διαμόρφωση του επενδυτικού σχεδίου ελήφθησαν συγκεκριμένες υποθέσεις εργασίας βάσει σημερινών δεδομένων και στοιχείων της αγοράς, για παραμέτρους ευμετάβλητες καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

- Συντελεστής φορολόγησης κερδών (Α.Ε.) -Corporate Tax : 29%
- Διάρκεια ζωής επένδυσης: 20 έτη
- Επιτόκιο δανεισμού- Interest rate: 8,00%
- Επιτόκιο Ιδίων Κεφαλαίων - Cost of Equity : 12%
- Περίοδος αποπληρωμής δανείου: 20 έτη

Ένας εταιρικός φόρος, που ονομάζεται επίσης φόρος εταιρειών είναι ένας άμεσος φόρος που επιβάλλεται από μια δικαιοδοσία στο εισόδημα ή το κεφάλαιο εταιρειών ή ανάλογων νομικών προσώπων. Αυτός ο εταιρικός φόρος (Corporate Tax) υπολογίζεται στο 29 %.

Το κόστος ιδίων κεφαλαίων (Cost of Equity) είναι η απόδοση που χρειάζεται μια εταιρεία για να αποφασίσει εάν μια επένδυση πληροί τις απαιτήσεις επιστροφής κεφαλαίου και εκτιμάται στο 12%. Χρησιμοποιείται συχνά ως κατώτατο όριο προϋπολογισμού για το

απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης. Το κόστος ιδίων κεφαλαίων μιας επιχείρησης αντιπροσωπεύει την αποζημίωση που ζητάει η αγορά έναντι της κυριότητας του περιουσιακού στοιχείου και που φέρει τον κίνδυνο ιδιοκτησίας.

Επιπρόσθετα φτιάχνουμε ένα πίνακα ταμειακών ροών. Τα έτη επένδυσης (Years) είναι είκοσι (0-20).

Οι πωλήσεις (Sales) στο έτος 0 είναι οι Ετήσιες Πωλήσεις της KMAX και στα υπόλοιπα έτη υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τις πωλήσεις του προηγούμενου έτους με το $[1 - \text{το συντελεστή φθοράς και βλάβης (Wear \& Tear)}]$.

Year	Debt	1,000,000.00
Sales	Corporate Tax	29%
OPEX	Wear & Tear	0.00%
EBITDA	Cost of Equity	12.00%
Depreciation		
EBIT		
Interest Payable		
Tax		
Net Profit		

Συμπληρώνουμε το Συνολικό Λειτουργικό Κόστος (OPEX) που υπολογίστηκε και στη συνέχεια αφού το αφαιρέσουμε από τις πωλήσεις σε κάθε έτος υπολογίζεται το EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization). Ο συντελεστής αυτός ορίζεται ως τα Κέρδη Προ Φόρων και Αποσβέσεων. Είναι μία μέτρηση της λειτουργικής ταμειακής ροής μιας επιχείρησης βάσει δεδομένων από την κατάσταση λογαριασμού αποτελεσμάτων της εταιρείας. Υπολογίζεται με βάση τα κέρδη πριν την αφαίρεση των εξόδων τόκων, φόρων και αποσβέσεων. Ο τύπος είναι: $EBITDA = \text{Έσοδα} - \text{Έξοδα (εξαιρουμένων των τόκων, των φόρων και των αποσβέσεων)}$.

Επιπλέον, υπολογίζεται ο συντελεστής απόσβεσης (Depreciation) που είναι το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος (CAPEX) που έχει ήδη υπολογιστεί. Οι αποσβέσεις είναι μια έκπτωση φόρου εισοδήματος που επιτρέπει σε έναν φορολογούμενο να ανακτήσει το κόστος ή άλλη βάση ορισμένων περιουσιακών στοιχείων. Πρόκειται για ετήσια αποζημίωση για τη φθορά, την υποβάθμιση ή την απαξίωση του ακινήτου.

Τα κέρδη προ φόρων και τόκων (EBIT) είναι δείκτης της κερδοφορίας μιας επιχείρησης, που υπολογίζεται ως έσοδα μείον τα έξοδα, εξαιρουμένων των φόρων και των τόκων. Για τον υπολογισμό του EBIT (Earnings Before Interest & Tax) αφαιρείται από το υπολογιζόμενο EBITDA ο συντελεστής των αποσβέσεων (Depreciation).

Ο φόρος (Tax) υπολογίζεται με τις εξής πράξεις: αφαιρούμε από τα κέρδη προ φόρων και τόκων (EBIT) το Interest Payable και στη συνέχεια πολλαπλασιάζουμε το ποσό που προκύπτει με τον εταιρικό φόρο (Corporate Tax). Το Interest Payable είναι ο φόρος ο οποίος έχει υπολογιστεί και έχει ληφθεί υπόψη κατά την διαδικασία υπολογισμού της τοκοχρεωλυτικής δόσης και υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το επιτόκιο δανείου (interest rate 8%) με το ύψος δανείου σε κάθε αρχή του έτους που είναι το υπόλοιπο σε κάθε έτος υπολογισμού της τοκοχρεωλυτικής δόσης, με βάση τα ποσά αποπληρωμής κάθε έτους.

$$\text{Tax} = (\text{EBIT} - \text{Interest Payable}) * (\text{Corporate Tax σε } \$)$$

Συχνά αναφέρεται ως το κατώτατο όριο, το καθαρό κέρδος (Net Profit). Υπολογίζεται αφαιρώντας από τα κέρδη προ φόρων και τόκων (EBIT), το φόρο (Tax) καθώς και τον πληρωτέο τόκο (Interest Payable).

$$\text{New profit} = \text{EBIT} - \text{Tax} - \text{Interest Payable}$$

Το κύριο δάνειο (Debt Principal) είναι το αρχικό χρηματικό ποσό που δανείστηκε ο επενδυτής για μια επένδυση, το οποίο πρέπει στο εικοστό (20^ο) έτος επένδυσης να ξεπληρωθεί. Υπολογίζεται σε κάθε έτος ανάλογα με τρόπο που έχει επιλεγεί να αποπληρωθεί και στη συγκεκριμένη περίπτωση με βάση τη τοκοχρεωλυτική δόση (Αποπληρωμή δανείου).

Στη συνέχεια, υπολογίζεται η ελεύθερη ταμειακή ροή (FCFE), ένα μέτρο της χρηματοοικονομικής επίδοσης μιας επιχείρησης, αφαιρώντας από την λειτουργική ταμειακή ροή τις κεφαλαιουχικές δαπάνες. Η FCFE αντιπροσωπεύει τα μετρητά τα οποία μια εταιρεία είναι σε θέση να δημιουργήσει αφού δαπανήσει τα χρήματα που απαιτούνται για τη διατήρηση ή την επέκταση της περιουσίας της. Το FCFE είναι σημαντικό επειδή επιτρέπει σε μια εταιρεία να ακολουθήσει ευκαιρίες που ενισχύουν την αξία των μετόχων. Υπολογίζεται αν στο καθαρό κέρδος (Net Profit) προσθέσουμε το συντελεστή απόσβεσης (Depreciation) και στη συνέχεια αφαιρέσουμε το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος (ΣΚΚ-CAPEX) καθώς και το κύριο δάνειο (Debt Principal). Η απόσβεση (Depreciation) αποδίδεται μόνο στα πάγια στοιχεία (εξοπλισμό) και όχι σε μετοχές. Έτσι υπάρχει απομείωση αξίας του παγίου στην συνέχεια του χρόνου, ως λογιστική απομείωση. Οι αποσβέσεις λειτουργούν ως μηχανισμός για την αύξηση της ΚΠΑ. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού αποσβέσεων. Αυτός που επιλέχθηκε στην δική μας περίπτωση είναι η μέθοδος ευθείας γραμμής, δηλαδή το σταθερό κόστος απόσβεσης κάθε χρόνο. Η απόσβεση είναι λογιστικό μέγεθος, δεν επηρεάζει τις ταμειακές ροές (cash flows) βοηθάει στο να μην φαίνονται τα πρώτα κέρδη της επένδυσης

και έτσι έχουμε φαινομενικά λιγότερα κέρδη, άρα περισσότερα έξοδα-κόστη, άρα μειωμένους φόρους. Στη λήξη της επένδυσης (λήξη παγίου) η αξία του παγίου θα είναι μηδέν. Στη λήξη της επένδυσης θα έχουμε αγοραία αξία αλλά όχι λογιστική αξία.

Αποσβέσεις ευθείας γραμμής = Ιστορικό κόστος παγίου(ετήσια απόσβεση, Capex)/ έτος ζωής παγίου

$$= 2,667,200.00 / 20$$

$$= 133,360.00$$

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλα τα έτη επένδυσης από το 0-20. Η διαφορά βρίσκεται στο έτος 0 που έχουμε το CAPEX και το Debt Principal ως εισροή και στο έτος 20 που έχουμε και πάλι το Debt Principal ως εκροή εξόφλησης δανείου.

$$FCFE = \text{Net Profit} + \text{Depreciation} - \text{CAPEX} - \text{Debt Principal}$$

Σε αυτό το σημείο υπολογίζεται ο IRR(Internal Rate of Return)- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) όλων των FCFE σε όλα τα έτη επένδυσης, από το 0-20 και προκύπτει ότι είναι 16%.

Έπειτα, υπολογίζεται το τελικές προεξοφλημένες ταμειακές ροές – FCFE Present Value (Free Cash Flow Equity) πολλαπλασιάζοντας στο προηγούμενο υπολογιζόμενο FCFE το discount factor. Το discount factor υπολογίζεται από το τύπο $1/(1+\text{cost of equity})^n$.

Έπειτα, υπολογίστηκε το άθροισμα του FCFE που μας δίνει την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ-NPV). Το Free Cash Flows Equity (FCFE discounted Present Value) προκύπτει αν προσθέσουμε το Depreciation και το Net Profit και στη συνέχεια αφαιρέσουμε το Capex που υπάρχει μόνο στο έτος 0 και το Debt Principal του κάθε χρόνου ξεχωριστά, που είναι ουσιαστικά το ποσό αποπληρωμής που υπολογίστηκε στη διαδικασία της τοκοχρεωλυτικής δόσης. Στη συνέχεια πολλαπλασιάζουμε αυτό που βρίσκουμε με το Discount factor, το οποίο υπολογίζεται από το τύπο $(1 / (1 + \text{Cost of Equity}))^{\text{year}}$.

Η διαφορά στον υπολογισμό του NPV και IRR είναι ότι στον υπολογισμό του NPV χρησιμοποιούμε το Cost of Equity discount (FCFE-Present Value), ενώ στον υπολογισμό του IRR χρησιμοποιούμε το Cost of Debt (FCFE).

Οι ταμειακές ροές (FCF) υπολογίζονται για να δούμε σε πόσα χρόνια θα λάβουμε τα λεφτά που δώσαμε. Έτσι,

Debt Principal
CAPEX
FCFE
Discount factor
FCFE(Present Value)
Cumulative FCFE
check
Payback period
Cumulative FCFE(Present Value-discounted)

στη συνέχεια προστίθενται οι ταμειακές ροές της προηγούμενης χρονιάς σε αυτή τη χρονιά που υπολογίζεται για να βρεθεί πότε θα αποπληρωθεί (Payback period) η αρχική επένδυση, λαμβάνοντας υπόψη το αρνητικό κόστος (CAPEX) που είχε στο έτος μηδέν (Cumulative FCFE). Από εκεί και πέρα αρχίζουν και αυξάνονται ραγδαία τα κέρδη της εταιρείας.

Τέλος, υπολογίζεται το Cumulative FCFE(Present Value-discounted) το οποίο στο 20^ο έτος μας δίνει την Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης (NPV).

5.11 Συγκεντρωτικός πίνακας χρηματοροών

Οι ανάλυση των επενδυτικών, χρηματοδοτικών και λειτουργικών χρηματοροών παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα Χρηματοροών.

Table 5.16: Πίνακες Χρηματοροών για την Οικονομική Αξιολόγηση της Επένδυσης και υπολογισμών χρηματοοικονομικών δεικτών

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sales		1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36
OPEX		971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70
EBITDA		452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66
Depreciation		133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00
EBIT		318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66
Interest Payable		80,000.00	78,251.82	76,363.79	74,324.72	72,122.52	69,744.14	67,175.50	64,401.36	61,405.30
Tax		69,297.14	69,804.11	70,351.64	70,942.97	71,581.61	72,271.34	73,016.25	73,820.75	74,689.61
Net Profit		169,658.52	170,899.72	172,240.23	173,687.97	175,251.53	176,940.18	178,763.91	180,733.55	182,860.76
Debt Principal	(1,000,000.00)	21,852.21	23,600.39	25,488.42	27,527.49	29,729.69	32,108.06	34,676.71	37,450.85	40,446.91
CAPEX	2,667,200.00									
FCFE	(1,667,200.00)	281,166.31	280,659.34	280,111.81	279,520.48	278,881.84	278,192.11	277,447.21	276,642.71	275,773.85
Discount factor	1	0.892857143	0.797193878	0.711780248	0.635518078	0.567426856	0.506631121	0.452349215	0.403883228	0.360610025
FCFE(Present Value)	(1,667,200.00)	251,041.35	223,739.91	199,378.05	177,640.32	158,245.05	140,940.78	125,503.03	111,731.35	99,446.81
Cumulative FCFE	(1,667,200.00)	(1,386,033.69)	(1,105,374.35)	(825,262.54)	(545,742.06)	(266,860.22)	11,331.89	288,779.10	565,421.80	841,195.65
check		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.96	0.00	0.00	0.00
Payback period		5.96								

Year	10	11	12	13	14	15
Sales	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36
OPEX	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70
EBITDA	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66
Depreciation	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00
EBIT	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66
Interest Payable	58,169.54	54,674.93	50,900.75	46,824.63	42,422.42	37,668.04
Tax	75,627.97	76,641.41	77,735.93	78,918.00	80,194.64	81,573.41
Net Profit	185,158.14	187,639.32	190,318.99	193,213.03	196,338.60	199,714.21
Debt Principal	43,682.67	47,177.28	50,951.46	55,027.58	59,429.79	64,184.17
CAPEX						
FCFE	274,835.48	273,822.04	272,727.53	271,545.45	270,268.81	268,890.04
Discount factor	0.321973237	0.287476104	0.256675093	0.22917419	0.204619813	0.182696261
FCFE(Present Value)	88,489.67	78,717.29	70,002.36	62,231.21	55,302.35	49,125.21
Cumulative FCFE	1,116,031.13	1,389,853.17	1,662,580.69	1,934,126.15	2,204,394.96	2,473,285.00
check						
Payback period	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Year	16	17	18	19	20
Sales	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36	1,424,062.36
OPEX	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70	971,746.70
EBITDA	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66	452,315.66
Depreciation	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00	133,360.00
EBIT	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66	318,955.66
Interest Payable	32,533.31	26,987.79	20,998.64	14,530.36	7,544.61
Tax	83,062.48	84,670.68	86,407.54	88,283.34	90,309.21
Net Profit	203,359.87	207,297.18	211,549.48	216,141.97	221,101.85
Debt Principal	69,318.90	74,864.41	80,853.57	87,321.85	94,307.60
CAPEX					1,000,000.00
FCFE	267,400.97	265,792.77	264,055.92	262,180.11	260,154.25
Discount factor	0.163121662	0.145644341	0.13003959	0.116106777	0.103666765
FCFE(Present Value)	43,618.89	38,711.21	34,337.72	30,440.89	26,969.35
Cumulative FCFE	2,740,685.97	3,006,478.74	3,270,534.66	3,532,714.77	3,792,869.02
check					
Payback period	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.12 Αξιολόγηση επενδυτικού σχεδίου

Στο τέλος, υπολογίζεται η Καθαρή Παρούσα Αξία, ΚΠΑ (Net Present Value, NPV) και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, ΕΒΑ (Internal Rate of Return, IRR), έτσι ώστε να γίνει μία ολοκληρωμένη αξιολόγηση της επένδυσης. Η αξιολόγηση της επένδυσης λαμβάνει χώρα στο παρόν (έτος 0) και εκεί πρέπει να εκτιμηθούν και να προβλεφθούν οι ταμειακές ροές της επένδυσης για τα επόμενα έτη επένδυσης και πόσο θα κοστίζουν στο σήμερα.

