



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

**Διπλωματική Εργασία**

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

της

ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ ΚΕΜΑΛΜΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑΣ: ΙΟΡΔΑΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού  
διπλώματος ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

Ιανουάριος 2020

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής, θα ήθελα ιδιαίτερος να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ελευθεριάδη Ιορδάνη για τη βοήθεια, εμπιστοσύνη και πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για την διαρκή τους υποστήριξη και για την ηθική τους συμπαράσταση.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τη συμφοιτήτρια μου και φίλη μου, Μαρία Παπανικολάου, για τα δύο υπέροχα χρόνια που περάσαμε μαζί στα έδρανα του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την παρούσα διπλωματική στη φίλη μου Ευαγγελία Λιανού, για την αξιοσημείωτη υπομονή που επέδειξε κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας, για την διαρκή της ενθάρρυνση, την πολύτιμη βοήθεια και την ενεργή της συμπαράσταση.

## Περίληψη

Καθώς η ζήτηση ενέργειας συνεχώς αυξάνεται και τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα μειώνονται με αυξανόμενο ρυθμό, η ανάγκη για εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι υποχρεωτική. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας, στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, είναι κυρίως υπεύθυνος για την παραγωγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ο αέρας, ο ήλιος, το νερό και το βιοαέριο, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά την οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης βιοαερίου ονομαστικής ισχύος 499kW, η οποία βρίσκεται στον Αμπελώνα, του Δήμου Τυρνάβου Λάρισας. Σκοπός του συγκεκριμένου έργου είναι η παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση του βιοαερίου, το οποίο προκύπτει από την αναερόβια χώνευση των εισερχόμενων οργανικών αγροτοκτηνοτροφικών-αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων καλλιεργειών.

Αρχικά, γίνεται μια εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στη βιοενέργεια και στο βιοαέριο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το νομοθετικό και αδειοδοτικό πλαίσιο και γίνεται η αναγνώριση της επένδυσης, της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται και των τεχνικών χαρακτηριστικών της. Ακολουθεί η ανάλυση της σκοπιμότητας και παρουσιάζονται δύο σενάρια με διαφορετικό μίγμα πρώτων υλών, για τα οποία πραγματοποιείται η χρηματοοικονομική ανάλυση. Η αξιολόγηση της επένδυσης εξετάστηκε μέσω του υπολογισμού της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης (IRR), του χρόνου επανείσπραξης του αρχικού κεφαλαίου και των δεικτών καθαρού περιθωρίου κέρδους και απόδοσης ιδίων κεφαλαίων. Στη συνέχεια, διεξάγεται ανάλυση ευαισθησίας της ΚΠΑ με τη μεταβολή κρίσιμων παραμέτρων που μπορεί να διαφοροποιήσουν την απόφαση ανάληψης της επένδυσης. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και δίνονται μελλοντικές προτάσεις έρευνας.

**Λέξεις - κλειδιά:** Βιοαέριο, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρηματοοικονομική ανάλυση, αξιολόγηση επένδυσης, βιωσιμότητα

## Abstract

As the energy demand is continually increasing and the conventional fossil fuels are reduced with an increasing rate, the need for alternative energy sources is mandatory. The electricity sector in most of the European countries is mainly responsible for the CO<sub>2</sub> emissions production. The exploitation of the renewable energy sources such as wind, sun, water and biogas can lead to substantial energy and CO<sub>2</sub> emissions savings worldwide.

This dissertation investigates the financial feasibility of a 499kW biogas plant investment, which is located in Ampelonas, a municipal unit of Tyrnavos, municipality of Larissa, in central Greece. The aim of this project is the production and sale of the electrical energy produced from biogas through the anaerobic digestion of organic animal and agricultural waste and crop residuals.

There is an initial introduction in renewable energy sources, bioenergy and biogas. Subsequently, there is an analysis of the legislative framework and licensing procedure. The plant details are pinpointed as well as the technology and the methodology used. The next step is the feasibility analysis for two scenarios with different raw materials. Each scenario undergoes a financial analysis. The investment evaluation was examined through the estimation of the net present value (NPV), the internal return ratio (IRR), the payback period and the return on sales and return on equity indicators. A sensitivity analysis is then conducted observing the fluctuation of the NPV by changing critical parameters that can define the decision making of the investment. Finally, all results are presented and future fields of study are suggested.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	ii
Περίληψη.....	iii
Abstract.....	iv
Περιεχόμενα .....	v
Κεφάλαιο 1 .....	1
Ενέργεια & Ελληνική Οικονομία.....	1
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).....	5
Η παγκόσμια αγορά ΑΠΕ.....	6
Η Ευρωπαϊκή αγορά ΑΠΕ.....	8
Η Ελληνική αγορά ΑΠΕ.....	9
Βιοενέργεια.....	12
Βιοαέριο.....	14
Κεφάλαιο 2 .....	19
Νομοθετικό Πλαίσιο.....	19
Αδειοδότηση.....	20
Περιβαλλοντική αδειοδότηση .....	28
Τιμολόγηση .....	30
Κεφάλαιο 3 .....	32
Τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης.....	32
<i>Θέση εγκατάστασης</i> .....	32
<i>Πρώτες ύλες</i> .....	33
<i>Περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας</i> .....	36
Κεφάλαιο 4 .....	40
Χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης.....	40
Οικονομική Μελέτη .....	41
<i>Προϋπολογισμός έργου</i> .....	41

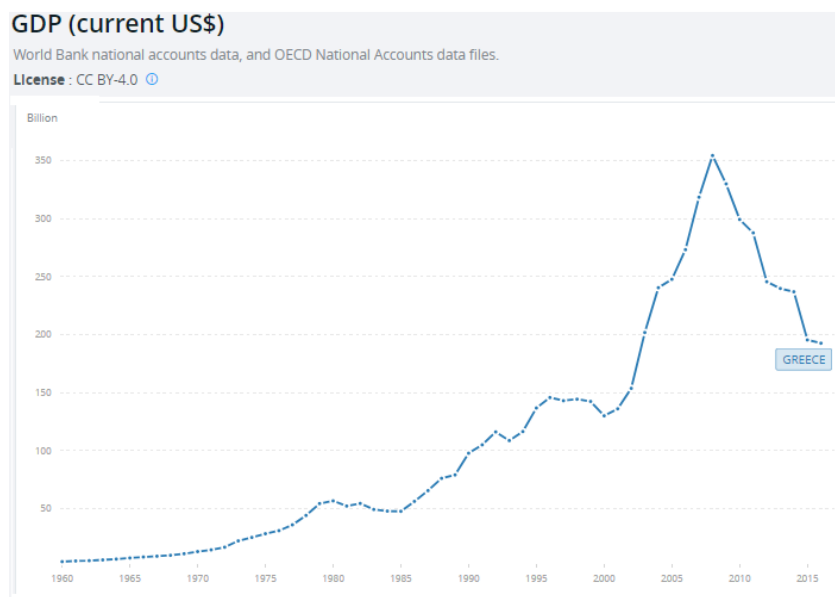
<i>Χρηματοδοτικό σχήμα</i> .....	42
<i>Έσοδα</i> .....	43
<i>Έξοδα</i> .....	46
<i>Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης</i> .....	52
Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων .....	57
<i>Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ)</i> .....	57
<i>Η μέθοδος του εσωτερικού επιτοκίου απόδοσης (IRR)</i> .....	58
<i>Η μέθοδος του χρόνου επανείσπραξης της αρχικής επένδυσης</i> .....	58
Κεφάλαιο 5 .....	64
Ανάλυση Ευαισθησίας.....	64
<i>5.1 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής πώλησης τη ηλεκτρική ενέργειας</i> .....	65
<i>5.2 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής αγοράς του ενσιρόματος καλαμποκιού</i> .....	67
<i>5.3 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει του επιτοκίου δανεισμού</i> .....	68
<i>5.4 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει του φορολογικού συντελεστή</i> .....	69
<i>5.5 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ – Σενάριο 1</i> .....	70
<i>5.5 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ – Σενάριο 2</i> .....	72
Συμπεράσματα.....	74
Βιβλιογραφία .....	76

## Κεφάλαιο 1

### Ενέργεια & Ελληνική Οικονομία

Η Ελληνική οικονομία, όπως και άλλες οικονομίες, αντιμετώπισε το 2009 μια βαθιά ύφεση, η οποία στην Ελλάδα μετατράπηκε σε μία σοβαρή κρίση χρέους, από την οποία προσπαθεί μέχρι και σήμερα να ανακάμψει.