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι η αξία σε χρήμα (€) σε παρούσες αξίες με την έννοια ότι συγκρίνουμε τωρινό κόστος με προεξοφλημένο όφελος. Είναι η καθαρή αξία με την έννοια ότι έχουμε έσοδα από τα οποία αφαιρούμε τα έξοδα (έσοδα- έξοδα). Αν η ΚΠΑ>0, δηλαδή αν είναι θετική, τότε αυτό χαρακτηρίζει τη μέτρηση του κέρδους που η εταιρία απολαμβάνει από την επένδυση. Επειδή η εταιρία έχει κέρδος, αυτόματα γίνεται πρόκριση της επένδυσης

NPV	398,412.80
IRR	16%

Για τον υπολογισμό της NPV αθροίζονται οι προεξοφημένες ταμειακές ροές (FCFE Present Value) οι οποίες έχουν υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας τον προεξοφλητικό παράγοντα(discount factor) με τις μη προεξοφλημένες ταμειακές ροές (FCFE). Αντίθετα, ο υπολογισμός του IRR γίνεται χρησιμοποιώντας τις μη προεξοφλημένες ταμειακές ροές (FCFE). Η διαφορά είναι ότι για τον υπολογισμό του IRR χρησιμοποιείται μόνο το Cost of Debt μέσω της τοκοχρεωλυτικής δόσης χρησιμοποιούμενο στο Interest Payable και Debt Principal. Στον υπολογισμό του NPV χρησιμοποιείται το Cost of Equity, το οποίο εμφανίζεται στο Discount factor.

Η Καθαρά Παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης υπολογίστηκε στα 398,412.80 >0, κάτι το οποίο υποδηλώνει πόσο αξίζουν σήμερα τα κέρδη της εταιρείας των επόμενων χρόνων, τα οποία είναι θετικά, οπότε η επένδυση προκρίνεται. Το IRR είναι 16% και είναι το επιτόκιο το οποίο υπολογίζεται αν μηδενιστεί η NPV.

$$NPV = 0 \rightarrow$$

$$-Co + FCFE / (1+i) + FCFE / (1+i)^2 + \dots + FCFE / (1+i)^{20} = 0 \rightarrow$$

$$- 1,667,200.00 + 281,166.31 / (1+IRR) + 280,659.34 / (1+IRR)^2 + \dots + 260,154.25 / (1+IRR)^{20} = 0 \rightarrow$$

Ο Εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε στα $IRR=16\%$ κάτι το οποίο σημαίνει ότι το συγκεκριμένο project αξίζει για ρίσκο μέχρι 16% . Το Cost of Equity(r) στην επένδυση που αναλύθηκε είναι 12% . Αν το $IRR > r$, που είναι το κόστος ευκαιρίας (το Cost of Equity που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της NPV) τότε η επένδυση προκρίνεται αν φυσικά πληρούνται και οι όροι που ισχύουν για την NPV δηλαδή να είναι $NPV > 0$. Επομπαρτηρείται ότι και το NPV είναι > 0 και το IRR είναι $> r$, αφού $16\% > 12\%$, άρα η επένδυση προκρίνεται. Αν το Cost of Equity(r) ήταν παραπάνω από το 16% που υπολογίστηκε ως όριο για το ρίσκο τότε δεν θα άξιζε.

Ο ανταγωνισμός τιμών μπορεί να θεωρηθεί ως μια δυναμική διαδικασία. Οι αποφάσεις μιας επιχείρησης σήμερα θα επηρεάσουν τη συμπεριφορά της και των ανταγωνιστών της στο μέλλον. Η απάντηση στο τι καθορίζει την ένταση του ανταγωνισμού των τιμών σε επενδύσεις της ίδιας κατηγορίας δίνεται στο γεγονός ότι αν μειωθεί η τιμή θα ακολουθήσουν και οι άλλοι, άρα τα κέρδη θα μειωθούν, ενώ ο βασικός στόχος μιας ορθολογικής επιχείρησης είναι η μεγιστοποίηση των κερδών, η ελαχιστοποίηση του κόστους και η αύξηση της κοινωνικής ευημερίας. Έτσι κανένας δεν έχει κίνητρο να κατεβάσει την τιμή, άρα είναι σα να έχουμε μονοπωλιακή συμφωνία χωρίς να κάνουμε Cartel (συμπραξη-συμπαιγνία). Σε άλλες περιπτώσεις, ακόμη και ένας μικρός αριθμός επιχειρήσεων επαρκεί για να παράγει έντονο ανταγωνισμό τιμών. Οι επιχειρήσεις πρέπει να προβλέψουν τι θα κάνει ο αντίπαλός τους στο μέλλον.

Οι εταιρίες μεγιστοποιούν την τιμή της μετοχής τους στο χρηματιστήριο όταν εντοπίζουν και προκρίνουν επενδύσεις με $KPIA > 0$ όπου το κέρδος εισέρχεται στο ταμείο της εταιρίας.

Αν η $KPIA < 0$ τότε σημαίνει ότι η τιμή είναι μεγάλη σε σχέση με το όφελος που θα δώσει με βάση την αγορά και η επένδυση χαρακτηρίζεται υπερτιμολογημένη. Υποδηλώνει ζημία που φέρνει η επένδυση στην εταιρία. Αν είναι πολύ αρνητική η $KPIA$ και δεν υπάρχουν άλλα συμφέροντα τότε η επένδυση απορρίπτεται καθώς αυτά που θα εισπράξει η εταιρία θα είναι λιγότερα από αυτά που θα αγοράσει.

Αν η $KPIA = 0$ τότε υποδηλώνεται η ουδετερότητα στην ανάληψη ή απόρριψη της επένδυσης.

Κάθε εταιρία χρησιμοποιεί υλικά πάγια στοιχεία (real assets) τα οποία στοχεύουν στην παραγωγή του προϊόντος (μηχανήματα, κτίριο, γήπεδο, τεχνολογία).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αξιολόγησης μίας επένδυσης με θετικά και αρνητικά γιατί καμία δεν είναι άριστη με μηδενικές πιθανότητες σφάλματος. Πάντα υπάρχει η αβεβαιότητα

και η ερμηνεία της μεθόδου αποτελεί βασικό στοιχείο στην αξιολόγηση της επένδυσης. Σημαντικό είναι λοιπόν να λαμβάνονται υπόψη παραπάνω από ένα συντελεστή αξιολόγησης σε μία επένδυση έτσι ώστε να ληφθεί η σωστή απόφαση. Χρειαζόμαστε μία μέθοδο, η οποία θα λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι οι ταμειακές εισροές (cash inflows) και οι ταμειακές εκροές (cash outflows) είναι διαφορετικά. Η μέθοδος αξιολόγησης της επένδυσης των παγίων στοιχείων (investment appraisal) λαμβάνει υπόψη της ότι υπάρχουν χρηματικές ροές στο παρόν και στο μέλλον, που δεν είναι συγκρίσιμες. Σε κάθε επένδυση υπάρχει στο παρόν (σήμερα) ένα κόστος (cash outflow), αλλά και αναμενόμενες ταμειακές ροές στο μέλλον.

Η μέθοδος αξιολόγησης μιας επένδυσης δείχνει αν η επένδυση έχει κέρδος ή ζημία. Έστω ότι η επένδυση φαίνεται να έχει ζημία μετά τα αποτελέσματα, δεν απορρίπτεται κατευθείαν αλλά εξετάζονται οι περαιτέρω ευκαιρίες ανάπτυξης που μπορεί να ενσωματώνει όπως καθαρά περιβαλλοντικούς σκοπούς ή εταιρική κοινωνική ευθύνη.

Σημαντικός συντελεστής που εξετάζεται επιπλέον για την περαιτέρω αξιολόγηση της επένδυσης είναι ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, IRR. Είναι ένα δεύτερο εργαλείο για αξιολόγηση παγίων επενδύσεων, είναι ποσοστό απόδοσης (%) - rate of return, και όχι χρήμα. Αν το παρόν διαφέρει από το μέλλον υπάρχει ανισοροπία (μη Arbitrage) και τότε αναζητείται το επιτόκιο που θα φέρει ισοροπία (Arbitrage) στην επένδυση. Υπάρχει ένα επιτόκιο που ισοδυναμεί το μέλλον με το παρόν. Αυτό το επιτόκιο που αποφέρει την ισοροπία στην επένδυση είναι το IRR, δηλαδή το ποσοστό που αποδίδει η επένδυση. Το IRR είναι ένα θεωρητικό ποσοστό απόδοσης σε συνθήκες ισοροπίας της αγοράς επενδύσεων (της συγκεκριμένης αγοράς, επένδυσης) και είναι το επιτόκιο i που υπολογίζεται αν τεθεί η ΚΠΑ=0.

$$IRR \rightarrow ΚΠΑ=0$$

$$\rightarrow -C_0 + KTP_1/(1+i) + KTP_2/(1+i)^2 + \dots + KTP_k/(1+i)^k$$

Το IRR είναι το επιτόκιο i που κάνει τις εισροές=εκροές.

Εάν το IRR(αποδόσεις) της επένδυσης είναι υψηλότερο από το r (αποδόσεις των ανταγωνιστικών επενδύσεων) τότε γίνεται πρόκριση της επένδυσης.

Στη περίπτωση επενδύσεων που έχει χρησιμοποιηθεί δάνειο όπως στη δική μας περίπτωση, έχουμε ταμειακή εισροή στο T_0 αλλά ταμειακή εκροή σε όλα τα άλλα διαστήματα άρα δάνεια αντίθετα από τις συμβατικές (conventional) επενδύσεις. Στις συμβατικές επενδύσεις θα έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα αξιολόγησης αν λάβουμε ως κριτήριο

την ΚΠΑ(NPV) ή τον ΕΒΑ(IRR) καθώς το IRR θα είναι το επιτόκιο στον οριζόντιο άξονα που θα κάνει την ΚΠΑ>0 θετική ή ΚΠΑ<0 αρνητική ή ΚΠΑ=0. Στη δική μας περίπτωση όσο πιο μεγάλο το επιτόκιο των άλλων δανείων τόσο καλύτερο το δικό μας επιτόκιο. Το ένα κριτήριο θα μας οδηγεί σε απόρριψη επένδυσης και το άλλο στην αποδοχή της επένδυσης. Είναι προτιμότερο να δώσουμε βάση περισσότερο στην χρήση της ΚΠΑ για την αποφυγή σύγχυσης.

Γι' αυτό δε πρέπει να παρατηρούμε μόνο αν η ΚΠΑ είναι μεγαλύτερη, μικρότερη, ή ίση με το μηδέν αλλά και την ευκαιρία ανάπτυξης (growth opportunity) που δε μπορούμε να δούμε από την ΚΠΑ. Το r = κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου = opportunity Cost of Equity. Συνδέει την παρούσα επένδυση με την αγορά και διαφέρει από χώρα σε χώρα. Το υψηλό επιτόκιο λειτουργεί ανασταλτικά στην ανάπτυξη και προτιμώνται χαμηλά r , άρα αύξηση της ΚΠΑ. Όσο υψηλότερο είναι το r των ανταγωνιστικών επενδύσεων, τόσο μεγαλύτερο κίνητρο υπάρχει για την αγορά της άλλης επένδυσης. Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι πιο αξιόπιστο κριτήριο αξιολόγησης μιας επένδυσης συγκριτικά με τον IRR, αλλά τελικά ο συνδυασμός τους φέρει καλύτερο αποτέλεσμα στην αξιολόγηση.

5.13 Ανακεφαλαίωση

Συμπερασματικά, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της πρώτης ύλης (χαρακτηριστικά και δυναμικό) και η επίδρασή τους στο μέγεθος του εργοστασίου. Καθορίστηκαν οι παράμετροι σχεδιασμού εισόδου και αξιολογήθηκε η επίδρασή τους στα βασικά στοιχεία εξόδου κλειδιού. Βάσει των δεδομένων εισροών και των επιπτώσεών τους στις επιδόσεις των εγκαταστάσεων, εκτιμήθηκαν σημαντικά οικονομικά μεγέθη, όπως η συνολική κεφαλαιουχική δαπάνη - CAPEX, οι ετήσιες πωλήσεις της μονάδας αναερόβιας χώνευσης, η εκτίμηση του συνολικού λειτουργικού κόστους - OPEX. Μετά από μια σειρά υποθέσεων και τα παραπάνω οικονομικά μεγέθη αξιολογήθηκαν οι βασικοί δείκτες σκοπιμότητας της μονάδας αναερόβιας χώνευσης (NPV, προεξοφλημένη απόσβεση, IRR). Τέλος, συζητήθηκε μια διαδικασία λήψης αποφάσεων, με βάση την οικονομική ανάλυση της επένδυσης λαμβάνοντας υπόψη την αξιολόγηση των ευκαιριών και των κινδύνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα και συζητούνται προτάσεις για την επένδυση που αξιολογήθηκε. Οι πίτες, τα ραβδογράμματα, η Swot ανάλυση και τα επιπλέον οφέλη που μελετώνται βοηθάνε στην ανάλυση της τεχνολογίας αυτής. Έτσι επιτυγχάνεται μία εκτίμηση δυναμικού Βιομάζας για παραγωγή βιοενέργειας, οι περαιτέρω ενέργειες που απαιτούνται για την υλοποίηση της επένδυσης, οι ευκαιρίες της προτεινόμενης επένδυσης, οι κίνδυνοι και ενδεχόμενες επισφάλειες, καθώς και η επιβολή τέλους εισόδου (gate fee) στα εισερχόμενα οργανικά απόβλητα.

6.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων, συμπεράσματα και προτάσεις

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα Χρηματοροών που παρουσιάστηκε παραπάνω, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας, με επιτόκιο δανεισμού – Interest Rate 8,00% που αντανακλά το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου δηλαδή το ποσοστό της απόδοσης τουλάχιστον της καλύτερης εναλλακτικής απόδοσης, η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι θετική ενώ ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return) που δείχνει την ετήσια κατά μέσο όρο απόδοση της επένδυσης αλλά και το επιτόκιο που δυνητικά θα μπορούσε να πληρώσει ο επενδυτής χωρίς να κινδυνεύσει να χάσει το κεφάλαιο του είναι στο 16 %, αρκετά μεγαλύτερο από το επιτόκιο δανεισμού , που κρίνεται φυσικά ικανοποιητικό. Συνεπώς η επένδυση γίνεται αποδεκτή.

Όσον αφορά τα επιμέρους στοιχεία του Πίνακα των Χρηματοροών, η χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης αποτελείται από 37% Δανειακά Κεφάλαια η χρήση των οποίων, με βάση των προϋπολογισμό και το χρονοδιάγραμμα εργασιών, ξεκίνα από το πρώτο χρόνο και 63% με Ίδια Κεφάλαια. Όπως έχει προαναφερθεί η μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στα 5,051,025.64 MWhe/έτος και με δεδομένες τις πωλήσεις του Αναβαθμισμένου Compost (330,737.36), των Τελών εισόδου (58,375.00), της Θερμικής (50,000.00) και ηλεκτρικής (984,950.00) ενέργειας προκύπτουν οι ετήσιες εισροές (1,424,062.36 €/έτος).

Κατόπιν, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της σταθερής απόδοσης της απόσβεσης, υπολογίζεται το ετήσιο αποσβεστέο ποσό. Στη μέθοδο αυτή το ποσό της απόσβεσης υπολογίζεται με σταθερό συντελεστή επί της τιμής κτήσεως ή αν συντρέχει περίπτωση, την

τιμή κτήσεως, μειωμένη κατά την υπολειμματική αξία του πράγματος η οποία παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια χρησιμοποιήσεως του. Αν όμως η υπολειμματική αξία δεν είναι αξιολογηθεί δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της αποσβεστέας αξίας. Η κρίση για την αξιολόγηση αυτή αφήνεται στην οικονομική μονάδα.

Depreciation/Απόσβεση = Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος(ΣΚΚ-CAPEX) / έτη ζωής παγίου

$$= 2,667,200.00 / 20$$

$$= 133,360.00$$

Με βάση τα παραπάνω, από την ανάλυση τεχνο-οικονομικής βιωσιμότητας της υπό εξέταση KMAX προκύπτουν τα παρακάτω βασικά συμπεράσματα:

1. Οι διαθέσιμες ποσότητες των οργανικών αποβλήτων (Α' ύλες) των κτηνοτροφικών μονάδων, των αποβλήτων- υπολειμμάτων από τις άλλες συναφείς δραστηριότητες και των ενσηνωμάτων από φυτικές καλλιέργειες στην περιοχή εγκατάστασης της KMAX κρίνονται υπερεπαρκείς, Έχουν αναληφθεί πολλές προσπάθειες για την εξασφάλιση της δυνατότητας πολυτροφοδοσίας της KMAX.
 2. Με βάση τις αγνωρισθείσες και συμβολαιοποιηθείσες Α' ύλες το μέγεθος της KMAX καθορίζεται σε 0.5 MWe.
- Από την θεώρηση του συγκεκριμένου μίγματος Α' υλών προκύπτουν τα κυριότερα λειτουργικά στοιχεία της KMAX και το βασικό διάγραμμα ροής της διεργασίας αναερόβιας χώνευσης.
3. Έχει γίνει ενδελεχής υπολογισμός του CAPEX/ΣΚΚ (2,667,200.00 €) και του OPEX/ΣΛΚ (971,746.70 €/ έτος). Έχουν αναγνωρισθεί οι technology providers της KMAX και οι κυριότεροι υπεργολάβοι.
 4. Οι πωλήσεις της KMAX (ηλεκτρική ενέργεια) εκτιμώνται σε 1,424,062.36 €/έτος.
 5. Η διερεύνηση βιωσιμότητας της επένδυσης κατέδειξε ότι με 2,667,200.00 € ίδια κεφάλαια και συνδυασμό τραπεζικού δανεισμού 1,000,000.00 €, bridge και vendor financing ο IRR για την 20ετία εκτιμάται σε περίπου 16% ενώ η ΚΠΑ ανέρχεται(20ετία) στα 398,412.80 €, η δε έντοκη περίοδος αποπληρωμής ιδίων και δανειακών κεφαλαίων υπολογίζεται σε περίπου 5.96 έτη.

Τα κυριότερα σημεία προσοχής για την υλοποίηση του εγχειρήματος εστιάζονται:

- Στην ακριβή γνώση της διαθεσιμότητας και της καταλληλότητας των Α΄υλών, σημείο που έχει αντιμετωπισθεί επαρκέστερα μέσω της Συμβολαιακής Γεωργίας και των συμφωνιών με τους τοπικούς παραγωγούς οργανικών αποβλήτων.
- Στην επιλογή αξιόπιστων technology providers/vendors (ιδιαίτερα για τη γραμμή της αναερόβιας χώνευσης) , θέμα που έχει αντιμετωπισθεί με την επιλογή της WATREC και της GE Jenbacher.
- Στην επιλογή έμπειρου EPC για την εντός χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού ανέγερση με την εφοδιαστική αλυσίδα και τη διάθεση των υγρών εκροών, σημείο που έχει αντιμετωπισθεί με τη δυνατότητα άρδευσης των χωραφιών των ενεργειακών φυτών (καλαμπόκι-αγριοαγκινάρα) με τις υγρές εκροές της KMAX (συνέργειες μεταξύ παραγωγής Α΄υλών και λειτουργίας της KMAX).
- Οι ευκαιρίες της προτεινόμενης επένδυσης συνίστανται:
- Στην απόκτηση σχετικής τεχνογνωσίας από τους εταίρους (τεχνική και οικονομική εμπειρία) για την επιτυχή επανάληψη του εγχειρήματος.
- Στις δυνατότητες πώλησης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας με συνδυασμένη αξιοποίηση/αναβάθμιση.
- Στο επιτυχές marketing του compost που θα παράγεται από το χωνεμένο υπόλειμμα.
- Στις δυνατότητες επιβολής τελών διάθεσης ορισμένων κατηγοριών ιδιαίτερα προβληματικών οργανικών αποβλήτων (σε δεύτερο χρόνο).

Ένα άλλο πολύ σημαντικό ζήτημα που είναι απαραίτητο για τη διαδικασία εντοπισμού είναι η αξιολόγηση του περιβάλλοντος χώρου του φυτού. Ένας παράγοντας που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη διαδικασία τοποθέτησης είναι η χρησιμοποίηση των περιοχών βιομηχανικής παραγωγής, ιδιαίτερα εκείνων που προηγουμένως έχουν χρησιμοποιηθεί για δημοτικούς σκοπούς (δηλαδή επεξεργασία αποβλήτων ή λυμάτων). Οι περισσότερες εγκαταστάσεις AD που αναλύθηκαν δημιουργήθηκαν σε περιοχές εξοπλισμένες με τεχνική υποδομή, δηλαδή σε σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων, κλειστούς χώρους υγειονομικής ταφής ή χώρους λιπασματοποίησης.

Η εγκατάσταση AD που βρίσκεται σε περιοχές που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για δημοτικούς σκοπούς μπορεί να προστεθεί στην ήδη υπάρχουσα τεχνολογική αλυσίδα. Για παράδειγμα, στο Escoparc3 και το Gac, η AD σε μια μονάδα MBT είναι αδιαχώριστη από την επεξεργασία μηχανικής προεπεξεργασίας (σύνθλιψη, διαχωρισμός κ.λπ.) και από τις

τεχνολογίες μετά την επεξεργασία (αερόβια). Η εγκατάσταση στο Gas (Πολωνία) περιλαμβάνει επίσης δημοτικό χώρο υγειονομικής ταφής, ενώ το Ecorpac3 (Βαρκελώνη) βρίσκεται κοντά στην εγκατάσταση αποτέφρωσης MSW. Οι εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται με SSO (π.χ. Kirstockach στη Γερμανία, Ecorpac1 στην Ισπανία) έχουν σχεδιαστεί ως επέκταση των προηγούμενων εγκαταστάσεων κομποστοποίησης και για παράδειγμα η επένδυση της Ζυρίχης προστέθηκε στην υπάρχουσα μονάδα επεξεργασίας λυμάτων.

Ο ελληνικός χώρος εμφανίζει αξιόλογες προοπτικές για την ανάπτυξη πρότυπων Κεντρικών Μονάδων Βιοαερίου (centralized biogas plants). Η ιδέα της κεντρικής μονάδας συνδυασμένης χώνευσης βασίζεται στην παραγωγή βιοαερίου με τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης (AX), χρησιμοποιώντας ένα ευρύ φάσμα οργανικών αποβλήτων, που αποτελούνται κατά 80% από κτηνοτροφικά απόβλητα και κατά 20% από αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, αστικά οργανικά απορρίμματα και λύματα βιολογικών καθαρισμών. Η κεντρική μονάδα εγκαθίσταται σε περιοχές με υψηλό δυναμικό αποβλήτων με σκοπό τη μείωση του κόστους μεταφοράς τους.

Το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4) 55-70% και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) 30-45% και μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης, καυστήρες αερίου ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, μετά τη διαδικασία του καθαρισμού, και την αναβάθμισή του. Τέλος, το βιοαέριο διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως επίσης να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιο-υδρογόνου (fuel cell).

Μια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου δεν παρέχει μόνο τη δυνατότητα αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού του βιοαερίου, αλλά συμμετέχει παράλληλα και στη συνολική επεξεργασία των αποβλήτων της γεωργοκτηνοτροφικής δραστηριότητας που τα παράγει. Η παραγωγή βιοαερίου έχει αλληλένδετα οικονομικά, περιβαλλοντικά και γεωργικά οφέλη, όπως είναι η μείωση των εισαγωγών καυσίμων, μικρότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , NO_x), εξοικονόμηση χρημάτων και αύξηση της απασχόλησης στον πρωτογενή τομέα. Η αξιοποίηση της ενέργειας των αποβλήτων των γεωργοκτηνοτροφικών μονάδων, καθώς και ειδικών βιομηχανικών οργανικών αποβλήτων και των οργανικών δημοτικών στερεών απορριμμάτων μπορεί να γίνει σε κεντρική μονάδα βιοαερίου με κύρια προϊόντα το βιοαέριο και το οργανικό λίπασμα λύση που φαίνεται ελκυστική για την Ελλάδα.

Η οικονομικότητα μιας τέτοιας μονάδας βασίζεται κατ' αρχάς στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη (γεωργο-κτηνοτροφικά απόβλητα, οργανικό μέρος των απορριμμάτων) έχει συχνά μηδενική ή αρνητική αξία και κατά δεύτερο λόγο ότι τα προϊόντα της μονάδας έχουν αναμφισβήτητη εμπορική αξία. Ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας εμπίπτει σε διατάξεις Νόμου για πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και η δε πώληση του πλεονάσματος της θερμότητας μπορεί να αποδώσει επιπρόσθετα έσοδα. Επιπλέον, η παραγωγή στερεού οργανικού υπολείμματος μπορεί να θεωρηθεί πηγή εσόδων αν το υπόλειμμα αυτό με διαχωρισμό και εξάτμιση τροποποιηθεί κατάλληλα και πωληθεί σαν στερεό και υγρό λίπασμα.

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, έχει εκτελέσει στο παρελθόν με επιτυχία ένα πλήθος αντίστοιχων τεχνικό-οικονομικών μελετών, σε διάφορα σημεία της Ελλάδος, με διαφορετικές απαιτήσεις και οικονομικά μεγέθη, αποκτώντας με αυτό τον τρόπο σημαντική τεχνογνωσία.

Η υπηρεσία απευθύνεται τόσο στην ελληνική αγορά όπως ιδιώτες, επενδυτές, συνεταιρισμούς, Οργανισμούς, Ιδρύματα, Ο.Τ.Α. και Πολιτεία όσο και στην εξωτερική αγορά περιλαμβάνοντας και την τεχνική βοήθεια προς ιδιώτες και οργανισμούς Τρίτων Χωρών. Το ΚΑΠΕ, διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να διενεργεί επιτόπιες μετρήσεις των εκπομπών αερίων ρύπων σε μονάδες καύσης και να αξιολογεί τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών, σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λειτουργίας των μονάδων και την υπέρβαση ή όχι των σχετικών ορίων. Η υπηρεσία αυτή αφορά τη μέτρηση εκπομπών αερίων ρύπων σε μονάδες καύσης παντός είδους και περιλαμβάνει τη μέτρηση των κυριότερων εκπομπών αερίων ρύπων με σκοπό την εκτίμηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από τη λειτουργία της μονάδας.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα, ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων. Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται, επίσης ενεργειακές καλλιέργειες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα κι ο ηλίανθος όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλης και βιοντίζελ).

Ο Τομέας Ανάπτυξης-Marketing Βιομάζας του ΚΑΠΕ αξιολογεί τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους ανάπτυξης σχημάτων παραγωγής και διαχείρισης βιομάζας

από ενεργειακές καλλιέργειες. Ο Τομέας Βιομάζας του ΚΑΠΕ έχει σημαντική εμπειρία (μέσω της πολυετούς εμπλοκής του σε ευρωπαϊκά κι εθνικά έργα) στην μελέτη και αξιολόγηση των παρακάτω καλλιιεργειών:

Δασικές ενεργειακές καλλιιεργειες

- Δύο είδη ευκαλύπτων (*Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)
- Ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.)
- Γεωργικές ενεργειακές καλλιιεργειες
- Καλάμι (*Arundo donax* L.)
- Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU)
- Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)
- Switchgrass (*Panicum virgatum* L.)
- Γλυκό και κυτταρινούχο σόργο (*Sorghum bicolor* L.)
- Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.)
- Ελαιοκράμβη (*Brassica napus*, *Brassica carinata*)

Οι προσφερόμενες υπηρεσίες του Τομέα Βιομάζας περιλαμβάνουν σειρά εξειδικευμένων μελετών (τεχνικές, οικονομικές & περιβαλλοντικές) αξιολόγησης σχημάτων παραγωγής και διαχείρισης βιομάζας από ενεργειακές καλλιιεργειες, ικανές για ανάπτυξη στις ελληνικές εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες.

Μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση ανάλογων σχημάτων περιλαμβάνει τις φάσεις οι οποίες ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω. Διερεύνηση σημαντικών παραμέτρων για την επιλογή θέσεων εγκατάστασης των πιλοτικών αγρών καθώς και βέλτιστων ειδών/ ποικιλιών. Σχεδιασμός πιλοτικών καλλιιεργειών με προσαρμογή στις επικρατούσες γεωργικές τεχνικές, Εγκατάσταση και διαχείριση καλλιιεργειών Οικονομική αξιολόγηση σχήματος παραγωγής ενεργειακών καλλιιεργειών με ανάλυση κόστους των διαφόρων σταδίων παραγωγής και διαχείρισης της καλλιιεργειας. Περιβαλλοντική αξιολόγηση σχήματος παραγωγής ενεργειακών καλλιιεργειών

Τα προϊόντα των ενεργειακών καλλιιεργειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως πρώτη ύλη για θέρμανση και παραγωγή ενέργειας είτε ως καύσιμο με τις κατάλληλες χημικές διαδικασίες για την κίνηση οχημάτων, αναπτύσσοντας ουσιαστικά νέες και βιώσιμες διεξόδους προς τον αγροτικό κλάδο. Αποδέκτες των υπηρεσιών που προσφέρει το ΚΑΠΕ, δύναται να είναι τόσο αγροτικοί συνεταιρισμοί και τοπικοί φορείς όσο και βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες εξετάζουν είτε την ανάπτυξη νέων μονάδων επεξεργασίας και παραγωγής

των ενεργειακών προϊόντων, είτε τη μετατροπή συμβατικών μονάδων παραγωγής σε αντίστοιχες συμβατές με τα προϊόντα των ενεργειακών καλλιεργειών για την τεχνολογική και οικονομική εκμετάλλευση των ιδιοτήτων τους.

6.2.1 Πίτες και Ραβδογράμματα

Παρακάτω αναπαρίστανται τα διαγράμματα που διεξήχθησαν για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης μελέτης.

Στόχος της τεχνολογίας βιοερίου είναι η μείωση αποβλήτων που διατείνονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και η μείωση των εκπομπών αερίου και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επιπλέον βασικός στόχος είναι η πρόληψη της ρύπανσης των υδάτινων πόρων και η ανάκτηση ενέργειας και υλικών.

Αρχικά, παρατηρούνται οι ετήσιες ποσότητες αποβλήτων, διακρίνοντάς τα σε ποσοστά υγρής και ξηρής χώνευσης. Οι ποσότητες υγρής χώνευσης συμπληρώνουν το ποσοστό 44% των συνολικών αποβλήτων και οι ποσότητες ξηρής χώνευσης ανέρχονται στα 56%. Οπότε παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων είναι απόβλητα ξηρής χώνευσης. Η ξηρή χώνευση εφαρμόζεται σε υποστρώματα σε στερεά κοπριά (solid manure), σε ενεργειακές καλλιέργειες (energy crops), σε προϊόντα γεωργίας (καλαμπόκι), σε βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα MSW (biodegradable fraction of MSW) και σε στοιβαζόμενη βιομάζα. Αντίθετα η υγρή χώνευση εφαρμόζεται σε υποστρώματα σε υγροποιημένα ζωϊκά απόβλητα, σε λάσπη αποβλήτων και σε γενικά υγρά υποστρώματα με > 15% TS.

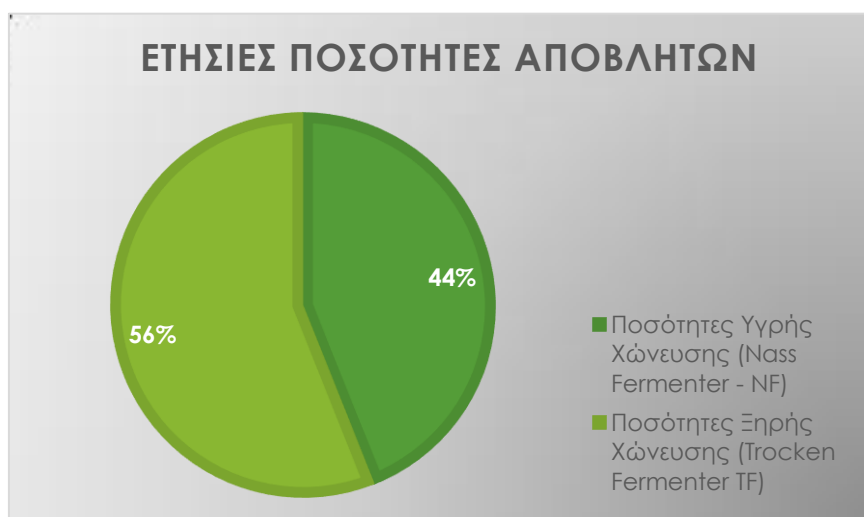


Chart 6. 1: Ετήσιες ποσότητες αποβλήτων, διαχωρισμός ποσοστού υγρής και ξηρής χώνευσης

Έπειτα, στο επόμενο διάγραμμα αναπαρίστανται ακόμη πιο συγκεκριμένα οι κατηγορίες των ετήσιων ποσοτήτων αποβλήτων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης. Όπως φαίνεται παρακάτω στη διαδικασία επιλέχθηκαν έπειτα από οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση τα πιο συμφέροντα απόβλητα για αξιοποίηση. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων το καταλαμβάνουν τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα(κοπριά βοοειδών) με ποσοστό 41%, στη συνέχεια το νερό συμπληρώματος που απαιτείται για τη διαδικασία σε ποσοστό 38% και έπειτα τη ενσίρωμα καλαμποκιού σε ποσοστό 15% και τα υγρά απόβλητα χοιροτροφείων σε ποσοστό 6%.