Τα χρόνια της ύφεσης παρατηρήθηκε περιορισμός των ιδιωτικών και δημόσιων επενδύσεων, διόγκωση του δημόσιου χρέους ως ποσοστό του ΑΕΠ, και εξάρτηση του κράτους από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο μέσω δανειακών εισφορών προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι κοινωνικές δαπάνες, οι μισθοί και το δημοσιονομικό έλλειμμα. Στο τέλος του 2016, το ΑΕΠ της Ελλάδας μειώθηκε συνολικά πάνω 40%, όπως φαίνεται στην εικόνα 1 (World Bank, 2017).

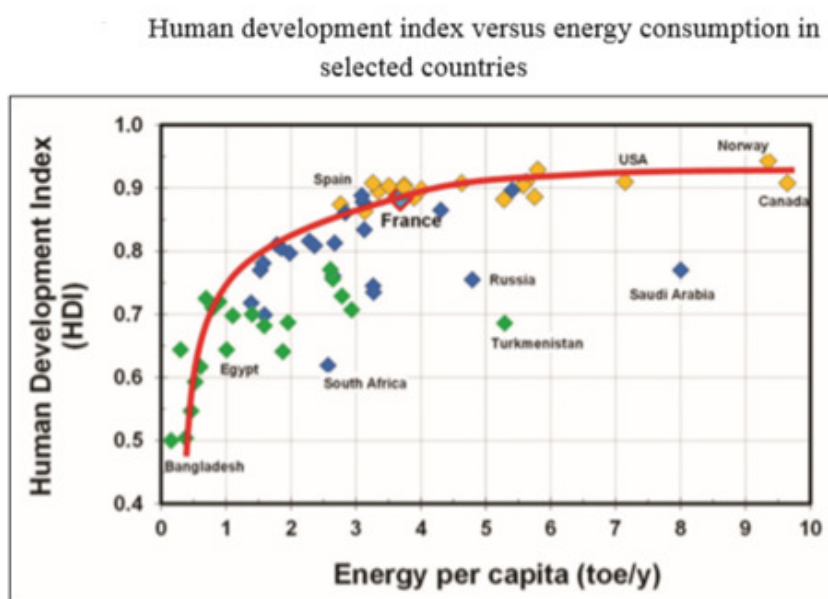


Εικόνα 1 Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν της Ελλάδος κατά την περίοδο 1960-2015 (World Bank, 2017)

Καθώς ο πληθυσμός του πλανήτη αυξάνεται, το βιοτικό επίπεδο βελτιώνεται και η κατανάλωση αυξάνεται, η συνολική ζήτηση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 21% έως το 2030 (Ferroukhi et al., 2016). Ορισμένοι οικονομολόγοι υποστηρίζουν μάλιστα ότι η ενέργεια αποτελεί έναν ακόμη προσδιοριστικό παράγοντα στη

συνάρτηση παραγωγής πέραν του φυσικού και του ανθρώπινου κεφαλαίου (Cleveland et al., 1984). Η ενέργεια με το αποτέλεσμα της συνάρτησης παραγωγής, που είναι το ΑΕΠ, δηλαδή την οικονομική ευημερία μιας χώρας, συνδέονται κυρίως έμμεσα μέσω του κεφαλαίου, καθώς συμβάλει στην προσέλκυση επενδύσεων και κεφαλαίων και κατ' επέκταση οδηγεί στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (Bruns, 2012).

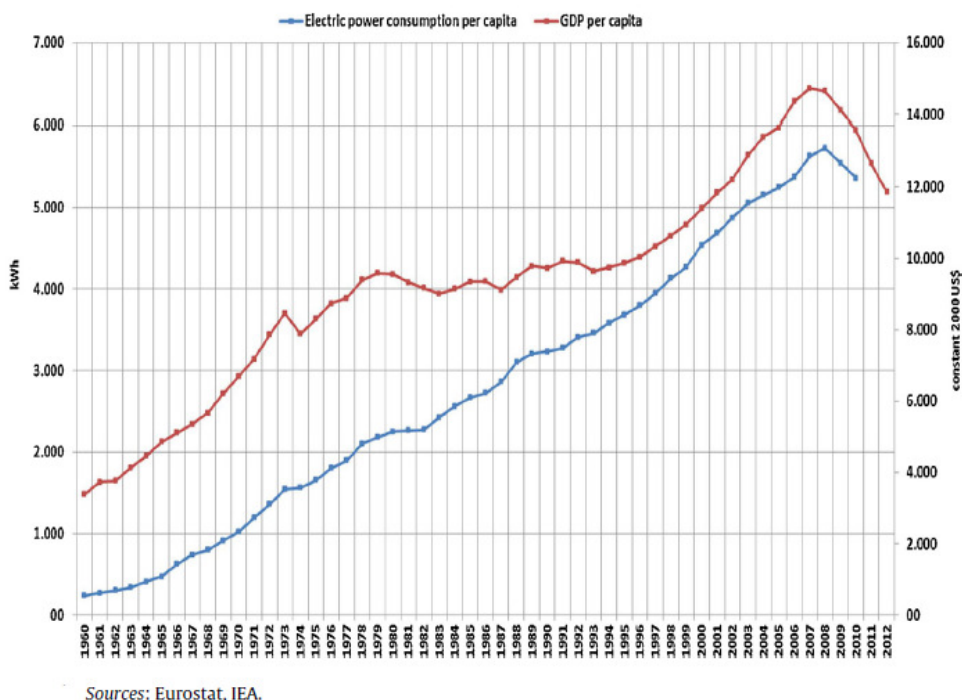
Πολλοί συγγραφείς έχουν επισημάνει τη σχέση της ενέργειας με το δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI). Η πρόσβαση σε υπηρεσίες που προσφέρει η ενέργεια είναι θεμελιώδης για την εκπλήρωση βασικών κοινωνικών αναγκών που οδηγούν στην οικονομική ανάπτυξη και τροφοδοτούν την ανθρώπινη ανάπτυξη (Safa, 2017). Υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών αλλά και μεταξύ των πλούσιων και των φτωχών στο εσωτερικό μιας χώρας, με συνακόλουθες αποκλίσεις στο δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Report 2007/2008). Το 2014, περίπου το 10% των νοικοκυριών στην ΕΕ δεν μπόρεσαν να κρατήσουν το σπίτι τους αρκετά ζεστό, ποσοστό που ξεπερνά το 25% στη Βουλγαρία, την Ελλάδα, την Πορτογαλία, την Κύπρο και τη Λιθουανία (Barker et al., 2016). Στις περισσότερες χώρες τα φτωχότερα νοικοκυριά δαπανούν μεγαλύτερο μέρος του εισοδήματός τους σε υπηρεσίες ενέργειας. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2, όλες οι χώρες με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας έχουν επίσης χαμηλό HDI (Safa, 2017). Επομένως, η παρουσία ελάχιστης έστω ενέργειας είναι απαραίτητη για την ανθρώπινη ανάπτυξη.



Εικόνα 2 Δείκτης HDI σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση (Safa, 2017)



Στην εικόνα 3 απεικονίζεται το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και η κατά κεφαλήν κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη χρονική περίοδο 1960-2012, στην Ελλάδα. Γίνεται σαφές ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των δύο μεγεθών και μάλιστα παρατηρείται μια καθυστέρηση στην επίδραση της οικονομικής κρίσης στην κατανάλωση ενέργειας, καθώς η μείωση στο ΑΕΠ ξεκινάει από το 2007, ενώ στην κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται από το 2008.



Εικόνα 3 Κατανάλωση ενέργειας και ΑΕΠ κατά την περίοδο 1960-2012 στην Ελλάδα (Dagoumas&Kitsios, 2014)

Ο τομέας της ενέργειας αποτελεί βασικό κλάδο της ελληνικής οικονομίας, με συμμετοχή στο ΑΕΠ περίπου στο 6% και σημαντικές προοπτικές (Stambolis, 2016). Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει εντάξει την ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική στις κύριες προτεραιότητές της και ως βασικούς άξονες έχει υιοθετήσει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ, τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων, τη στήριξη των εγχώριων πηγών ενέργειας, με ιδιαίτερη βαρύτητα στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), την ενεργειακή αποδοτικότητα, καθώς και την ανταγωνιστική λειτουργία των αγορών ενέργειας. Το αρνητικό επενδυτικό κλίμα που κυριάρχησε την περίοδο της οικονομικής ύφεσης οδήγησε σε καθυστέρηση των ενεργειακών επενδύσεων. Η αξιοποίηση των εγχώριων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων, η επέκταση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου, τα έργα ενεργειακής ασφάλειας και διασύνδεσης με την υπόλοιπη Ευρώπη, η ηλεκτρική διασύνδεση των

νησιών, θα οδηγήσουν στην προσέλκυση ξένων και εγχώριων επενδύσεων και θα οδηγήσουν στην επανεκκίνηση της ελληνικής οικονομίας (ΚΕΠΕ, 2014).

Οι χώρες που θα μπορούν να ελέγχουν τις ποσότητες ενέργειας που παράγουν και εξάγουν, και δεν θα απαιτούν την αγορά ενέργειας από άλλες χώρες, θα έχουν τη δυνατότητα γρήγορης ανάπτυξης όλων των κλάδων της οικονομίας τους. Η Ελλάδα έχει μεγάλη παραγωγή άνθρακα που καλύπτει την εγχώρια ζήτηση άνθρακα, που χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της ενέργειας. Ο μόνος εγχώριος τύπος άνθρακα είναι ο λιγνίτης, ο οποίος εξακολουθεί να είναι το κυρίαρχο καύσιμο στην ηλεκτρική ενέργεια, αντιπροσωπεύοντας το ένα τρίτο της συνολικής παραγωγής (IEA, 2017). Το πιο εντυπωσιακό γεγονός για την ενέργεια στην ελληνική οικονομία είναι η πολύ ισχυρή εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Η χώρα εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το εισαγωγές πετρελαίου (Εικόνα 4) (IEA, 2017).

FUEL	NET IMPORTS*	IMPORT/EXPORT COUNTRY
Crude Oil (import dependency: 98.9%)	26.8 Mt	Iraq (37%) Russian Federation (29.2%)
Oil Products	-11.6 Mt	Saudi Arabia (14.9%) Egypt (12.4%)
Natural gas (import dependency: 99.9%)	3.2 bcm	Russian Federation (61.6%) Turkey (19.4%)
Coal (import dependency: -3.8%)	0.3 Mt	Russia (64.2%) Ukraine (18.7%)
<b>ELECTRICITY</b>		
Imports	11.1 TWh	Bulgaria (32%)
Exports	1.5 TWh	Albania (54.7%)

\*negative numbers mean net exports

Source: IEA energy balances 2017

Εικόνα 4 Ενεργειακός εφοδιασμός της Ελλάδας – ισχυρή εξάρτηση από εισαγόμενο πετρέλαιο (IEA,2017)

Η εισαγωγή ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των αναγκών σε παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στα μη διασυνδεδεμένα νησιά της χώρας επιβαρύνει την ελληνική οικονομία με περισσότερα από 800εκατ. ευρώ το χρόνο. Το ύψος της επένδυσης για τη διασύνδεση όλων των νησιών αγγίζει τα 2,5δισ ευρώ (ΚΕΠΕ, 2014). Η γρήγορη απόσβεση της επένδυσης σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη δυνατότητα αξιοποίηση του πλούσιου αιολικού δυναμικού των νησιών καθιστούν αναγκαία την άμεση προώθηση ενεργειακών επενδύσεων.

Η επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ τροφοδοτεί την οικονομική ανάπτυξη, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας, ενισχύει την ανθρώπινη ευημερία και συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με διεθνείς αναφορές (Ferroukhi et al., 2016),

ο διπλασιασμός του μεριδίου των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα μέχρι το 2030 θα αυξήσει το παγκόσμιο ΑΕΠ κατά 1,1% ή 1,3 δισεκατομμύρια δολάρια.

## Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)

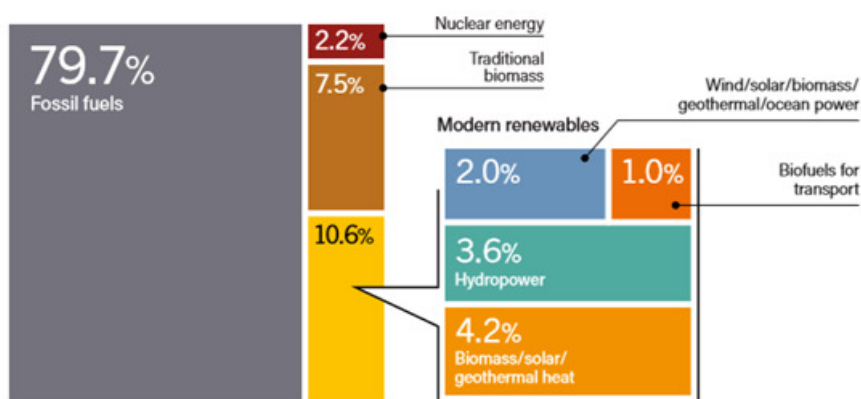
Η συμφωνία των Παρισίων, που υπογράφηκε από 195 χώρες το Νοέμβριο του 2016, καλεί για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως και συγκράτηση της αύξησης της θερμοκρασίας αρκετά κάτω από 2°C. Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, IRENA, το 2016 υπήρξε το έτος με την υψηλότερη θερμοκρασία σε παγκόσμιο επίπεδο, ξεπερνώντας το 2015 και σηματοδοτώντας το τρίτο συνεχές έτος με θερμοκρασίες ρεκόρ. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από τα 17 έτη με καυτές θερμοκρασίες ρεκόρ, τα 16 έχουν συμβεί τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Για να περιοριστεί όμως επαρκώς η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, απαιτείται η απανθρακοποίηση της παραγωγής ενέργειας σε λιγότερο από 50 χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι οι ΑΠΕ που ήδη αναπτύσσονται ραγδαίως την τελευταία δεκαετία θα πρέπει να αναπτυχθούν τουλάχιστον επτά φορές ταχύτερα (IRENA, 2017).

Περίπου τα δύο τρίτα των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου προέρχονται από την παραγωγή και τη χρήση ενέργειας, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο ενεργειακός τομέας να βρίσκεται στο επίκεντρο των προσπαθειών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Οι τομείς με τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η βιομηχανία, οι οποίες ευθύνονται από κοινού περίπου για το 65% όλων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια σήμερα. Το υπόλοιπο 35% προέρχεται από τους τομείς των μεταφορών, των κτιρίων και της τηλεθέρμανσης (REN21, 2019).

Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ τείνει να καθιερωθεί παγκοσμίως ως η κυρίαρχη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η αγορά των τεχνολογιών των ΑΠΕ παρέμεινε σταθερή για το έτος 2018. Η προμήθεια εξοπλισμού για ΑΠΕ υπερδιπλασιάστηκε σε σχέση με το 2017 (REN21, 2019).

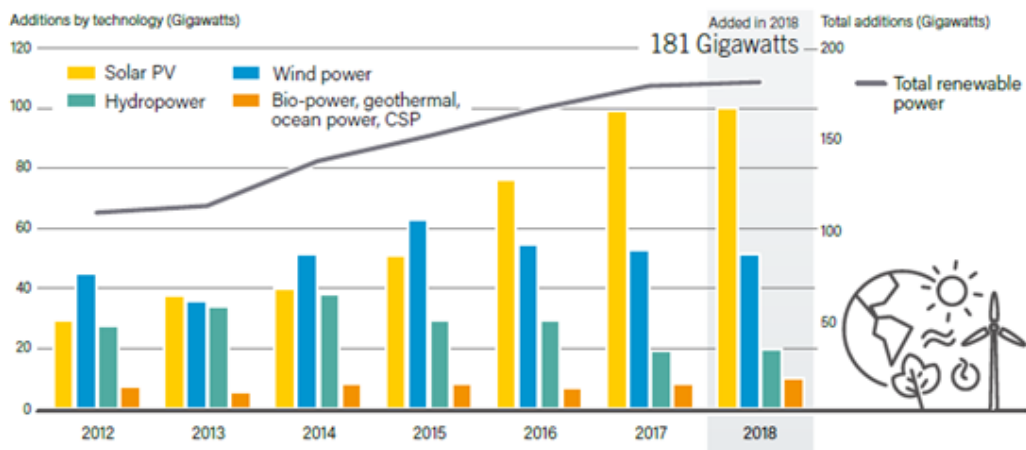
## Η παγκόσμια αγορά ΑΠΕ

Η συνεισφορά όλων των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι τα τέλη του 2017 ήταν 18,1%, συμπεριλαμβανομένης της πυρηνικής ενέργειας και της παραγόμενης ενέργειας από την «παραδοσιακή» βιομάζα. Εξαιρώντας τις δύο τελευταίες, οι λοιπές ΑΠΕ συνέβαλαν κατά 10,6% στην τελική κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζοντας ετήσιο ρυθμό αύξησης 4,4%. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 5, η παραγόμενη θερμότητα αποτελεί το μεγαλύτερο κομμάτι στο μίγμα των λοιπών ΑΠΕ με ποσοστό 4,2% στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ενώ ακολουθούν η υδροηλεκτρική ενέργεια με 3,6%, και η ηλιακή, αιολική, κυματική και η ενέργεια που παράγεται από γεωθερμία με συνολικό ποσοστό 2% (REN21, 2019).