Τα στερεά απόβλητα και το ενσίρωμα καλαμποκιού αποτελούν την ξηρή χώνευση που πραγματοποιείται και αντίστοιχα τα υγρά απόβλητα χοιροτροφείων καθώς και το νερό συμπληρώματος αποτελούν την υγρή χώνευση.

Η χρήση των ζωικών περιττωμάτων και υγρής κοπριάς ως πρώτη ύλη για την αναερόβια χώνευση έχει πλεονεκτήματα λόγω και των ιδιοτήτων τους. Μερικά από αυτά είναι το φυσικό περιεχόμενό τους σε αναερόβια βακτηρίδια, το υψηλό περιεχόμενό τους σε νερό (4-8 % ξηρά ουσία (DM) στην υγρή κοπριά), το οποίο ενεργεί ως διαλύτης για τα άλλα υποστρώματα και εξασφαλίζει την κατάλληλη ανάμιξη και ροή της βιομάζας. Επιπλέον πλεονέκτημα αυτών είναι το χαμηλό κόστος της πρώτης ύλης και η υψηλή προσβασιμότητα, καθώς αποτελούν απόβλητα/υποπροϊόντα που συλλέγονται καθημερινά. Οι ενεργειακές καλλιέργειες όπως το ενσίρωμα καλαμποκιού στη δική μας μελέτη αποτελεί επίσης συχνό είδος πρώτης ύλης τα τελευταία χρόνια και καλλιεργούνται αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας και βιοαερίου κατ' ακολουθίαν.

Το ενσίρωμα καλαμποκιού και άλλα στερεά υλικά υποστρώματος τροφοδοτούνται μέσω συστήματος κοχλιομεταφορέα στις δεξαμενές ομογενοποίησης ή απευθείας στους χωνευτήρες. Αυτά τα συστήματα διαθέτουν αισθητήρες ζύγισης και ηλεκτρικούς οδηγούς, που ενσωματώνονται πλήρως στο κεντρικό σύστημα αυτόματου ελέγχου της εγκατάστασης βιοαερίου. Παρατηρήθηκε στην μελέτη που έγινε επίσης ότι ο λόγος που δε χρησιμοποιείται περισσότερο σε ποσότητα το ενσίρωμα καλαμποκιού ως απόβλητο αφού παράγει αναλογικά πιο γρήγορα και περισσότερο βιοαέριο, είναι καθαρά οικονομικός.

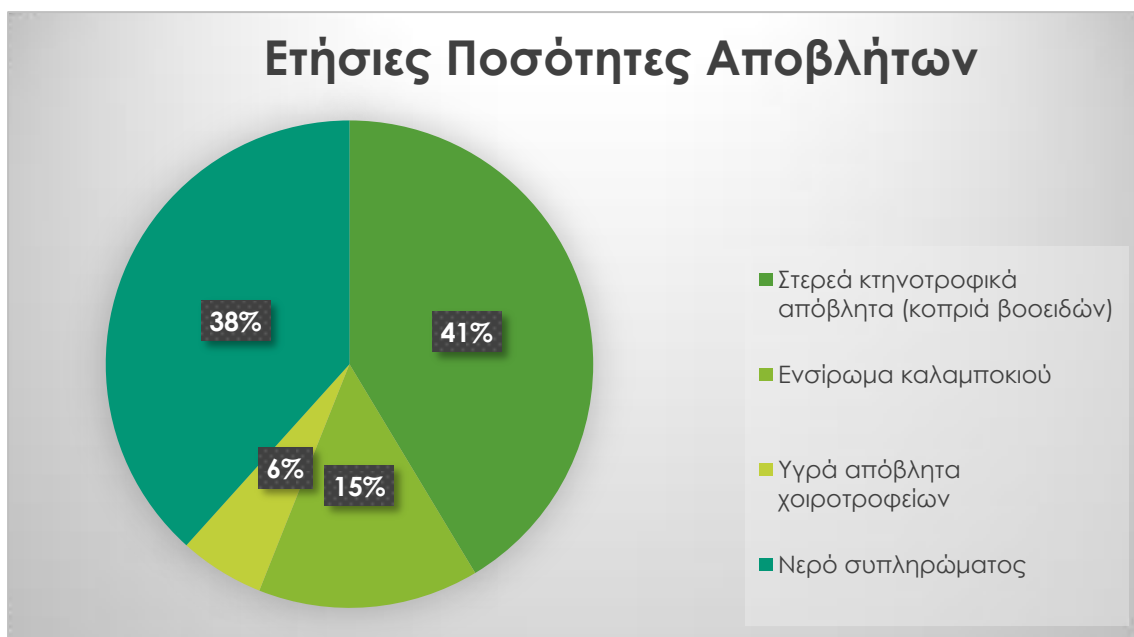


Chart 6. 2: Ετήσιες ποσότητες αποβλήτων, διαχωρισμός ποσοστών αυτών

Παρακάτω αναπαρίσταται το διάγραμμα της συνολικής ηλεκτρικής παραγόμενης ενέργειας (KWh/έτος) τόσο για τις ποσότητες αποβλήτων υγρής χώνευσης, όσο και της ξηρής χώνευσης αλλά και στο σύνολο όλων των αποβλήτων. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται στις ποσότητες ξηρής χώνευσης με μεγάλη διαφορά. Αυτό εξηγείται να μεν λόγω μεγαλύτερης ποσότητας στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων(κοπριά βοοειδών) με ποσοστό 41% και ενσίρωμα καλαμποκιού σε ποσοστό 15%, τα οποία χαρακτηρίζουν την ξηρή χώνευση. Οι ποσότητες υγρής χώνευσης είναι λιγότερες καθώς χρησιμοποιούνται νερό συμπληρώματος σε ποσοστό 38% και υγρά απόβλητα χοιροτροφείων σε ποσοστό 6%. Παρόλα αυτά είναι γεγονός ότι το ενσίρωμα καλαμποκιού αν και σε μικρότερη ποσότητα δίνει μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου και συνολική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια.

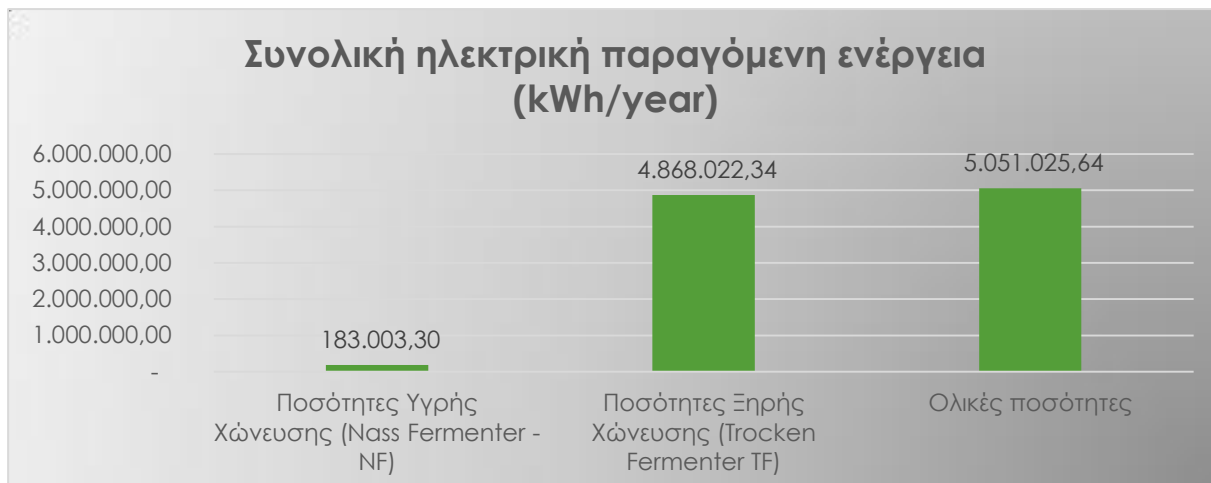


Chart 6. 3: Συνολική ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια

Παρακάτω παρατηρείται στο διάγραμμα πόση είναι η ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου για κάθε περίπτωση αποβλήτων ξεχωριστά. Η μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρείται από τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα, και ο βασικός λόγος είναι η μεγαλύτερη ποσότητα αυτών των αποβλήτων που χρησιμοποιείται. Παρατηρείται ότι η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου είναι αποτέλεσμα του ενσιρώματος καλαμποκιού, το οποίο αν και σε πολύ μικρότερη ποσότητα από τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα παράγουν σε αναλογία πολύ περισσότερο βιοαέριο.

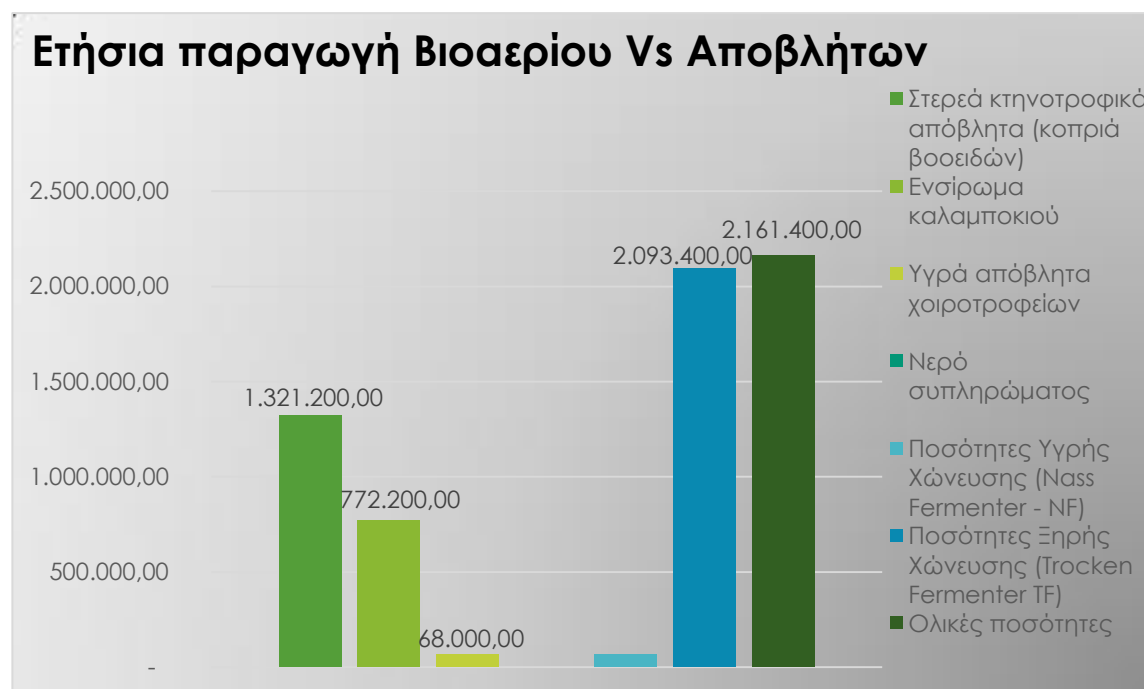


Chart 6. 4: Ετήσια παραγωγή Βιοαερίου για κάθε κατηγορία αποβλήτων ξεχωριστά

Παρακάτω φαίνονται οι πωλήσεις από την Κεντρική Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης (KMAX), και παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό πωλήσεων είναι από την ηλεκτρική ενέργεια, αμέσως μετά από το αναβαθμισμένο κομπόστ που παράγεται από τη διαδικασία και χρησιμεύει ως λίπασμα και τέλος από τα τέλη εισόδου και τη θερμική ενέργεια.

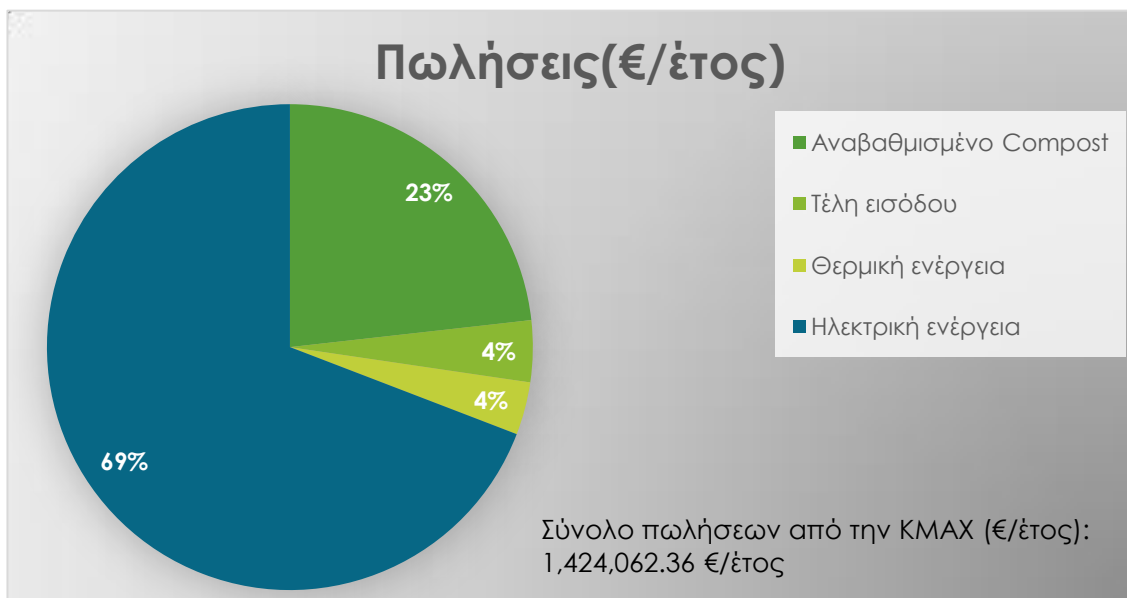


Chart 6. 5: Ετήσιες πωλήσεις από την Κεντρική Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης

Στη συνέχεια, παριστάνεται το διάγραμμα καθαρών κερδών (Net Profit) σε σχέση με το κάθε έτος. Παρατηρείται ότι τα καθαρά κέρδη αυξάνονται σε κάθε χρόνο όλο και πιο πολύ. Τα καθαρά κέρδη προκύπτουν όταν αφαιρέσουμε από το EBIT (EBITDA - Depreciation)¹, το Interest Payable (τόκος κάθε χρόνου)² και το tax ((EBIT – Interest Payable) * (Corporate Tax)).

¹Το EBITDA υπολογίζεται Sales - OPEX και το Depreciation είναι το Capex/20 έτη επένδυσης

²Τόκος κάθε χρόνου = αρχικό ποσό τοκοχρεωλυτικής δόσης*interest rate

Παρατηρείται ότι τα καθαρά κέρδη του project αυξάνονται κατά όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του και καταλήγει στο 20^ο έτος να έχει καθαρό κέρδος 221,102€.

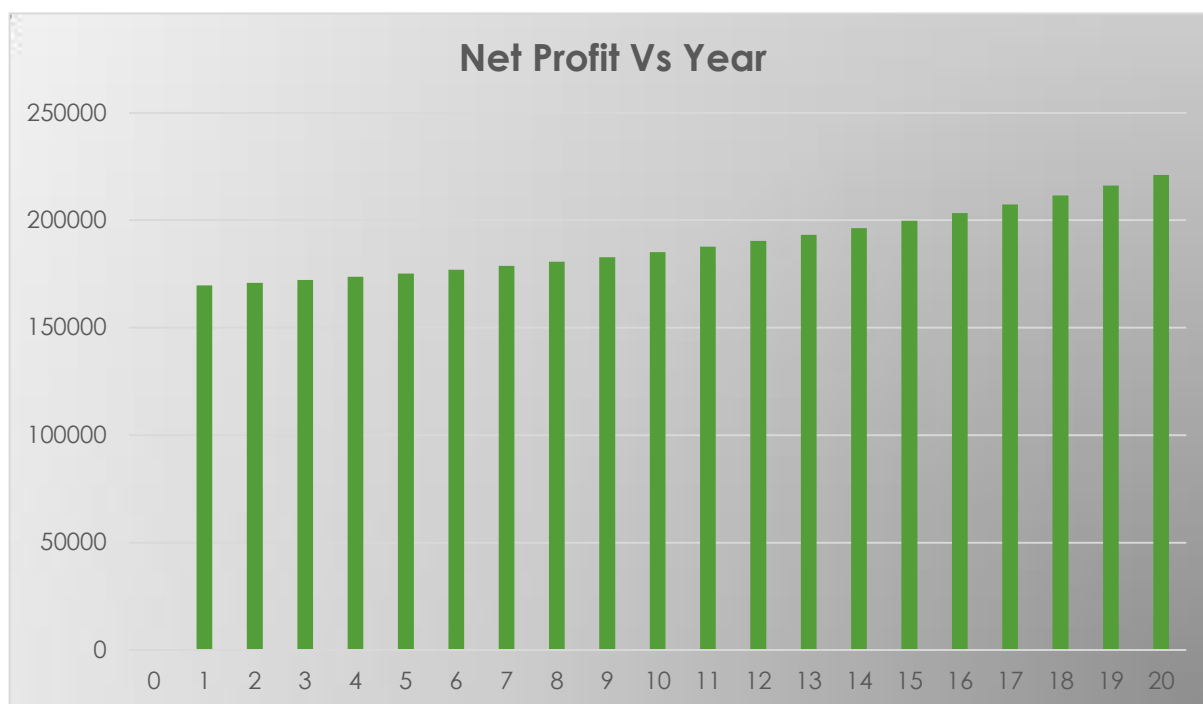


Chart 6.6: Καθαρά κέρδη της επένδυσης για κάθε έτος ξεχωριστά

Στη συνέχεια, φτιάχτηκε ένα διάγραμμα που αναπαριστά την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) της επένδυσης για όλα τα έτη ξεχωριστά και με το σύνολο αυτών να δίνει τη τελική ολική Καθαρή Παρούσα Αξία(ΚΠΑ) του project.

Αρχικά, παριστάνεται παρακάτω το διάγραμμα που παρουσιάζει τόσο το Συνολικό Κεφαλαιουχικό Κόστος (Capex) όσο και το Λειτουργικό Κόστος(Opex). Όπως φαίνεται το ποσό του κεφαλαιουχικού κόστους υπολογίζεται στα 2,667,200 € και λαμβάνεται υπόψην μόνο στο έτος δημιουργίας της επένδυσης έτος 0 (μηδέν), το οποίο όπως παρατηρήθηκε και παραπάνω συμψηφίζεται με το ποσό δανείου που πάρθηκε για την χρηματοδότηση της επένδυσης και αποπληρώνεται σταδιακά κατά την διάρκεια των 20 (είκοσι) ετών. Το Λειτουργικό Κόστος (Opex) υπολογίζεται σταθερά στα 971,746.70 €/έτος . Τελικά αυτό το ποσό του κεφαλαιουχικού κόστους θα ανακτηθεί στο 6 (έκτο) έτος και μάλιστα παρατηρείται ότι υπάρχει και κέρδος από το 6^ο έτος και έπειτα. Στο 20^ο έτος επένδυσης το καθαρό προξοφλημένο κέρδος της εταιρίας υπολογίστηκε στα 398,412.80 €.

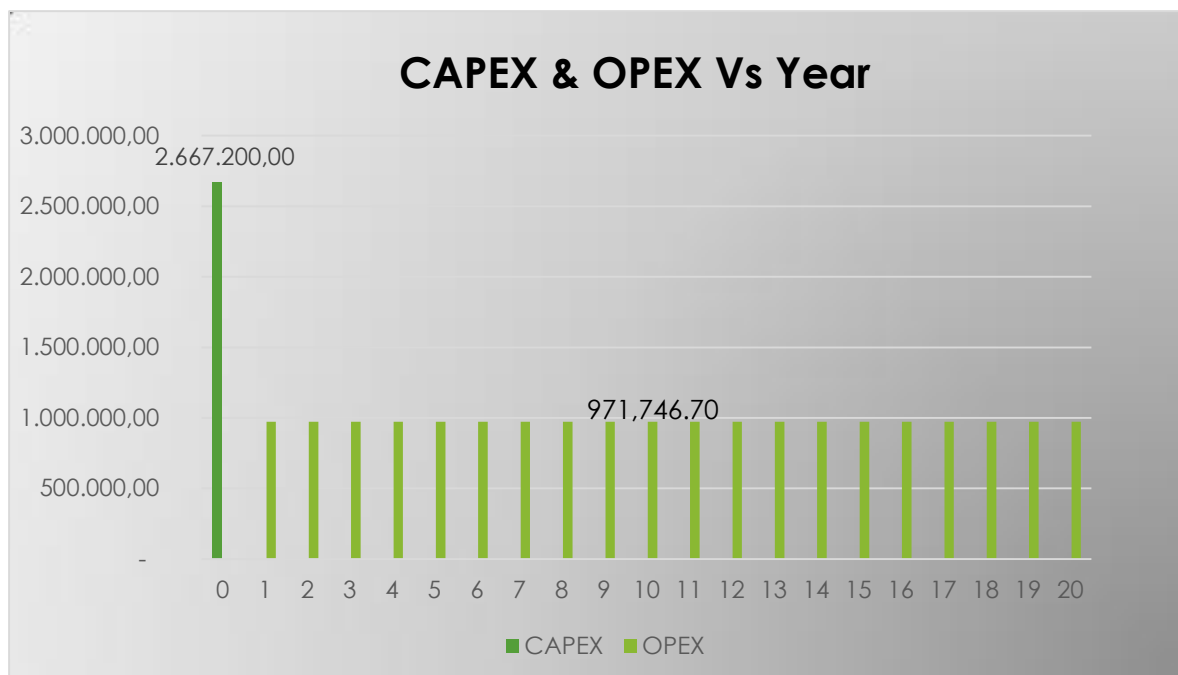


Chart 6.7: Συνολικό Κεφαλαιουχικό(Capex) και Λειτουργικό Κόστος(Opex)

To Free Cash Flows Equity (FCFE discounted Present Value) προκύπτει αν προσθέσουμε το Depreciation και το Net Profit και στη συνέχεια αφαιρέσουμε το Capex που υπάρχει μόνο στο έτος 0 και το Debt Principal του κάθε χρόνου ξεχωριστά, που είναι ουσιαστικά το ποσό αποπληρωμής που υπολογίστηκε στη διαδικασία της τοκοχρεωλυτικής δόσης. Στη συνέχεια πολλαπλασιάζουμε αυτό που βρίσκουμε με το Discount factor, το οποίο υπολογίζεται από το τύπο $(1 / (1 + \text{Cost of Equity}))^{\text{year}}$.

Οι καθαρές ταμειακές ροές, μετράνε το ύψος των διαθέσιμων μετρητών στους επενδυτές της εταιρείας, μείον όλες τις απαιτούμενες επενδύσεις σε κεφάλαια κίνησης και πάγιο κεφάλαιο, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων, των περιουσιακών στοιχείων και του εξοπλισμού, γνωστές και ως κεφαλαιουχικές δαπάνες, καθώς και τυχόν έξοδα που απαιτούνται για να παραμείνουν σε λειτουργία. Το FCF είναι ένας σημαντικός δείκτης και πρέπει να υπολογίζεται επειδή επιτρέπει σε μια εταιρεία να ακολουθήσει ευκαιρίες που ενισχύουν την αξία των μετόχων. Τα πλεονάζοντα μετρητά μπορούν να επεκτείνουν την παραγωγή, να αναπτύξουν νέα προϊόντα, να κάνουν εξαγορές, να πληρώσουν μερίσματα και να μειώσουν το χρέος. Καθώς αυξάνονται τα FCF, αυξάνεται και η ισχύς του ισολογισμού. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα αρνητικά FCF δεν είναι κακή ένδειξη. Εάν τα FCF είναι αρνητικά, θα μπορούσε να είναι ένα σημάδι για μια εταιρεία ότι ξεκινάει να κάνει

σημαντικές επενδύσεις. Εάν οι επενδύσεις αυτές αποκομίσουν υψηλές αποδόσεις, η στρατηγική έχει τη δυνατότητα να προσδώσει μακροπρόθεσμα αξία.

Παρατηρείται ότι στο έτος μηδέν (0) έχουμε αρνητικά Free Cash Flows Equity (FCFE discounted Present Value) καθώς σε αυτό το έτος συμπεριλαμβάνεται η πληρωμή του κεφαλαιουχικού κόστους του έργου (Capex) αφαιρώντας το Debt Principal που θεωρείται ως έσοδο σε αυτό το έτος. Στο πρώτο έτος που αρχίζουν να υπάρχουν ετήσιες πωλήσεις (Sales) και λειτουργικά έξοδα (Opex) τα οποία φαίνονται από τα Καθαρά Κέρδη(Net Profit) που υπολογίζονται καθώς και το ποσό του Depreciation, αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό το ποσό των FCF και μετά όσο περνάνε τα έτη της επένδυσης το ποσό των FCFE(Present Value) μειώνεται με μικρό ρυθμό κάτι το οποίο είναι φυσιολογικό αφού ξεπληρώνεται το δάνειο (Debt Principal) σε κάθε έτος. Το άθροισμα όλων των FCFE (Present Value) προσδιορίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) του project που ανέρχεται στα 398,412.80 €. Το ποσό αυτό είναι μεγαλύτερο του μηδενός, άρα η επένδυση προκρίνεται. Το NPV μας δείχνει πόσο θα κοστίζουν σήμερα τα λεφτά των επόμενων χρόνων.

Τέλος, το IRR (Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης) υπολογίζεται στα 16% με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή το άθροισμα των ταμειακών ροών (FCF) αλλά χωρίς να πολλαπλασιαστεί ο αποσβεστικός παράγοντας Discount Factor.

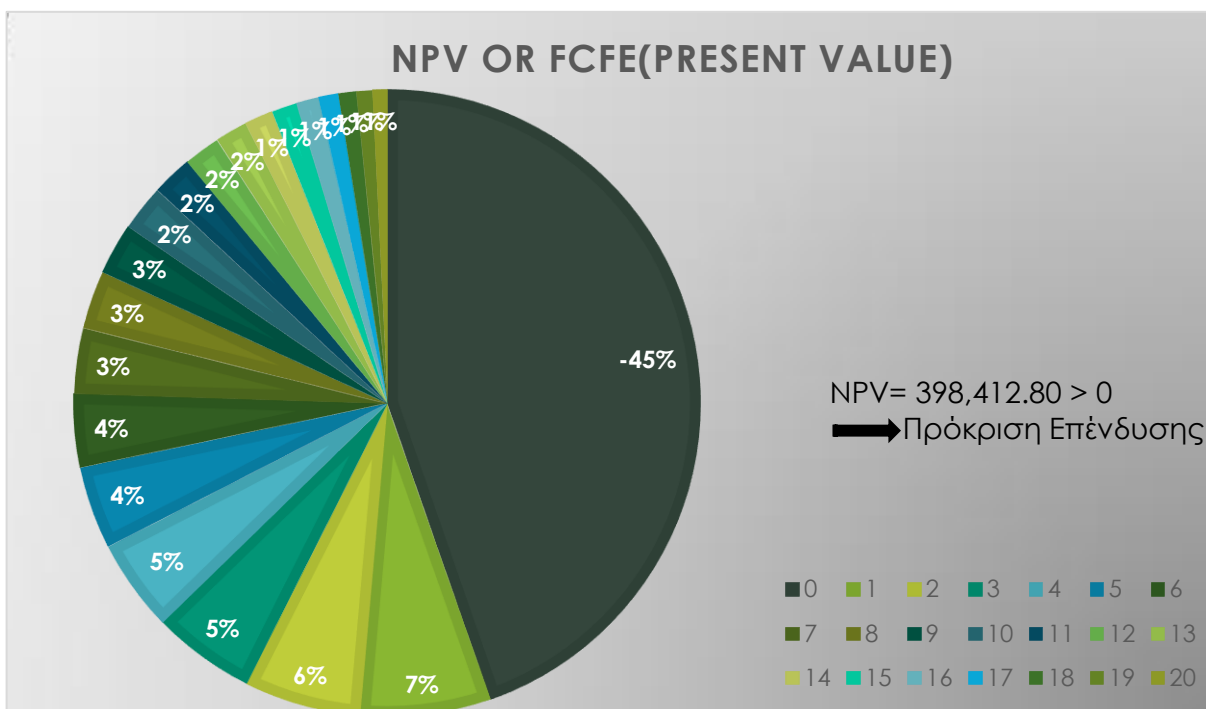


Chart 6.8: Ταμειακές ροές παρούσας αξίας για κάθε χρόνο ξεχωριστά.

Τέλος, δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα που παριστάνει τις συσσωρευμένες ταμειακές ροές (μη προεξοφλημένες), δηλαδή τις καθαρές ταμειακές ροές του προηγούμενου έτους προστιθέμενες στο έτος που υπολογίζουμε.

Η αξία μιας εταιρείας καθορίζεται από την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών της ροών. Η ανάλυση των ταμειακών ροών μιας εταιρείας, όπως η καθαρή ταμειακή ροή και η σωρευτική ταμειακή ροή, θα βοηθήσουν έναν αναλυτή να προβλέψει τις μελλοντικές ταμειακές ροές της εταιρείας. Οι καθαρές ταμειακές ροές είναι απλώς ταμειακές εισροές μείον εκροές μετρητών κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου. Η σωρευτική ταμειακή ροή είναι ένας όρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έργα ή για μια εταιρεία. Η σωρευτική ταμειακή ροή υπολογίζεται προσθέτοντας όλες τις ταμειακές ροές από την έναρξη μιας εταιρείας ή ενός έργου.

Αν και η καθαρή ταμειακή ροή και η σωρευτική ταμειακή ροή είναι οι όροι ταμειακών ροών, έχουν διαφορετικές σημασίες. Οι καθαρές ταμειακές ροές είναι απλά τα έσοδα μετρητών μείον εκταμιεύσεις σε μετρητά για μια περίοδο, ενώ η σωρευτική ταμειακή ροή είναι το άθροισμα όλων των καθαρών ταμειακών ροών που έχουν δημιουργηθεί από μια εταιρεία από την έναρξή της. Η ανάλυση της σωρευτικής ταμειακής ροής μπορεί να βοηθήσει στην αποκάλυψη της μακροπρόθεσμης αντοχής μιας εταιρείας έναντι της ανάλυσης της καθαρής ταμειακής ροής, η οποία πιθανότατα θα είναι σε πολύ μικρό χρονικό ορίζοντα.

Οι ταμειακές ροές (FCF) υπολογίζονται για να δούμε σε πόσα χρόνια θα λάβουμε τα λεφτά που δώσαμε. Έτσι, στη συνέχεια προστίθενται οι ταμειακές ροές της προηγούμενης χρονιάς σε αυτή τη χρονιά που υπολογίζεται για να βρεθεί πότε θα αποπληρωθεί η αρχική επένδυση λαμβάνοντας υπόψη το αρνητικό κόστος (CAPEX) που είχε στο έτος μηδέν (cumulative FCFE). Φαίνεται σε κάθε έτος πόσα χρήματα απομένουν να αποπληρωθούν ακόμη για να βρεθεί το έτος που η εταιρεία εμφανίζει θετικούς αριθμούς, άρα συνολικά καθαρά κέρδη και όχι ξεχωριστά για το κάθε έτος.

Συμπερασματικά, παρατηρείται ότι στο έτος 6^ο έτος αποπληρώνεται η επένδυση καθώς εμφανίζει θετικά αποτελέσματα (11,331.89). Από εκεί και πέρα αρχίζουν και αυξάνονται ραγδαία τα κέρδη της εταιρείας και φτάνουν το ποσό των 3,792,869.02 στο 20^ο έτος ολοκλήρωσης της επένδυσης.