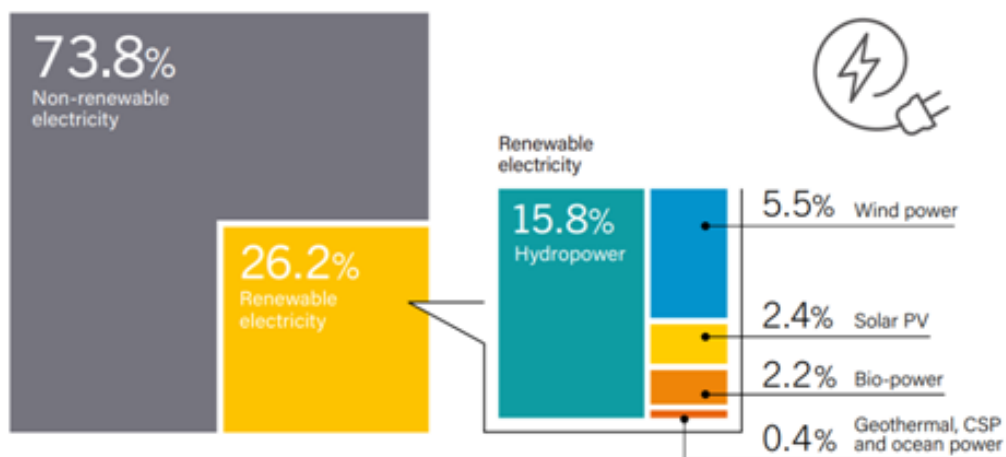
Εικόνα 5 Μερίδιο ΑΠΕ στην τελική παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (REN21, 2019)

Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αυξάνεται κάθε χρόνο με σταθερό ρυθμό. Εκτιμάται ότι το 2018 προστέθηκαν περίπου 181GW εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως (εικόνα 6), δηλαδή ελαφρώς μεγαλύτερες από τις προσθήκες του προηγούμενου έτους, με αποτέλεσμα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ να αυξηθεί κατά 8% και να εκτιμάται στα τέλη του 2018 στα 2.378GW εγκατεστημένης ισχύος (REN21, 2019).



Εικόνα 6 Ετήσιες προσθήκες εγκατεστημένης ισχύος από ΑΠΕ ανά τεχνολογία και συνολικά (REN21, 2019)

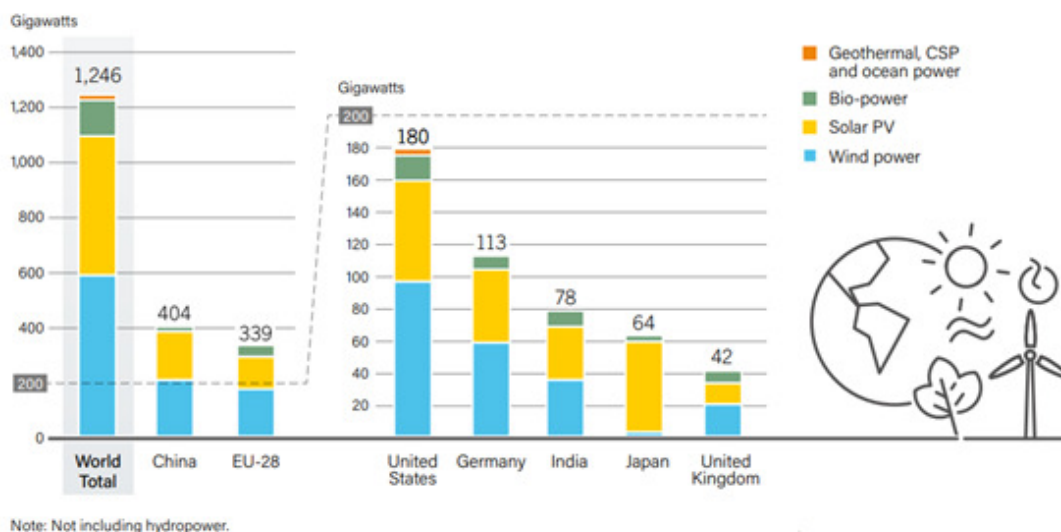
Η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 60% της συνολικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ ακολουθούν η αιολική ενέργεια με ποσοστό 21%, η ηλιακή ενέργεια με ποσοστό 9% και η βιοενέργεια με ποσοστό 8%. Συνολικά στα τέλη του 2018 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ αντιστοιχεί στο 26,2% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως φαίνεται στην εικόνα 7 (REN21, 2019).



Εικόνα 7 Μερίδιο ΑΠΕ στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τα τέλη του 2018 (REN21, 2019)

Σε παγκόσμιο επίπεδο η καθιέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ αποδεικνύεται από το γεγονός ότι πάνω από 90 χώρες μέχρι τα τέλη του 2018 είχαν εγκατεστημένη ισχύ τουλάχιστον 1GW προερχόμενη από ΑΠΕ, ενώ τουλάχιστον 30 χώρες είχαν υπερβεί τα 10GW. Κυρίαρχη χώρα στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι τα τελευταία χρόνια η Κίνα και ακολουθούν με μεγάλη διαφορά οι ΗΠΑ, Βραζιλία, Γερμανία και Ινδία. Αν λάβουμε υπόψιν την παραγωγή ενέργειας

από ΑΠΕ εκτός της υδροηλεκτρικής ενέργειας τότε καταλήγουμε σε 45 χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο με εγκατεστημένη ισχύ τουλάχιστον 1GW προερχόμενη από ΑΠΕ και 17 χώρες με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πάνω από 10GW, προερχόμενη από ηλιακή, αιολική, βιο-ενέργεια ή γεωθερμία. Κορυφαίες χώρες στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ πλην της υδροηλεκτρικής για το 2018 ήταν οι Κίνα, ΗΠΑ και Γερμανία ακολουθούμενες από τις Ινδία, Ιαπωνία και Ηνωμένο Βασίλειο (εικόνα 8) (REN21, 2019).



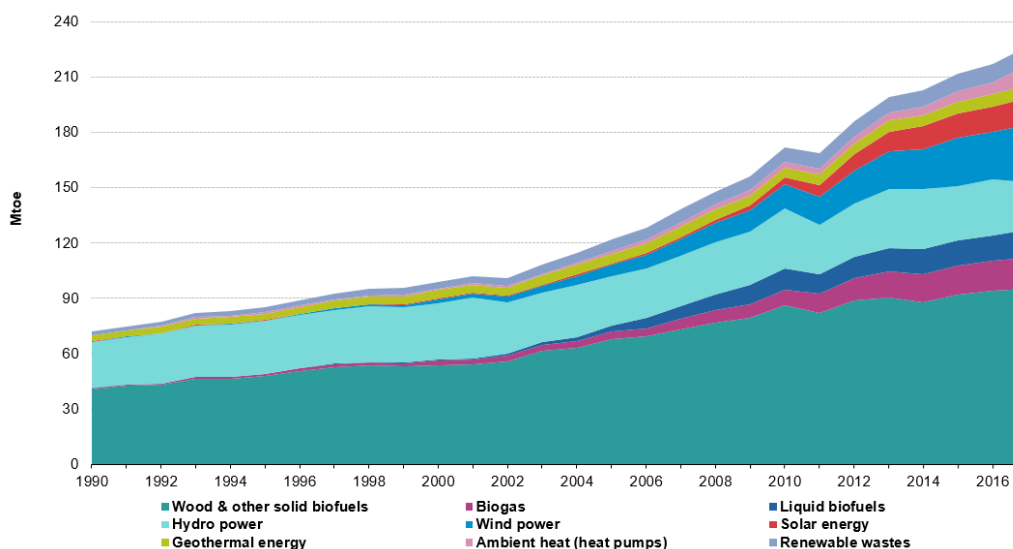
Εικόνα 8 Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο, στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στις 6 κορυφαίες χώρες παραγωγής για το 2018 (REN21, 2019)

Το 2018, η Αυστραλία για πρώτη φορά κατάφερε να ξεπεράσει το ποσοστό του 20% σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και η Κόστα Ρίκα πέτυχε την πλήρη ικανοποίηση των ενεργειακών της αναγκών για 300 ημέρες αποκλειστικά με ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ (REN21, 2019).