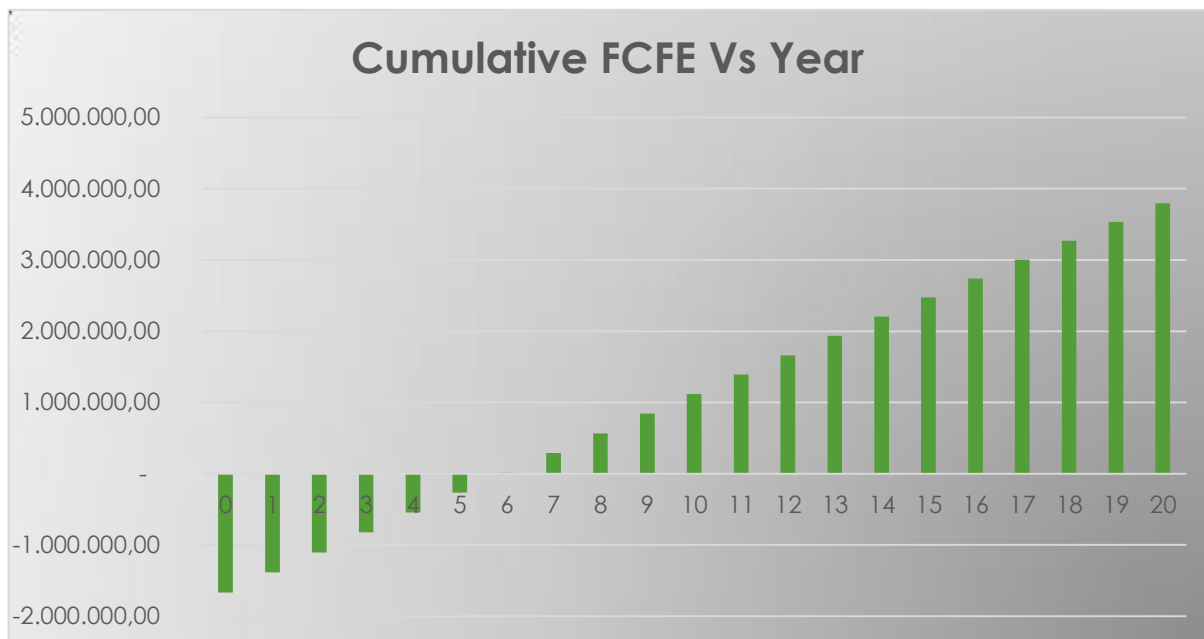


Chart 6.9: Συσσωρευτικές Ταμειακές ροές στη πάροδο των ετών επένδυσης και περίοδος αποπληρωμής

6.2.2 SWOT analysis

Μια επιτυχημένη επιχείρηση βασίζεται σε μια σειρά από σωστές αποφάσεις οι οποίες λαμβάνονται αφού αναλυθεί η επένδυση ως προς τις δυνατότητες-πλεονεκτήματα (STRENGTHS), τις αδυναμίες (WEAKNESSES), τις ευκαιρίες (OPPORTUNITIES) και τις απειλές (THREATS). Η ανάλυση SWOT είναι μια διαδικασία σχεδιασμού που επιτρέπει στην εταιρεία να ξεπεράσει τις προκλήσεις και να καθορίσει αν αξίζει να δημιουργηθεί αυτή η επένδυση που μελετάται.

Ο πρωταρχικός στόχος μιας ανάλυσης SWOT είναι να βοηθήσει τους οργανισμούς να αναπτύξουν πλήρη επίγνωση όλων των παραγόντων που εμπλέκονται σε μια απόφαση. Αυτή η μέθοδος δημιουργήθηκε στη δεκαετία του 1960 από τους Edmund P. Learned, C. Roland Christensen, Kenneth Andrews και William D. Book στο βιβλίο τους "Business Policy, Text and Cases" (R.D. Irwin, 1969).

"Είναι αδύνατο να χαρτογραφηθεί με ακρίβεια το μέλλον μιας μικρής επιχείρησης χωρίς πρώτα να αξιολογηθεί από όλες τις οπτικές γωνίες, η οποία περιλαμβάνει μια εξαντλητική ματιά σε όλους τους εσωτερικούς και εξωτερικούς πόρους και απειλές", δήλωσε η Bonnie Taylor, επικεφαλής στρατηγικός μάρκετινγκ στην CCS Innovations (www.businessnewsdaily.com-swot-analysis).

Δυνατότητες-Πλεονεκτήματα (STRENGTHS)

- Πολυμορφία προϊόντων τόσο των χημικών ουσιών όσο και των καυσίμων
- Τα προϊόντα-στόχοι είναι μεγάλης έντασης
- Υπάρχουσα τεχνογνωσία στα βήματα της διαδικασίας
- Αειφόρος παραγωγή (LCA)
- Επίτευξη στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
- Προστασία του περιβάλλοντος
- Τα προϊόντα έχουν προσθετική αξία
- Βιώσιμη παραγωγή

Αδυναμίες (WEAKNESSES)

- Η αγορά βιοκαυσίμων πρέπει να δημιουργηθεί παράλληλα
- Καταλυτικό κόστος για μερικά από τα βήματα
- Το παραγόμενο καύσιμο θα πρέπει να περάσει από διαδικασίες πιστοποίησης
- Υψηλό CAPEX
- Δύσκολες οι αδειοδοτήσεις

Ευκαιρίες (OPPORTUNITIES)

- Αντικατάσταση των διεργασιών εκπομπής άνθρακα
- Συνέργεια στα έσοδα
- Σχεδιάζοντας κίνητρα τόσο για τη γεωργία όσο και για τις νέες επιχειρήσεις για τους ευρωπαίους αγρότες
- Προώθηση της κοινωνικής και αλληλέγγυας οικονομίας, την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας, την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ενέργειας καθώς και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
- Φορολογική μείωση για (μερικώς) βιώσιμα καύσιμα, αύξηση των τιμών εκπομπών CO₂, μελλοντικές (εταιρικές) οδηγίες για ένα ελάχιστο βιώσιμο κλάσμα.
- Μέρη των τεχνολογιών που αναπτύσσονται δεν βασίζονται αποκλειστικά στη βιομάζα.
- Νέες επιχειρήσεις για εταιρείες παραγωγής καυσίμων

Απειλές (THREATS)

- Κόστος κεφαλαίου υψηλό

- Ορεχ υψηλό σε σύγκριση με το φυσικό αέριο.
- Άλλες τεχνολογίες με βάση τη βιομάζα (FT, NexBTL, Ecofining, Gevo)
- Ανταγωνιστικές τεχνολογίες στο στάδιο του syngas προς αλκοόλη μέσω θερμοχημικών και / ή βιοχημικών οδών
- Πολλά προϊόντα ή συνδυασμός προϊόντων θα μπορούσαν να ανταγωνιστούν
- Εναλλακτικές τεχνολογίες (FT, NexBTL, Ecofining, Gevo) που παράγουν συνθετικά καύσιμα βιοαερίου

6.2.3 Επιπλέον οφέλη από την επένδυση της αναερόβιας χώνευσης

- Η μείωση της εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές υγρών καυσίμων (πετρέλαιο ντίζελ) και η βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου.
- Σημαντική αποφυγή εκπομπής αερίων ρύπων στα οποία οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος. Με την αξιοποίηση του βιοαερίου αποφεύγεται η έκλυση μεθανίου (CH_4), ενός αερίου με μεγάλη συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το κομπόστ που παράγεται αποτελεί πρώτης τάξης βιολογικό λίπασμα, τόσο σε υγρή, όσο και σε στερεά μορφή. Με την πρόσληψη από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και την παραγωγή νέας βιομάζας εξασφαλίζεται η δέσμευση του τελικά παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) εκ νέου στη βιομάζα, συνεπώς δεν διαταράσσεται η ισορροπία του οικολογικού συστήματος. Σε αντίθεση με τη διαδικασία καύσης σκουπιδιών, κατά την παραγωγή βιοαερίου δεν απελευθερώνονται διοξίνες και φουράνια, που επιβαρύνουν το περιβάλλον .
- Ο προτεινόμενος σταθμός αναερόβιας χώνευσης , όταν κατασκευαστεί, θα συμβάλει με την υλοποίηση του στη διάδοση της χρήσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.
- Με την εφαρμογή της αναερόβιας χώνευσης επέρχεται η ελαχιστοποίηση των οργανικών αποβλήτων προς τελική διάθεση, αποφεύγεται η εκπομπή αερίων και οσμών και αξιοποιείται ανανεώσιμη ενέργεια. Η χρήση σταθμών αναερόβιας χώνευσης μπορεί να συμβάλλει ενεργά στην επίτευξη Ευρωπαϊκών στόχων για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Μέχρι το 2020, το 20% της ζητούμενης ενέργειας στην ΕΕ θα πρέπει να είναι από ΑΠΕ.
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο έργο, στηριζόμενη στην εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, χωρίς την χρησιμοποίηση οποιουδήποτε φυσικού πόρου αντιστοιχεί πλήρως στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος, ενισχύει το ηλεκτρικό δίκτυο κατά τις ώρες αιχμής (ιδίως κατά τις μεσημεριανές ώρες τους θερινούς

μήνες που εμφανίζεται η μέγιστη ζήτηση από το δίκτυο) και συντελεί στην δυνατότητα της κάλυψης ενεργειακών αναγκών της χώρας, υποκαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα με εκμετάλλευση της βιομάζας.

➤ Ο προτεινόμενος σταθμός παραγωγής ενέργειας με αναερόβια χώνευση(παραγωγή βιοαερίου) θα συμβάλει στην διάδοση της τεχνολογίας εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων όπως η ηλιακή ενέργεια, με στόχο την εξοικονόμηση της ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής επάρκειας. Το προτεινόμενο έργο αξιοποίησης βιομάζας θα συντελέσει στην εφαρμογή των προτεραιοτήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και βοηθά στην επίτευξη του Εθνικού στόχου της Ελλάδας για την παραγωγή του 20% της ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έως το 2020.

➤ Η προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελεί υψηλή προτεραιότητα, για λόγους ασφάλειας και διαφοροποίησης του ενεργειακού εφοδιασμού, για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος και για λόγους κοινωνικής και οικονομικής συνοχής.

➤ Το γεγονός ότι οι μονάδες θα είναι μικρής κλίμακας βοηθά στην αύξηση της αυτάρκειας των γεωργικών επιχειρήσεων ως προς τη ζήτηση της ενέργειας και στη μείωση της εξάρτησης του σταθμού από τις διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας μπορεί να ελεγχθεί και να λάβει χώρα όλη τη μέρα ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες, που σημειωτέων επηρεάζουν άλλου είδους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.

➤ Σκοπός μας είναι η αύξηση της ασφάλειας της ενεργειακής τροφοδοσίας χωρίς να υπάρχουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Επίσης, η σωστή διαχείριση και διαθεσιμότητα των πρώτων υλών θα αποτελεί βασικό στόχο της μελέτης και θα σχετίζεται με αλλαγές σε διαδικασίες όπως η παραγωγή, συλλογή, μεταφορά και διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης.

6.3 Εκτίμηση δυναμικού Βιομάζας για παραγωγή βιοενέργειας

Το ΚΑΠΕ προσφέρει τη δυνατότητα μέσα από τη συγκεκριμένη υπηρεσία οι ΟΤΑ, συνεταιρισμοί αλλά και όλοι οι εν δυνάμει επενδυτές να έχουν στη διάθεσή τους μια αξιόπιστη και τεκμηριωμένη μελέτη εκτίμησης του δυναμικού Βιομάζας από γεωργικές και δασικές μονάδες με στόχο την παραγωγή βιοενέργειας. Ως δυναμικό βιομάζας μπορεί κανείς να θεωρήσει την απολήψιμη ποσότητα φυτικών, δασικών υλών, ζωικών και αστικών

λυμάτων, υποπροϊόντων βιομηχανικής επεξεργασίας ή δημοτικών στερεών απορριμμάτων. Για τον ακριβή προσδιορισμό του δυναμικού βιομάζας, αυτό διακρίνεται σε:

- Θεωρητικό δυναμικό βιομάζας, το οποίο αποτελεί το μέγιστο ποσό της βιομάζας που μπορεί να παραχθεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή.
- Διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας, το οποίο αποτελεί το ποσοστό του θεωρητικού δυναμικού που μπορεί να αποληφθεί με βάση τοπικούς (π.χ. μορφολογία εδάφους) και άλλους (π.χ. ανταγωνιστικές χρήσεις) περιορισμούς.
- Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας, το οποίο είναι το ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού, που μπορεί να αξιοποιηθεί με τα υφιστάμενα τεχνικά μέσα.
- Οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας, το οποίο είναι το ποσοστό του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού, που είναι και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο.

Το δυναμικό της βιομάζας ορίζεται σε μονάδες βάρους ή όγκου, και υπολογίζεται με βάση την περιεχόμενη % υγρασία του υλικού κ.β., και το φαινόμενο ειδικό βάρος. Η ακριβής εκτίμηση του ενεργειακού δυναμικού βιομάζας εκφράζεται σε GWh, MJ, ή kcal ανά τόνο ξηράς ουσίας.

6.4 Ενέργειες που περαιτέρω απαιτούνται για την υλοποίηση της επένδυσης

Υπάρχουν θέματα που σχετίζονται με την προμήθεια Α' υλών, Αναφέρεται , μία σειρά ενεργειών για την περαιτέρω άρση αβεβαιοτήτων που σχετίζονται με την ασφάλεια προμήθειας των Α' υλών. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η συμβολαιακή γεωργία για ενσώρωμα καλαμποκιού και ενσώρωμα αγριοαγκινάρας, οι συμφωνίες με κυριότερους τοπικούς κτηνοτρόφους (πχ. Μπαιράμογλου) και η ανεύρεση νέων πηγών βιολογικών / οργανικών αποβλήτων (πχ. Ιλύες από βιολογικούς καθαρισμούς, οργανικά απόβλητα αγροτοβιομηχανιών)

Αν και η αναερόβια χώνευση είναι μία εγκαθιδρυμένη και γνωστή τεχνολογία απαιτείται προσεκτική επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή τεχνολογίας (technology provider) που θα προσφέρει επαρκείς εγγυήσεις για το συγκεκριμένο μίγμα των Α' υλών που θα αξιοποιηθούν στη KMAX, με σημαντικές αναφορές (references) σε παρόμοιες εφαρμογές αλλά και δυνατότητες άμεσης και διαρκούς παροχής υπηρεσιών τεχνικής υποστήριξης κυρίως στη γραμμή της αναερόβιας χώνευσης. Απαραίτητη κρίνεται και η σωστή επιλογή του κατάλληλου Γενικού Εργολάβου που θα παρέχει υπηρεσίες EPC (Engineering-Procurement-Connstruction) για την ασφαλή ανέγερση του συνόλου των Η/Μ εγκαταστάσεων, την

ολοκλήρωση των έργων Π/Μ και, γενικότερα, την υλοποίηση του έργου εντός του προδιαγεγραμμένου χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού.

Τέλος, είναι απαραίτητη και η επιλογή έμπειρου και καταξιωμένου Λειτουργού (operator) της εγκατάστασης, που καλείται να αντιμετωπίσει τα καθημερινά προβλήματα λειτουργίας της εγκατάστασης και να αναλάβει τη λειτουργία με την προδιαγεγραμμένη διαθεσιμότητα και το προδιαγεγραμμένο λειτουργικό κόστος.

Ειδικότερα τα κυριότερα στοιχεία χρηματοδότησης που έχουν αναληφθεί είναι:

- Ίδια κεφάλαια (63%) → 2,667,200.00
- Τραπεζικός λογαριασμός (37%) → 1,000,000.00

6.5 Ευκαιρίες της προτεινόμενης επένδυσης- Κίνδυνοι και ενδεχόμενες επισφάλειες

Αναφέρεται μία σειρά ευκαιριών για τη βελτίωση της βιωσιμότητας της KMAX όπως είναι οι δυνατότητες αξιοποίησης θερμικής ενέργειας και αναβάθμισης του compost. Το θέμα αυτό είναι σημαντικό, γιατί θα αυξήσει τα έσοδα της KMAX και θα διαφοροποιήσει το μίγμα των πωλήσεων της. Στη διαδικασία αναβάθμισης του compost ενδεχομένως να υπεισέρχονται και άλλα απόβλητα (πχ πράσινα) ή άλλες πρώτες ύλες (πχ. Τύφρη). Σε κάθε περίπτωση, η παραγωγή του compost πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο ξεχωριστής έρευνας (επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού, εκτίμηση επιπρόσθετου κεφαλαιουχικού και λειτουργικού κόστους, μέγεθος αγοράς και πωλήσεις, marketing του προϊόντος, ανταγωνισμός). Δεδομένου ότι το χωνεμένο υπόλειμμα θα παράγεται σε μόνιμη βάση κρίνεται αναγκαία η αναλυτική διερεύνηση του θέματος αυτού.

6.5.1 Επιβολή τέλους εισόδου (gate fee) στα εισερχόμενα οργανικά απόβλητα

Επί του παρόντος, το θέμα αυτό δεν εξετάζεται καθώς στη παρούσα φάση τα βουστάσια και οι αγροτοβιομηχανίες της περιοχής δεν έχουν συνηθίσει στην οργανωμένη και τιμολογημένη διάθεση των αποβλήτων τους. Επομένως, θεωρείται δύσκολο να επιβληθεί ένα τέτοιο τέλος στους αγελαδοτρόφους και άλλους παραγωγούς οργανικών αποβλήτων(πχ ελαιοτριβεία, άλλες αγροτοβιομηχανίες) της περιοχής.

Είναι όμως σκόπιμο να εξεταστεί η επιβολή κάποιου τέλους εισόδου/διάθεσης (gate fee) τουλάχιστον σε ορισμένες κατηγορίες αποβλήτων από αγροτοβιομηχανίες της ευρύτερης περιοχής, οι οποίες δεν έχουν, επί του παρόντος, εναλλακτικό τρόπο διάθεσης των

αποβλήτων αυτών. Τέτοια απόβλητα είναι διάφορες ύλες από βιολογικούς καθαρισμούς παρακείμενων μονάδων από αγροτοβιομηχανίες, όπως ληγμένα τρόφιμα, οργανικά απόβλητα από super markets, απόβλητα γαλακτοβιομηχανιών. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ξεχωριστή έρευνα αγοράς για το θέμα των οργανικών αποβλήτων στα οποία μπορεί να επιβληθεί ένα τέλος εισόδου.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί στην έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων και των αβεβαιοτήτων που θα παρουσιαστούν κατά την πορεία υλοποίησης της KMAX, καθώς και στην υιοθέτηση των κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισής τους.

Ειδικότερα:

1^ο κρίσιμο σημείο: Εγκαθίδρυση βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας και συνέργειες με τους τοπικούς παράγοντες.

Το θέμα εύρυθμης λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, τόσο όσον αφορά την προσκόμιση των πρώτων υλών στην KMAX, όσο και την αποκομιδή και την τελική διάθεση των υγρών εκροών της είναι πολύ σημαντικό για την βιώσιμη λειτουργία της KMAX. Σημαντικές είναι οι αναφορές στην Συμβολαιακή Γεωργία και πως θα διατεθούν τα λύματα με διασύνδεση των δύο ενεργειών καθώς και στη συμβολαιοποίηση διάθεση άλλων οργανικών αποβλήτων (πχ. Μπαιράμογλου)

2^ο κρίσιμο σημείο: Ανταγωνισμός για την προμήθεια των οργανικών αποβλήτων.

Επισημαίνεται ότι υπάρχουν και άλλες άδειες για την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων στην περιοχή εξέτασης, επομένως είναι ορατός ο κίνδυνος στις διάφορες KMAX στο πώς θα ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τις υπάρχουσες πρώτες ύλες με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επαρκής τροφοδοσία των KMAX, αλλά και κίνδυνος να δοθεί τιμή αγοράς (αντί για τέλος διάθεσης) στα οργανικά απόβλητα της περιοχής.

Επισημαίνεται ότι με την παρούσα οικονομική συγκυρία είναι εξαιρετικά δύσκολο να υλοποιηθούν παρόμοια έργα και οι πρώτοι που θα εγκαταστήσουν σοβαρές μονάδες στην περιοχή να κερδίσουν τους κτηνοτρόφους και τους άλλους παραγωγούς οργανικών αποβλήτων καθώς και τους γεωργούς της περιοχής. Σε κάθε περίπτωση πάντως, πρέπει να διερευνηθεί και η εξασφάλιση εναλλακτικών Α' υλών. Καθώς η ικανότητα πολυτροφοδοσίας της KMAX αποτελεί σημαντικό στρατηγικό στόχο και πρέπει στην κατεύθυνση αυτή να αναζητούνται σε διαρκή βάση νέες Α' ύλες για την KMAX.

3^ο κρίσιμο σημείο: Ελαχιστοποίηση του κόστους διάθεσης των υγρών εκροών σε συμμόρφωση με τους υπάρχοντες περιβαλλοντικούς όρους.

Σε συνεννόηση με τους εμπλεκόμενους κτηνοτρόφους και συμβαλλόμενους γεωργούς, η διάθεση των υγρών εκροών στα χωράφια με συντεταγμένο τρόπο πρέπει να αποτελέσει μέρος των συμβολαίων διάθεσης των αποβλήτων τους. Εναλλακτικά, η διάθεση αυτή πρέπει να γίνει σε αγρούς και να συνδυάζεται, εάν είναι δυνατόν, με την καλλιέργεια καλαμποκιού για παραγωγή ενσηρνώματος αποκλειστικά για την αξιοποίηση στην ΚΜΑΧ.

6.6 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας και αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε παραπάνω. Η συλλογή δεδομένων και ανάλυσης αυτών μέσω του αλγόριθμου που δημιουργήθηκε βοηθάει στην διεξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων για την επένδυση της αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας για παραγωγή βιοαερίου. Διεξάγεται ως συμπέρασμα ότι η επένδυση αυτή συμφέρει τόσο οικονομικά καθώς προκρίνεται με θετικό NPV(ΚΠΑ), αλλά εγκρίνεται και περιβαλλοντικά κάτι ακόμη πιο σημαντικό για τις νέες επενδύσεις που επιδιώκονται μελλοντικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επένδυση στα πρώτα χρόνια της λειτουργίας έχει σταθερά έξοδα, λόγω της παρούσας ενεργειακής πολιτικής που υπάρχει στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες παρέχουν σταθερή και προσυμφωνημένη τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Τα έσοδα μπορούν να υπολογιστούν με μεγάλη ασφάλεια ακόμα και στην προεπενδυτική φάση του επενδυτικού προγράμματος.

Η Καθαρά Παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης υπολογίστηκε στα 398,412.80 >0, κάτι το οποίο υποδηλώνει πόσο αξίζουν σήμερα τα κέρδη της εταιρείας των επόμενων χρόνων, τα οποία είναι θετικά, οπότε η επένδυση προκρίνεται. Το IRR είναι 16% και είναι το επιτόκιο το οποίο υπολογίζεται αν μηδενιστεί η NPV.

Ο Εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε στα IRR=16% κάτι το οποίο σημαίνει ότι το συγκεκριμένο project αξίζει για ρίσκο μέχρι 16%. Το Cost of Equity(r) στην επένδυση που αναλύθηκε είναι 12 %. Αν το IRR > r, που είναι το κόστος ευκαιρίας (το Cost of Equity που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της NPV) τότε η επένδυση προκρίνεται αν φυσικά πληρούνται και οι όροι που ισχύουν για την NPV δηλαδή να είναι NPV>0. Επομένως, αφού παρατηρείται ότι και το NPV είναι >0 και το IRR είναι > r, αφού 16%>12%, άρα η επένδυση προκρίνεται. Αν το Cost of Equity(r) ήταν παραπάνω από το 16% που υπολογίστηκε ως όριο

για το ρίσκο τότε δεν θα άξιζε. Το ποσό του κεφαλαιουχικού κόστους υπολογίζεται στα 2,667,200 € και λαμβάνεται υπόψην μόνο στο έτος δημιουργίας της επένδυσης έτος 0 (μηδέν), το οποίο συμψηφίζεται με το ποσό δανείου (Debt Principal) που πάρθηκε για την χρηματοδότηση της επένδυσης και αποπληρώνεται σταδιακά κατά την διάρκεια των 20 (είκοσι) ετών. Το Λειτουργικό Κόστος (Opex) υπολογίζεται σταθερά στα 971,746.70 €/έτος. Τελικά αυτό το ποσό του κεφαλαιουχικού κόστους θα ανακτηθεί στο 6 (έκτο) έτος και μάλιστα παρατηρείται ότι υπάρχει και κέδρος από το 6^ο έτος και έπειτα. Στο 20^ο έτος επένδυσης το καθαρό προξοφλημένο κέρδος της εταιρίας υπολογίστηκε στα 398,412.80 €.

Συμπερασματικά, τέτοιες επενδύσεις κρίνονται σημαντικές και βιώσιμες λύσεις τόσο περιβαλλοντικά, όσο και οικονομικά και κοινωνικά για την μελλοντική εξέλιξη της διεθνούς κατάστασης, και πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα.

Η ελκυστικότητα των χρηματοοικονομικών δεικτών συνδυαστικά με το χαμηλό ρίσκο επένδυσης θέτουν την παρούσα επένδυση ιδιαίτερα ελκυστική. Εκτός της χρηματοοικονομικής αξιολόγησης του επενδυτικού σχεδίου, έγινε και αξιολόγηση από τη σκοπιά της κοινωνικής, περιβαλλοντικής και εθνικής άποψης, καθώς οι επενδύσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προσφέρουν σημαντικά προτερήματα τα οποία επηρεάζουν τόσο την χώρα όσο και τους πολίτες αυτής. Οι επενδύσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικότερα στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργητικού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ υποστηρίζουν τον τουριστικό τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ. Επιπλέον οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα περιορίζουν τον ρυθμό ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών συμβατικής τεχνολογίας. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Συμβάλλουν στην ελάττωση των επικίνδυνων αποβλήτων και στην ελεγχόμενη διάθεση αποβλήτων πολλών βιομηχανικών μονάδων. Η τελική διάθεση όλων των υποπροϊόντων που χρησιμοποιούνται τελικά ως πρώτες ύλες της παραγωγικής διαδικασίας, συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Τέλος, προωθούν τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το ποσοστό που έχει δεσμευτεί η χώρα σε παραγωγή

ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε σχέση με την συνολική χρησιμοποιούμενη ποσότητα. Πλέον η ανάγκη για εύρεση νέων πράσινων, βιώσιμων περιβαλλοντικά και οικονομικά τεχνολογιών είναι απαραίτητη και όχι δεύτερη επιλογή. Οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται και τα αρνητικά περιβαλλοντικά φαινόμενα επιδεινώνονται χρόνο με χρόνο. Η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού, η αύξηση της ζήτησης της ενέργειας και των προϊόντων, οδηγούν στους συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς έκθεσης αποβλήτων και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα μιας μονάδας βιοαερίου είναι το πολύ χαμηλό (έως μηδαμινό) κόστος πρώτων υλών σε αντίθεση με το κέρδος των παραγόμενων προϊόντων του και τις θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Με την πρόσληψη από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και την παραγωγή νέας βιομάζας εξασφαλίζεται η δέσμευση του τελικά παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) εκ νέου στη βιομάζα, συνεπώς δεν διαταράσσεται η ισορροπία του οικολογικού συστήματος. Σε αντίθεση με τη διαδικασία καύσης σκουπιδιών, κατά την παραγωγή βιοαερίου δεν απελευθερώνονται διοξίνες και φουράνια, που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων και η έξυπνη αξιοποίηση τους για παραγωγή βιοαερίου (ΑΠΕ), βοηθάει στην διεθνή δημιουργία και προώθηση μιας κυκλικής οικονομίας.

Κοιτάζοντας πέρα από το σημερινό βιομηχανικό μοντέλο εξαγοράς-διάθεσης, μια κυκλική οικονομία στοχεύει στον επαναπροσδιορισμό της ανάπτυξης, εστιάζοντας στα θετικά οφέλη της κοινωνίας. Αυτό συνεπάγεται τη σταδιακή αποσύνδεση της οικονομικής δραστηριότητας από την κατανάλωση πεπερασμένων πόρων και στη θέση αυτού την προώθηση σε σχεδιασμό των αποβλήτων από το σύστημα. Υποστηριζόμενο από τη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το κυκλικό μοντέλο οικοδομεί οικονομικό, φυσικό και κοινωνικό κεφάλαιο. Σε μια κυκλική οικονομία, η οικονομική δραστηριότητα οικοδομεί και ανοικοδομεί τη γενική υγεία του συστήματος. Η ιδέα αναγνωρίζει τη σημασία της οικονομίας που χρειάζεται να λειτουργεί αποτελεσματικά σε όλες τις κλίμακες - για μεγάλες και μικρές επιχειρήσεις, για οργανισμούς και ιδιώτες, σε παγκόσμιο και τοπικό επίπεδο. Η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία δεν σημαίνει μόνο προσαρμογές που αποσκοπούν στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της γραμμικής οικονομίας. Αντίθετα, αντιπροσωπεύει μια συστημική μεταστροφή που δημιουργεί μακροπρόθεσμη ανθεκτικότητα, δημιουργεί επιχειρηματικές και οικονομικές ευκαιρίες και παρέχει περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Το μοντέλο διακρίνει μεταξύ τεχνικών και βιολογικών κύκλων. Η κατανάλωση γίνεται μόνο σε βιολογικούς κύκλους, όπου τα τρόφιμα και τα βιολογικά υλικά (όπως το βαμβάκι ή το ξύλο)

σχεδιάζονται για να διοχετεύονται στο σύστημα μέσω διαδικασιών όπως η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση. Αυτοί οι κύκλοι αναπαράγουν τα ζωντανά συστήματα, όπως το έδαφος, τα οποία παρέχουν ανανεώσιμες πηγές για την οικονομία. Οι τεχνικοί κύκλοι ανακτούν και αποκαθιστούν προϊόντα, εξαρτήματα και υλικά μέσω στρατηγικών όπως η επαναχρησιμοποίηση, η επισκευή, η ανακατασκευή ή (στην τελευταία περίπτωση) η ανακύκλωση. Η έννοια της κυκλικότητας έχει βαθιές ιστορικές και φιλοσοφικές καταβολές. Η ιδέα της ανατροφοδότησης, των κύκλων στα συστήματα του πραγματικού κόσμου, είναι αρχαία και έχει ηχώ σε διάφορες σχολές φιλοσοφίας. Επωφελήθηκε από μια αναβίωση στις βιομηχανικές χώρες μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν η έλευση των υπολογιστικών μελετών των μη γραμμικών συστημάτων αποκάλυψε αναμφισβήτητα τη σύνθετη, αλληλένδετη και ως εκ τούτου απρόβλεπτη φύση του κόσμου στον οποίο ζούμε - περισσότερο σαν ένα μεταβολισμό παρά μια μηχανή. Με τις σημερινές εξελίξεις, η ψηφιακή τεχνολογία έχει τη δύναμη να υποστηρίξει τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία, αυξάνοντας ριζικά τον εικονικοποίηση, την απομυθοποίηση, τη διαφάνεια και τη γνώση που βασίζεται στην ανάδραση. Το μοντέλο κυκλικής οικονομίας συνθέτει διάφορες μεγάλες σχολές σκέψεων και ιδεών. Περιλαμβάνουν την οικονομία λειτουργικών υπηρεσιών (οικονομία απόδοσης) του Walter Stahel, τη φιλοσοφία σχεδίασης Cradle to Cradle του William McDonough και Michael Braungart, τη βιομηχανία όπως διατυπώθηκε από τη Janine Benyus, τη βιομηχανική οικολογία των Reid Lifset και του Thomas Graedel, το φυσικό καπιταλισμό από τον Amory και τον Hunter Lovins και τον Paul Hawken και την προσέγγιση της κυανής οικονομίας που περιγράφεται από τον Gunter Pauli.

Υπάρχει ένας κόσμος ευκαιριών για να ξανασκεφτούμε και να επανασχεδιάσουμε τον τρόπο με τον οποίο κάνουμε πράγματα. Ο «Αναπροσανατολισμός της Προόδου» διερευνά το πώς με τη μεταβολή μίας αντίληψης και οπτικής, μπορεί να σχεδιαστεί εκ νέου ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η οικονομία μας - σχεδιάζοντας προϊόντα που δημιουργούνται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν και να τροφοδοτούν το σύστημα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Διερωτάται κατά πόσο με τη δημιουργικότητα και την καινοτομία μπορούμε να οικοδομήσουμε μια αποκαταστατική οικονομία.

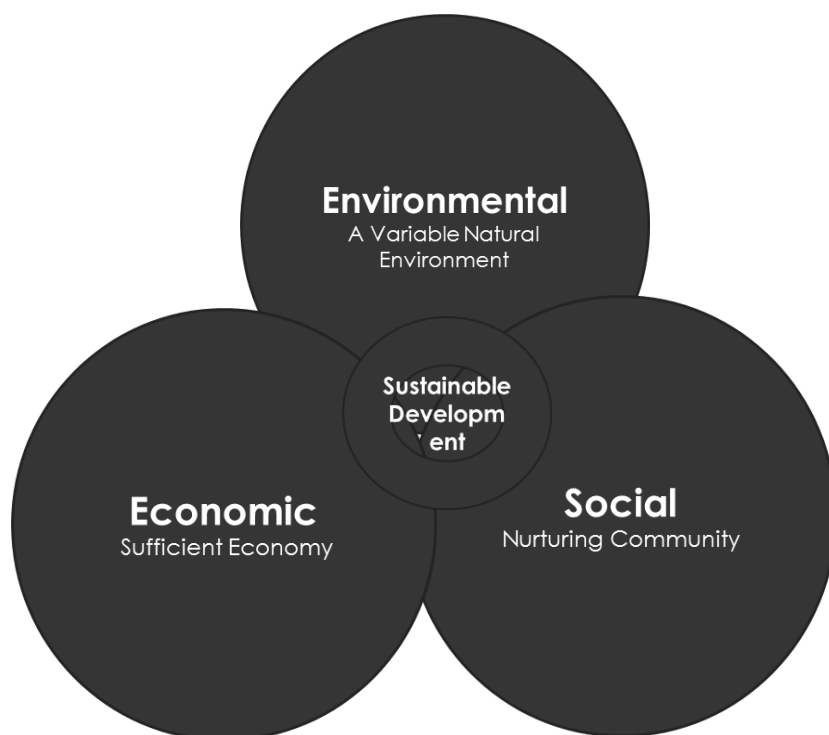


Figure 7. 1: Συνδυασμός παραγόντων που οδηγούν στην βιώσιμη ανάπτυξη

Η ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως είναι το βιοαέριο, η ηλιακή ή η αιολική ονομάζεται πράσινη ενέργεια. Πράσινη ενέργεια είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις πηγές ενέργειας που θεωρούνται φιλικές προς το περιβάλλον και μη ρυπογόνες. Αυτές οι πηγές ενέργειας μπορούν να προσφέρουν λύση στις συστηματικές επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη και σε ορισμένες μορφές ρύπανσης. Η αξιοποίηση του βιοαερίου μπορεί να λάβει χώρα σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, εγκαταστάσεις χώνευσης στερεών αποβλήτων και χώρους υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων, όπου το βιοαέριο μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί. Το βιοαέριο που παράγεται μέσω αναερόβιας διαδικασίας, αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) σε συνδυασμό με κάποια ίχνη αερίων όπως οι υδρατμοί, το υδρόθειο (H_2S), άζωτο (N_2), υδρογόνο (H_2) και οξυγόνο (O_2). Η συγκέντρωση του υδρόθειου (H_2S) στο βιοαέριο μπορεί να ποικίλει από 250 ppmv έως και αρκετές μονάδες όγκου, έχει μια δυσάρεστη μυρωδιά “χαλασμένων αυγών” σε συγκεντρώσεις τόσο χαμηλές όσο 50 ppbv, και είναι τοξικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 100 ppmv. Σε ορισμένες εφαρμογές το H_2S πρέπει να αφαιρείται πριν από το διάστημα που το βιοαέριο θα αρχίσει να αξιοποιηθεί, για λόγους

που έχουν να κάνουν με την υγεία, την ασφάλεια, το περιβάλλον και λόγω του γεγονότος ότι το υδρόθειο είναι διαβρωτικό και μπορεί να προκαλέσει ζημιά στον εξοπλισμό.