## Η Ευρωπαϊκή αγορά ΑΠΕ

Στην Ευρώπη των 28 κρατών-μελών η παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ παρουσίασε αύξηση κατά 66% περίπου για το χρονικό διάστημα 2007-2017. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 9 στο ίδιο χρονικό διάστημα, κύρια πηγή παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ ήταν το ξύλο και τα στερεά βιοκαύσιμα με ποσοστό 42% της

συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Ακολουθούν η αιολική ενέργεια και η υδροηλεκτρική ενέργεια με ποσοστά 13,8% και 11,4% αντίστοιχα, ενώ ραγδαία ήταν η αύξηση παραγωγής ηλιακής ενέργειας και ενέργειας από υγρά βιοκαύσιμα και βιοαέριο που αντιστοιχούν στο 6,4%, 7,4% και 6,7% της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ (Eurostat,2019).



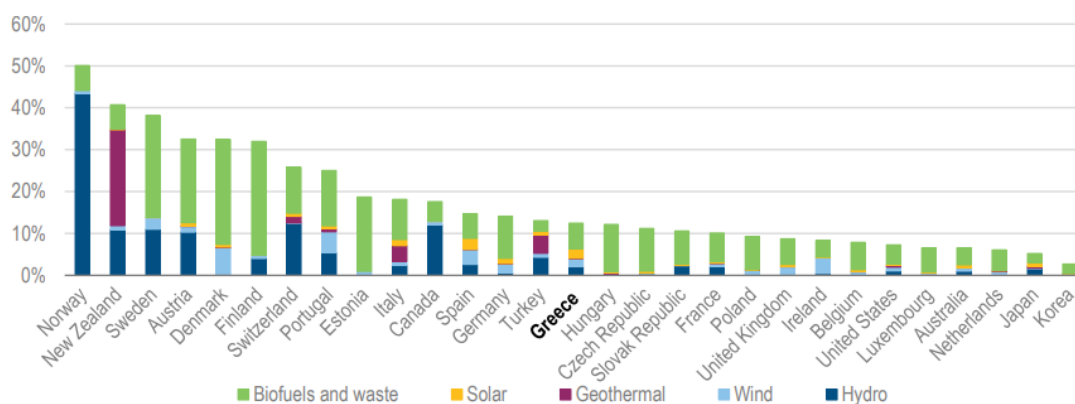
Εικόνα 9 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ΕΕ-28, 1990-2017 (Eurostat,2019)

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της Solar Power Europe, το 2019 αποτελεί χρονιά ρεκόρ για τα φωτοβολταϊκά στην Ευρώπη με προσθήκη 16,7GW νέων εγκαταστάσεων, δηλαδή διπλάσιες σε σύγκριση με το 2018. Στο σύνολο της Ευρωπαϊκής ηπείρου η παραγόμενη ενέργεια από φωτοβολταϊκά αναμένεται να παρουσιάσει αύξηση περίπου 14% σε σχέση με το 2018 (Energypress, 2019).

## Η Ελληνική αγορά ΑΠΕ

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με άφθονες ΑΠΕ. Η αύξηση των ΑΠΕ την τελευταία δεκαετία είναι αποτέλεσμα της ταχείας αύξησης της παραγωγής αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες στην Ελλάδα βρίσκεται περίπου στο μέσον μεταξύ των χωρών μελών του ΟΟΣΑ. Η ηλιακή ενέργεια ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας της Ελλάδας ήταν η τρίτη υψηλότερη στον ΟΟΣΑ, μετά το

Λουξεμβούργο και την Ιταλία. Ενώ η ενέργεια από τα βιοκαύσιμα και τα απόβλητα, ήταν η τέταρτη χαμηλότερη (IEA, 2017).

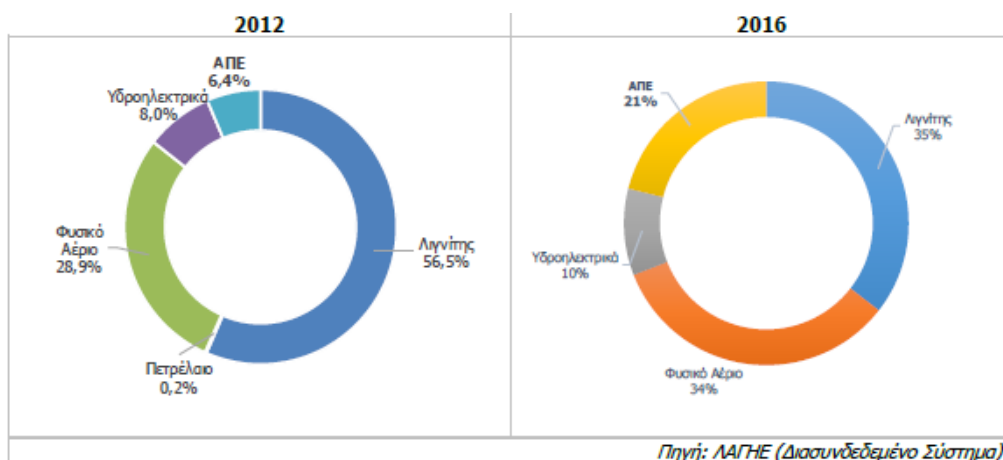


Note: Data are provisional for 2016.

Source: IEA (2017a), *World Energy Balances 2017*, [www.iea.org/statistics/](http://www.iea.org/statistics/).

Εικόνα 10 Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ των χωρών μελών του ΟΟΣΑ (IEA,2017)

Στην εικόνα 11 που ακολουθεί παρουσιάζεται το ενεργειακό μίγμα της χώρας για 2 έτη, 2012 και 2016 και τις αλλαγές που συντελέστηκαν σε αυτό το διάστημα. Όπως φαίνεται, ο λιγνίτης εξακολουθεί να αποτελεί την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παρουσίασε δυναμική αύξηση την τριετία 2013-2016 και κάλυψε ποσοστό (21%) τριπλάσιο σε σχέση με το 2012 (6,4%) (ICAP Group, 2017).

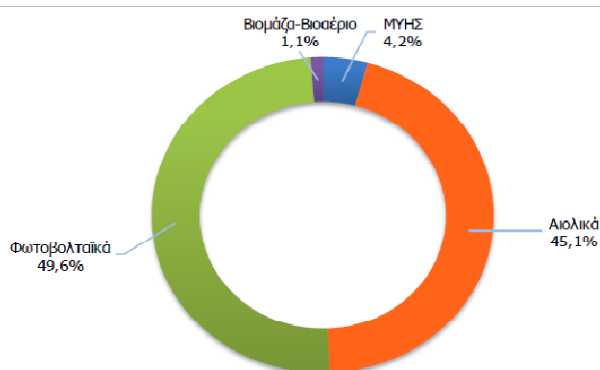


Πηγή: ΛΑΓΓΕ (Διασυνδεδεμένο Σύστημα)

Εικόνα 11 Ποσοστιαία συμμετοχή των διάφορων πηγών ενέργειας στην καθαρή παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (2012 & 2016) (ICAP Group, 2017)



Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο σύνολο της χώρας παρουσίασε μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής 21,2% την περίοδο 2002-2016 και ανήλθε σε 5.256 MW το 2016. Το μίγμα ΑΠΕ του 2016 φαίνεται στην εικόνα 12. Τη μεγαλύτερη αύξηση (σε απόλυτα μεγέθη και σε ποσοστό) εμφάνισαν τα αιολικά συστήματα (278 MW νέας εγκατεστημένης ισχύος - ετήσια αύξηση 13%) (ICAP Group, 2017).