Η εταιρική κοινωνική ευθύνη (Corporate Social Responsibility CSR) προωθεί ένα όραμα της επιχειρηματικής υπευθυνότητας σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων, εκτός από τους μετόχους και τους επενδυτές. Βασικοί τομείς ενδιαφέροντος είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η ευημερία των εργαζομένων, της κοινότητας και της κοινωνίας των πολιτών εν γένει, τόσο τώρα όσο και στο μέλλον.

Με τη λειτουργία μιας επιχείρησης εμπλέκονται αναπόφευκτα, εκτός από τα συμφέροντα των μετόχων και άλλα εξωεταιρικά συμφέροντα, όπως αυτά των δανειστών, των εργαζομένων και άλλων συναλλασσόμενων με την εταιρία(τραπεζών, προμηθευτών, πελατών). Εμπλέκονται επίσης με τη λειτουργία των μεγάλων ιδίως Ανώνυμων εταιριών και άλλα συμφέροντα όπως το συμφέρον της εθνικής οικονομίας (οικονομική ανάπτυξη, συμβολή στη λειτουργικότητα της κεφαλαιαγοράς, διατήρηση και επαύξηση των θέσεων εργασίας, φορολογικά έσοδα), τα συμφέροντα των καταναλωτών, η προστασία του περιβάλλοντος κ.α. Επίσης, οι επιχειρήσεις υπόκεινται σε κοινωνικές δεσμεύσεις(πλουραλιστική stakeholders value, σε αντίθεση με τη μονιστική θεώρηση, η οποία λαμβάνει μόνο το οικονομικό συμφέρον των μετόχων (shareholders value). Το ζήτημα που τίθεται είναι ποια συμφέροντα θα πρέπει να έχουν προβάδισμα σε περίπτωση μεταξύ τους σύγκρουσης, αυτά της εταιρίας και των μετόχων ή άλλα εξωεταιρικά συμφέροντα. Σωστή είναι η γνώμη ότι το προβάδισμα πρέπει να έχει το εταιρικό συμφέρον και τα μετοχικά συμφέροντα, διότι οι μέτοχοι είναι, οι έμμεσοι ιδιοκτήτες της εταιρικής επιχείρησης, οι οποίοι καταβάλλουν και διακινδυνεύουν τα κεφάλαιά τους. Δεν τίθεται θέμα ευθύνης των μελών του διοικητικού συμβουλίου σε περίπτωση που δεν λάβουν υπόψη συμφέροντα άλλα, εκτός από τα συμφέροντα της εταιρίας και των μετόχων. Βέβαια εναπόκειται στην διακριτική ευχέρεια του διοικητικού συμβουλίου να ανταποκριθεί σε κοινωνικές ευαισθησίες, σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, πέρα από τις απαγορευτικές διατάξεις του νόμου, όταν ιδίως με την ενέργεια αυτή αποκτά η εταιρία συμπάθειες στο καταναλωτικό κοινό, οι οποίες βελτιώνουν το «προφίλ» της στην αγορά (εταιρική κοινωνική ευθύνη). Αλλά και η διακριτική αυτή ευχέρεια του διοικητικού συμβουλίου έχει όρια. Η σημασία της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης τείνει να λάβει θεσμική διάσταση. Έτσι, η οδηγία 2013/34/ΕΕ, η οποία μεταφέρθηκε στο ελληνικό δίκαιο με τον ν.4403/2016, έμμεσα επέλαβε στις μεγάλες ΑΕ να συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης.

Πράγματι, οι εταιρίες αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν στην έκθεση διαχείρισης μία μη χρηματοοικονομική κατάσταση, καθώς και μία ενοποιημένη μη χρηματοοικονομική κατάσταση, που να περιέχει πληροφορίες των δραστηριοτήτων τους σχετικά με τα θέματα αυτά. Υπόψη και ο Κανονισμός 2016/679 της 27/4/2016 «για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/EK (Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων)», ο οποίος υποχρεώνει τις επιχειρήσεις που υπάγονται σε αυτόν να διορίσουν υπεύθυνο προστασίας δεδομένων (DPO). Η τήρηση των κοινωνικών αυτών δεσμεύσεων δεν εξυπηρετούν μόνο γενικότερα συμφέροντα αλλά επαυξάνουν την εμπορευσιμότητα των μετόχων των εταιριών που τις τηρούν.

Συμπερασματικά, όλο και περισσότερες εταιρίες πρέπει να αλλάζουν νοοτροπία και στηρίζονται περισσότερο σε βασικές αρχές, όπως η Εταιρική κοινωνική ευθύνη που αναλύθηκε παραπάνω, η προστασία του περιβάλλοντος, η κοινωνική ευημερία και προφανώς και η μεγιστοποίηση κερδών, αλλά όλα αυτά σε συνδυασμό με παραχωρήσεις και προσπάθεια για βιώσιμες από όλες τις απόψεις επενδύσεις. Η εταιρική κοινωνική ευθύνη είναι συνάρτηση της στρατηγικής που ακολουθεί η εταιρεία για την αειφόρο - βιώσιμη ανάπτυξη, στηρίζει και διευκολύνει την υλοποίηση και την επικοινωνία δράσεων εταιρικής ευθύνης, με στόχο την ενίσχυση της εικόνας μιας κοινωνικά υπεύθυνης εταιρείας και την ανάδειξή της μεταξύ των άριστων κατασκευαστικών εταιρειών. Η Εταιρική Υπευθυνότητα και Αειφόρος - Βιώσιμη Ανάπτυξη της εταιρείας καθορίζεται μέσα από τις αρχές της, τις ανάγκες της κοινωνίας, των ενδιαφερόμενων μερών και επικεντρώνονται κυρίως στην Υπεύθυνη Λειτουργία, ενσωματώνοντας τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης στις επιχειρηματικές αρχές για την κατασκευή των έργων, λειτουργώντας υποδειγματικά ως προς την ποιότητα των υπηρεσιών της και ως προς το επίπεδο των χώρων και συνθηκών εργασίας. Η Περιβαλλοντική Αποδοτικότητα αποτελεί επίσης βασικό στοιχείο στρατηγικής που βοηθά την εταιρεία λειτουργεί με σεβασμό στο περιβάλλον. Κάθε εργασία ή ενέργεια υλοποίησης των έργων, συντήρησης ή και λειτουργίας διέπεται από ειδικές περιβαλλοντικές οδηγίες και διαδικασίες για την προστασία του περιβάλλοντος. Όσον αφορά την αειφόρο - βιώσιμη ανάπτυξη της κοινωνίας πρέπει να συμπεριλαμβάνονται ενέργειες για το ανθρώπινο δυναμικό, για τις τοπικές κοινωνίες των περιοχών όπου δραστηριοποιείται με την κατασκευή έργων, αλλά και ενέργειες για τις ευρύτερες κοινωνικές ανάγκες. Η οικονομική υπευθυνότητα προσβλέπει στην ικανοποίηση των αναγκών των μετόχων της, αλλά και στην ικανοποίηση

κοινωνικών αναγκών με ευρύτερα οφέλη στο περιβάλλον, στους εργαζόμενους και στην απασχόληση σε τοπικό επίπεδο των έργων.

Η επένδυση που αναλύθηκε και προκρίθηκε με βάση της αξιολόγηση και ανάλυση που πραγματοποιήθηκε πληρεί όλα αυτά τα χαρακτηριστικά. Έτσι, συμπεραίνεται ότι τεχνολογίες αξιοποίησης αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου όπως η παραπάνω, προωθούν την παγκόσμια νοοτροπία κυκλικής οικονομίας και πληρούν τα κριτήρια βιώσιμων στρατηγικών σε μία εταιρία και ενδείκνυνται ανεπιφύλακτα.

Η βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει να γίνει ο κεντρικός στόχος όλων των τομέων και πολιτικών. Αυτό σημαίνει ότι οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής πρέπει να εντοπίζουν πιθανούς διαχωρισμούς σε άλλους τομείς πολιτικής. Πρέπει να γίνει προσεκτική αξιολόγηση των πλήρων επιπτώσεων μιας πρότασης πολιτικής και να περιλαμβάνει εκτιμήσεις τόσο οικονομικών, όσο και περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων εντός και εκτός της ΕΕ. Αυτή είναι η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη, έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε ένα διεθνές βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ευρωπαϊκή Επιτροπή , (2018).Αποτελέσματα των Ευρωπαϊκών Βραβείων Επιχειρήσεων για το Περιβάλλον (European Business Awards for the Environment) και των Ελληνικών Βραβείων για το Περιβάλλον, Αθήνα

Εφαρμογές Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) για την αξιολόγηση μονάδων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με την τεχνολογία της κομποστοποίησης και της αναερόβιας χώνευσης, (2011).Ανάπτυξη και εφαρμογή πιλοτικού συστήματος για την ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Τήνο σε συμφωνία με την Οδηγία Πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα

Νικόλαος Κ.Ρόκας (2018) Εμπορικές Εταιρίες,196-198

Ξένα

Apergis, N. and J. E. Payne (2009a). Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States. Energy Economics 31(5), 641–647.

Ansgar Belke,Christian Dreger,Frauke de Haan, Prof. Dr. Thomas K. Bauer, Prof. Dr. Wolfgang Leininger, Prof. Dr. Volker Clausen, Prof. Dr. Christoph M. Schmidt (2010).Energy Consumption and Economic Growth –New Insights into the Cointegration Relationship. RUHR Economic Papers, 1864-4872.

Rebecca Bertram, Radostina Primova , Jules Hebert,Klara Bulantova,Kyriaki Metaxa, Katarzyna Ugryn, Molly Walsh,(2018).ENERGY ATLAS, Facts and figures about renewables in Europe, passim

Gian Andrea, Blengini, Using LCA to evaluate impacts and resources conservation potential of composting: A case study of the Asti District in Italy. Resources, Conservation and Recycling, 2008. 52(12): p. 1373-1381.

Anke De Dobbelaere, Bram De Keulenaere, Jonathan De Mey, Viooltje Lebuf, Erik Meers, Bart Ryckaert, Céline Schollier and Jason Van Driessche. Ivan Ryckaert,(2015).SMALL-SCALE ANAEROBIC DIGESTION, Case studies in Western Europe.

European Commission(2017) Rütter Soceco, Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020

Fabio De Felice, FabrizioCampagiorni, AntonellaPetrillo(2013). Economic and Environmental Evaluation Via an Integrated Method based on LCA and MCDA, Social and Behavioral SciencesVolume 99,Pages 1-10

Satoto Endar Nayono(2010). Anaerobic digestion of organic solid waste for energy production, p. 0172-8709

James Stewart, Ph.D.(2016-2018). Chapter 24: Strategic Energy Management (SEM) Evaluation Protocol, The Uniform Methods Project: Methods for Determining Energy Efficiency Savings for Specific Measures, NREL(national laboratory of the U.S. Department of Energy) /SR-7A40-68316.

Sundqvist, J.-O., (2005).How shunicipal solid waste be treated- a system study of incineration material recycling, anaerobic digestion and composting, Swedish Environmental Research Institute

Marialuisa Tamborra ,EUROPEAN COMMISSION(2002). SOCIO-ECONOMIC TOOLS FOR SUSTAINABILITY IMPACT ASSESSMENT THE CONTRIBUTION OF EU RESEARCH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Policy aspects – Unit I.1, Belgium

Arthouros Zervos Chair REN21(2018).RENEWABLES GLOBAL STATUS REPORT.,Paris France

Shuxia Wang, Yingjun Ruan*, Weiguo Zhou, Zhengwei Li, Jiazheng Wu, Dongjing Liu,(2018). Net energy analysis of small-scale biogas self-supply anaerobic digestion system operated at psychrophilic to thermophilic conditions. Journal of Cleaner Production 174, 226-236.

Διαδικτυακοί Τόποι

Christos Zafiris., Agriculture engineer (2016). Biogas in Greece: Actual situation and perspectives, Biomass dept, CRES-Centre for Renewable Energy Sources and Saving

http://www.renewablesb2b.com/data/shared/02_CRES_Zafiris_presentation.pdf

Angeliki Lemonidou CERTH, (2014).Tomorrow's biorefineries in Europe, Biobased Aviation Fuels. Creation of a new value chain from lignocellulosic materials, Greece, Brussels-Belgium

<http://www.eurobioref.org/>

Γεράσιμος Λυμπεράτος,Παραγωγή Ενέργειας μέσω Αναερόβιας Χώνευσης Στερεών Αποβλήτων και Υπολειμμάτων, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πάτρα

http://library.tee.gr/digital/m2494/m2494_liberatos.pdf

Kyriakos Panopoulos., (2014).Tomorrow's biorefineries in Europe, Paper- mills option for partial conversion, Example of an integrated Biorefinery, , Certh-Greece, Brussels-Belgium

<http://eurobioref.org/>

Georgios Panousis, Biogas Projects Development in Greece, Energy Production & Management, M.Sc,HELECTOR S.A,Department of energy projects Development

<http://www.lignite.gr/events/5.pdf>

Σωτηρία Πατσιαλή, Γιάννης Κλωνάρης, Χρήστος Πετρόχειλος, ΓΑΙΟΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΕ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΙΟΑΕΡΙΩΝ, Kiefer

<http://kiefer.gr/wp-content/uploads/2017/03/Presentation-Gaioanaptixsi.pdf>

Biomass role in achieving the Climate Change & Renewables EU policy Targets, Demand and Supply dynamics under the perspective of Stakeholders, Imperial College of Science, Technology and Medicine, United Kingdom

<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/>

(Helge Brattebo, Strategic Research Areas 2014-2023, Sustainability, Environmental and sustainability assessments).

<https://www.ntnu.edu/sustainability/environmental-and-sustainability-analysis>

CIRCit – Circular Economy Integration in the Nordic Industry for Enhanced Sustainability and Competitiveness(2017)

<http://nordicinnovation.org/projects/the-nordic-green-growth-research-and-innovation-programme/circuit-circular-economy-integration-in-the-nordic-industry-for-enhanced-sustainability-and-competitiveness/>

REN21 launches(2017), Renewables Global Futures Report: Great debates towards 100% renewable energy,114 renewable energy experts from around the world share their views on achieving 100% renewable energy by 2050.New York

http://www.envima.gr/el/biogas_plants/pws_leitourgei_mia_monada

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617324939>

<http://www.vioaerio.gr/biogas/raw-material/>

AKTOR, ENVIRONMENTAL STATEMENT 2015

http://media.interactive.netuse.gr/pegasus/Multimedia/pdf/ENV_STATMENT_2015_id5903145.pdf

<https://www.b2green.gr/el/posts/17/0/>

<https://www.science.gov/topicpages/c/cycle+assessment+bioetanol.html>

<https://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>

<http://www.hydrothane-stp.com/gr/biogas-treatment-utilization>