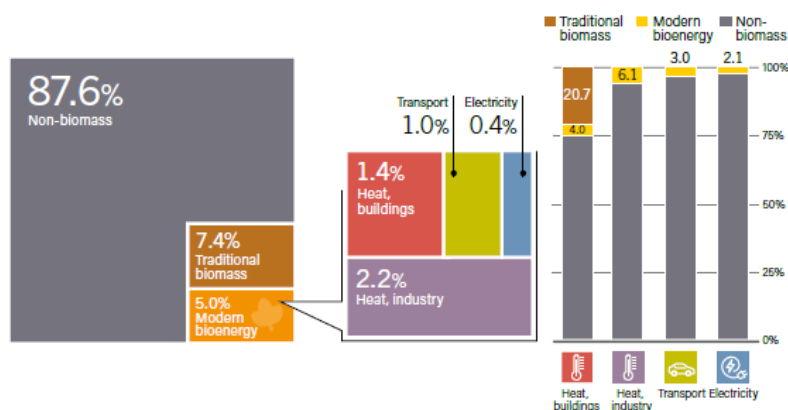
Εικόνα 12 Συμμετοχή των διαφόρων μορφών στη συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα των ΑΠΕ (2016), (ICAP Group, 2017)

Οι δύο κυρίαρχοι του κλάδου, αποτελούν ξεκάθαρα πλέον τα φωτοβολταϊκά και τα αιολικά συστήματα με ποσοστά 49,6% και 45,1% αντίστοιχα στο μίγμα ΑΠΕ. Το μεγαλύτερο ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος των αιολικών πάρκων στο σύνολο της επικράτειας βρίσκεται στη Στερεά Ελλάδα (με 23,5%) και στην Πελοπόννησο (με 22,1%). Αντίστοιχα, το μεγαλύτερο ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών βρίσκεται στην Κεντρική Μακεδονία, με 19,7% και τη Στερεά Ελλάδα (19,4%) (ICAP Group, 2017).

## Βιοενέργεια

Βιοενέργεια είναι η θερμική ενέργεια, η ηλεκτρική ενέργεια και η ενέργεια που χρησιμοποιείται στις μεταφορές (βιοκαύσιμα) και προέρχεται από την μετατροπή βιολογικών πρώτων υλών. Έχουν καθιερωθεί ήδη πολλοί τρόποι μετατροπής σε βιοενέργεια ενώ υπάρχουν και νέοι που βρίσκονται στο στάδιο του ελέγχου και της ανάπτυξης (REN21, 2019).

Όπως αποτυπώθηκε και στην εικόνα 5, η βιοενέργεια συνεισφέρει περισσότερο από όλες τις ΑΠΕ στον παγκόσμιο ενεργειακό σχεδιασμό. Η συνεισφορά της στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια στα τέλη του 2017, συμπεριλαμβανομένης της παραδοσιακής χρήσης της βιομάζας ( η οποία περιλαμβάνει την καύση ξύλων, κοπριάς και γεωργικών υπολειμμάτων) εκτιμάται στο 12,4%. Αν εξαιρεθεί η χρήση της παραδοσιακής βιομάζας, η βιοενέργεια αποτελεί σχεδόν το 50% όλων των ΑΠΕ στο σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας, ενώ συνεισφέρει περίπου 5% στην τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας όπως φαίνεται στην εικόνα 13 (REN21, 2019).



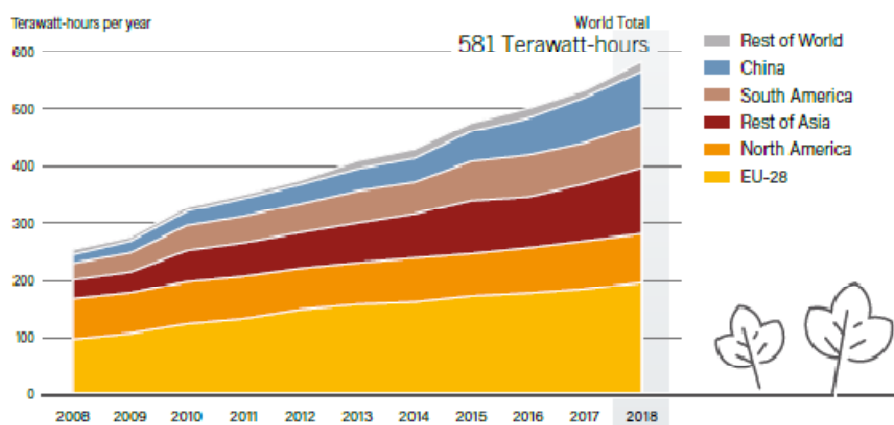
Εικόνα 13 Μερίδιο της βιοενέργειας στην τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας (συνολική και ανά τομέα χρήσης) για το έτος 2017 (REN21, 2019)

Επίσης, σύμφωνα με τα στοιχεία της εικόνας 13, για το έτος 2017, η συνεισφορά της «βιώσιμης» βιοενέργειας στους τομείς της θέρμανσης των κτιρίων, της βιομηχανίας, των μεταφορών και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν αντίστοιχα 4%, 6,1%, 3,% και 2,1%. Το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης της χρήσης «βιώσιμης» βιοενέργειας παρουσιάζει ο τομέας της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ετήσιο ρυθμό 9%, ακολουθούμενος από τις μεταφορές με 7% και την θέρμανση με ρυθμό ανάπτυξης περίπου 1,8% (REN21, 2019).

Η βιοενέργεια σε οποιαδήποτε μορφή της, είτε ως στερεό καύσιμο (βιομάζα), είτε ως υγρό καύσιμο (βιοκαύσιμο) είτε ως αέριο (βιοαέριο ή βιομεθάνιο) χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμότητας για χρήσεις όπως το μαγείρεμα και η θέρμανση κτιρίων, οικιακών ή εμπορικών, αλλά και βιομηχανιών. Επίσης, η βιοενέργεια χρησιμοποιείται για την συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού μέσω μονάδων συμπαραγωγής (CHP). Από τους μεγαλύτερους καταναλωτές βιο-θερμότητας είναι η Ευρώπη, η οποία έχει προάγει τη χρήση της τόσο για τη θέρμανση των κτιρίων όσο και την χρήση της στον τομέα της βιομηχανίας προκειμένου να ικανοποιήσει του στόχους της ευρωπαϊκής οδηγίας για τις ΑΠΕ. Ο ρυθμός αύξησης της χρήσης της για παραγωγή θερμότητας κυμαίνεται περίπου στο 2,2% για τα έτη 2012-2017, ενώ μεταξύ των μεγάλων χρηστών θερμότητας από βιοενέργεια είναι οι Η.Π.Α, Βραζιλία, Ινδία και Κίνα (REN21, 2019).

Η παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων που χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών για το 2018 παρουσίασε ετήσια αύξηση σχεδόν 7% φτάνοντας τα 153 δις λίτρα. Οι κυρίαρχες χώρες στην παραγωγή βιοκαυσίμων είναι οι ΗΠΑ και Βραζιλία, επιτυγχάνοντας και οι δύο μαζί 69% του συνόλου των παραγόμενων βιοκαυσίμων και ακολουθούν με μεγάλη διαφορά η Κίνα, η Γερμανία και η Ινδονησία.

Όσον αφορά την χρήση της βιοενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, αυτή αυξήθηκε κατά 6,5% παγκοσμίως για το έτος 2018 φτάνοντας τα 130GW. Και σε αυτόν τον τομέα η Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός με ετήσια αύξηση 6% για το 2018. Μεγάλη αύξηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοενέργεια παρουσίασε επίσης η Κίνα, αλλά και το υπόλοιπο των χωρών της Ασίας, ενώ το ποσοστό αύξησης της Βόρειας Αμερικής παρέμεινε σχεδόν σταθερό (REN21, 2019).



Εικόνα 14 Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από βιοενέργεια 2008-2018 (REN21, 2019)

## Βιοαέριο

Το βιοαέριο προέρχεται από τη φυσική αποσύνθεση της οργανικής ύλης με τη βοήθεια μικροοργανισμών κάτω από αναερόβιες συνθήκες, δηλαδή απουσία οξυγόνου. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), ενώ περιέχει ακόμη υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ), αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ), υγρασία ( $\text{H}_2\text{O}$ ) και σιλοξάνια (Ferella et al., 2019).

Μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης, τα γεωργικά, κτηνοτροφικά ή βιομηχανικά απόβλητα καθώς επίσης και τα αστικά λύματα ή τα υπολείμματα τροφίμων μετατρέπονται σε βιοαέριο, ένα ανανεώσιμο καύσιμο με δυνατότητες χρήσης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας ή κίνησης των οχημάτων (Scarlat et al., 2018).

Η αναερόβια χώνευση κυρίως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για μονάδες συμπαραγωγή θερμότητας – ηλεκτρισμού, που κυμαίνονται σε ισχύ από δεκάδες κιλοβάτ (kWe) μέχρι μερικά μεγαβάτ (MWe). Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να εξυπηρετήσει είτε τις ανάγκες της τοπικής μονάδας είτε να διοχετευτεί σε εξωτερικούς χρήστες. Μία ακόμη χρήση του βιοαερίου αποτελεί η αναβάθμισή του σε βιομεθάνιο με σκοπό τη έγχυσή του στο δίκτυο φυσικού αερίου είτε τη χρήση του σαν καύσιμο στις μεταφορές, αφού πρώτα περάσει όλες τις διαδικασίες κάθαρσης απομακρύνοντας το υδρόθειο, το διοξείδιο του άνθρακα και την υγρασία.

Στα οικονομικά οφέλη της παραγωγής βιοαερίου ξεχωρίζει η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντικά όμως είναι και τα περιβαλλοντικά οφέλη της χρήσης του βιοαερίου. Η κοπριά που παράγεται στις κτηνοτροφικές μονάδες χρησιμοποιείται παραδοσιακά σαν λίπασμα στις γεωργικές καλλιέργειες ελευθερώνοντας στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, προκαλώντας περιβαλλοντικά προβλήματα, μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα και ρύπανση. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης οδηγεί σε περιορισμό των άσχημων οσμών που οφείλονται στην αποθήκευση της κοπριάς και στην αποσύνθεσή της, ενώ αποφεύγεται και ο κίνδυνος της υγείας των ανθρώπων αλλά και των ζώων με την απομάκρυνση παθογόνων οργανισμών. Σημαντικό είναι και το όφελος που προκύπτει από τη χρήση του υπολείμματος της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης σαν λίπασμα στην αγροτική παραγωγή καθώς η σύστασή τους σε θρεπτικά συστατικά είναι όμοια με την αρχική κοπριά. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται και το

οικονομικό όφελος καθώς περιορίζεται η χρήση χημικών εδαφοβελτιωτικών και η απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου στην ατμόσφαιρα (Scarlat et al., 2018).

Όπως σημειώνεται από τον πρόεδρο του Ελληνικού Συνδέσμου Παραγωγών Βιοαερίου, κ. Αλεξανδρίδη Κ., στην παρουσίαση του στο Building Green Open Space 2017, το μεθάνιο συγκαταλέγεται στα αέρια του θερμοκηπίου και είναι περίπου 20 φορές δραστικότερο από το διοξείδιο του άνθρακα (Αλεξανδρίδης, 2017). Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι η παραγωγή βιοαερίου μέσω της αναερόβιας χώνευσης δεν μπορεί να συγκριθεί με την αιολική ή την ηλιακή ενέργεια σαν μία ακόμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Fagerströmet al., 2018).

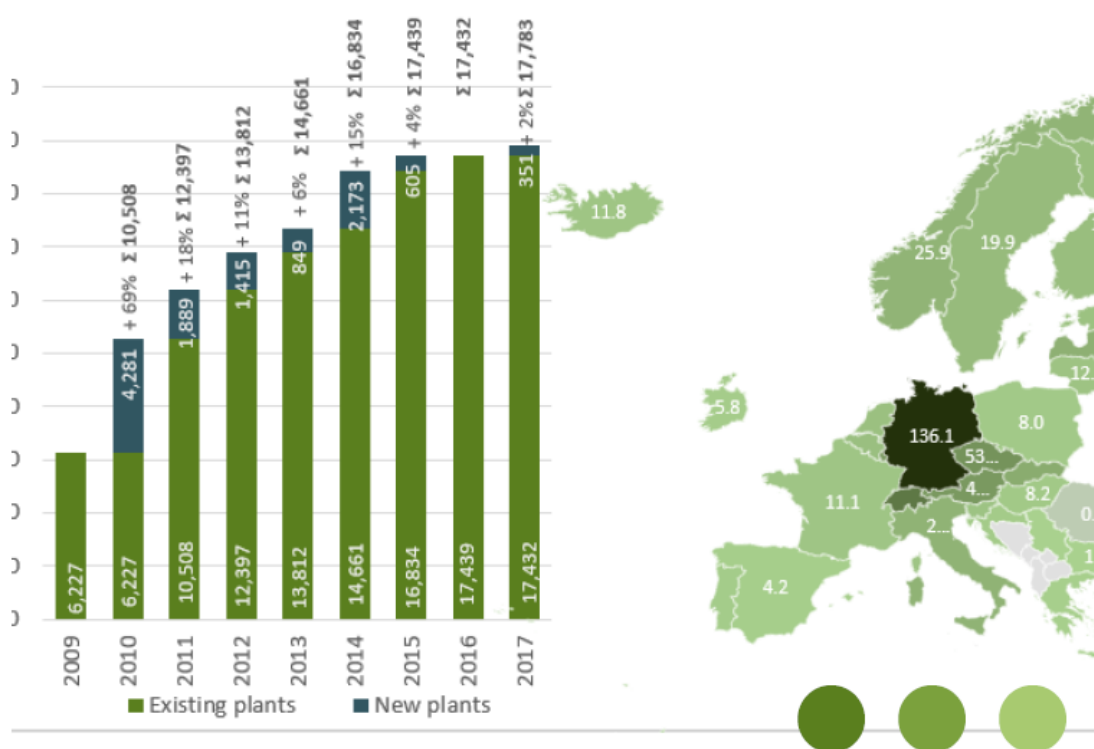


Εικόνα 15 Βιοαέριο και κυκλική οικονομία (WBA, 2018)

Η παραγωγή βιοαερίου συμβάλει στην κυκλική οικονομία, όπου σύμφωνα με τον ορισμό της, γίνεται χρήση των πόρων με τον πιο αποδοτικό τρόπο, επιτυγχάνοντας την μέγιστη αξία που μπορεί να εξαχθεί από αυτούς κατά τη χρήση τους και την ανάκτηση και αναγέννηση των πόρων και των υλικών στο τέλος της ζωής τους. Οι κύριοι στόχοι της κυκλικής οικονομίας είναι να διατηρηθεί και να ενισχυθεί το φυσικό κεφάλαιο, να βελτιστοποιηθεί η απόδοση των πόρων και να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του συστήματος. Μια κτηνοτροφική μονάδα παραγωγής μπορεί να λειτουργεί βάσει της αρχής της κυκλικής οικονομίας, τροφοδοτώντας την μονάδα βιοαερίου με γεωργικά και ζωικά λύματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,

θερμότητας και βιομεθανίου, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να διοχετευτούν στην τοπική κοινωνία για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης, ηλεκτρισμού αλλά και κίνησης των οχημάτων. Στη συνέχεια το υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα στις τοπικές αγροτικές καλλιέργειες και ο κύκλος να συνεχιστεί (Blades et al., 2017).

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Βιοαερίου (EBA) για το 2018, παρατηρήθηκε σταθερή αύξηση του αριθμού των μονάδων παραγωγής βιοαερίου στην Ευρώπη, αποδεικνύοντας την ισχυρή καθιέρωση της αγορά βιοαερίου που την καθιστά ικανή να μην επηρεάζεται από την πολιτική αστάθεια που έχει επηρεάσει αρκετές χώρες της γηραιάς ηπείρου. Το σύνολο των εν λειτουργία μονάδων βιοαερίου στην Ευρώπη στα τέλη του 2017 ήταν 17.783 και των μονάδων βιομεθανίου 540. Η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς συνέχισε να αυξάνεται με ένα ρυθμό 5% περίπου φτάνοντας τα 10,5GW και παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια ίση με 65.179 GWh. Αύξηση, επίσης παρουσίασε και η παραγωγή βιομεθανίου παράγοντας συνολικά 1.94 bcm για το 2017 (EBA, 2018)



Εικόνα 16. Αύξηση του αριθμού των μονάδων βιοαερίου στην Ευρώπη (EBA, 2019)

Στην Ελλάδα οι μονάδες παραγωγής βιοαερίου ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες με κοινό χαρακτηριστικό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Αλεξανδρίδης, 2017):

- 1) Κέντρα επεξεργασίας λυμάτων ή ΚΕΛ, τα οποία χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τις λυματολάσπες. Η πρώτη μονάδα τέθηκε σε λειτουργία το 2001, επομένως η κατηγορία αυτή θεωρείται η παλαιότερη και συμμετέχει στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο με ποσοστό 22%.
- 2) Χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων ή ΧΥΤΑ, με συμμετοχή στην ηλεκτροπαραγωγή με ποσοστό περίπου 47%. Ο πρώτος ΧΥΤΑ τέθηκε σε λειτουργία το 2006.
- 3) Αγροτικές μονάδες, όπως και η υπό εξέταση μονάδα της παρούσας διπλωματικής. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλες οι υπόλοιπες μονάδες, με ποσοστό περίπου 31% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούν κυρίως ως πρώτη ύλη την βιομάζα που προέρχεται από τον τομέα παραγωγής. Η πρώτη μονάδα τέθηκε σε λειτουργία το 2010. Στην Ελλάδα υπάρχουν 27 περίπου μονάδες που είναι σε λειτουργία.

Στον χάρτη αποτυπώνονται οι μονάδες που βρίσκονται σε λειτουργία στην Ελλάδα μέχρι και τον Αύγουστο του 2018, και διακρίνονται σε ΚΕΛ, ΧΥΤΑ και αγροτικές, ενώ διακρίνεται και το μέγεθος σε ισχύ της κάθε μονάδας, όπως αντλήθηκε από τον Ελληνικό Σύνδεσμο Παραγωγών Βιοαερίου (ΕΣΠΑΒ, 2019).



### ΜΕΓΕΘΗ ΙΣΧΥΟΣ (kW)



### ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΙΣΧΥΣ kWe)



**ΑΓΡΟ**  
Αγροτικό  
22.274 (kWe)



**ΧΥΤΑ**  
Χώρος υγειονομικής  
ταφής απορριμμάτων  
25.965 (kWe)



**ΚΕΛ**  
Κέντρο επεξεργασίας  
λιμμάτων  
14.853 (kWe)

Εικόνα 17 Χάρτης εν λειτουργία μονάδων βιοαερίου στην Ελλάδα (ΕΣΠΙΑΒ ,2019)



## Κεφάλαιο 2

### Νομοθετικό Πλαίσιο

Τα θεμέλια μιας ευρωπαϊκής πολιτικής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπήκαν το 1997, όταν το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Κοινοβούλιο υιοθέτησαν συνθήκη για κοινή στρατηγική και σχέδιο δράσης, τη στιγμή που το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ ανέρχονταν μόλις στο 6% της κατανάλωσης ενέργειας εντός ΕΕ (COM (97) 599 final).

Το 2007, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε ένα πακέτο ενεργειακής και κλιματικής αλλαγής (COM (2007) 1 final) και τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής στους 2°C, ως το 2020 και μετά (COM (2007) 2 final). Αυτό περιλάμβανε και τη δέσμευση της ΕΕ για μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% ως το 2020 σε σύγκριση με αυτές του 1990 και υποχρεωτικό στόχο επίτευξης ποσοστού 20% σε ΑΠΕ το 2020.

Μακροπρόθεσμα, η ΕΕ έθεσε το φιλόδοξο στόχο δημιουργίας μιας ανταγωνιστικής οικονομίας χαμηλή σε εκπομπές ρύπων ως το 2050, και να φτάσει το 80-95% μείωσης εκπομπών ρύπων ως το 2050 (COM (2011) 112 final). Το μερίδιο ΑΠΕ θα μπορούσε να ανέλθει στο 55 με 75% της κατανάλωσης εντός ΕΕ το 2050 (COM (2011) 885 final).

Για το 2030 η ΕΕ έχει ήδη υιοθετήσει πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια, και έχει ορίσει τους στόχους της για το 2030: 40% μείωση ρύπων σε σχέση με το 1990, τουλάχιστον 27% μερίδιο συμμετοχής ανανεώσιμων στην κατανάλωση και τουλάχιστον 27% εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο «business as usual» (COM (2014) 15 final). Οι στόχοι αυτοί αποτελούν σημαντικό βήμα στην επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων του 2050.

Στην Ελλάδα, με τον Νόμο 2773/1999, εισάγεται η έννοια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και οι μορφές αυτής, μεταξύ αυτών και η βιομάζα/βιοαέριο (ΥΠΕΚΑ, 2019a).

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20, για την επίτευξη της συμβολής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020, απορρέει από την

Οδηγία 2009/28/EK, και περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την εξέλιξη του ενεργειακού τομέα και τη διείσδυση των τεχνολογιών των ΑΠΕ έως το 2020 (ΥΠΕΚΑ, 2019a).

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης και η πρόοδος στην εφαρμογή του θα εξετάζεται ανά δύο χρόνια και θα επικαιροποιείται, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εξελίξεις της αγοράς και της βελτίωσης των τεχνολογιών, αλλά και η ζήτηση της ενέργειας.

Ο Νόμος 3468/2006, «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» εισάγει την έννοια του βιοαερίου και καθορίζει διαδικασίες αδειοδότησης και τιμών έργων ΑΠΕ, μεταξύ αυτών και μονάδων βιοαερίου.

Το 2010, με το Νόμο 3851, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια (ΥΠΕΚΑ, 2019a).

Τέλος, ο νόμος 4414/2016, «Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης- Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις» ανακαθόρισε όλο το πλαίσιο στήριξης των ΑΠΕ, προέβλεψε νέες Τιμές Αναφοράς (Ταρίφες) ανά κατηγορία σταθμών ΑΠΕ και εισήγαγε νέες έννοιες.

Το 2020, προβλέπονται νέες νομοθετικές ρυθμίσεις, για την αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου αδειοδότησης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε & Σ.Η.Θ.Υ.Α. (ΥΠΕΚΑ, 2019b).

## Αδειοδότηση

«Σύμφωνα με το Ν.3468/2006 (ΦΕΚ.Α' 129, αρθ.2, §§7,8), βιοκαύσιμο λέγεται το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα και ειδικότερα βιοαέριο λέγεται το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαρισθεί και να

αναβαθμισθεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ξυλαέριο.» (ΛΑΓΗΕ, 2019).

Σύμφωνα με το ν.3851/2010 όπως τροποποιήθηκε με τον Ν.4254/2014 οι μονάδες βιοαερίου διακρίνονται σε 3 κατηγορίες με βάση την εγκατεστημένη ισχύ τους ( $P_{\text{installed}}$ ) ως ακολούθως:

- $P_{\text{installed}} \leq 500 \text{ kW}$
- $500 \text{ kW} < P_{\text{installed}} \leq 1 \text{ MW}$
- $P_{\text{installed}} > 1 \text{ MW}$

και καθορίζεται το σύνολο των απαιτούμενων αδειών ανά κατηγορία, σύμφωνα με τα παρακάτω (ΚΑΠΕ, 2012):

#### **A. Εγκατεστημένη Ισχύς μονάδας $\leq 500 \text{ kW}$ ( $P_{\text{installed}} \leq 500 \text{ kW}$ )**

- 1) Δεν απαιτείται Άδεια Παραγωγής από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).
- 2) Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται.
- 3) Απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από την υποχρέωση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Αυτή εκδίδεται από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα (Ν.3851, αρθ.3). Κατ' εξαίρεση απαιτείται ΕΠΟ εάν: α) το έργο εγκαθίσταται εντός περιοχής Natura 2000 ή σε απόσταση  $< 100\text{m}$  από αιγιαλό, ή β) γειτνιάζει σε απόσταση  $< 150\text{m}$  με άλλο σταθμό ίδιας τεχνολογίας, η δε αθροιστική ισχύς υπερβαίνει το όριο των  $500 \text{ kW}$ .
- 4) Εφόσον πρόκειται να εκτελεσθούν δομικά έργα, πρέπει να ληφθούν οι απαραίτητες Οικοδομικές Άδειες.
- 5) Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.
- 6) Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.
- 7) Δεν απαιτείται Δοκιμαστική Λειτουργία.
- 8) Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης ούτε Άδεια Λειτουργίας (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως τροποποιήθηκε με το αρθ.3, §2 του Ν.3851 και ισχύει).

**B. 500 kW < Εγκατεστημένη Ισχύς μονάδας ≤ 1 MW (500 kW < P<sub>installed</sub> ≤ 1MW)**

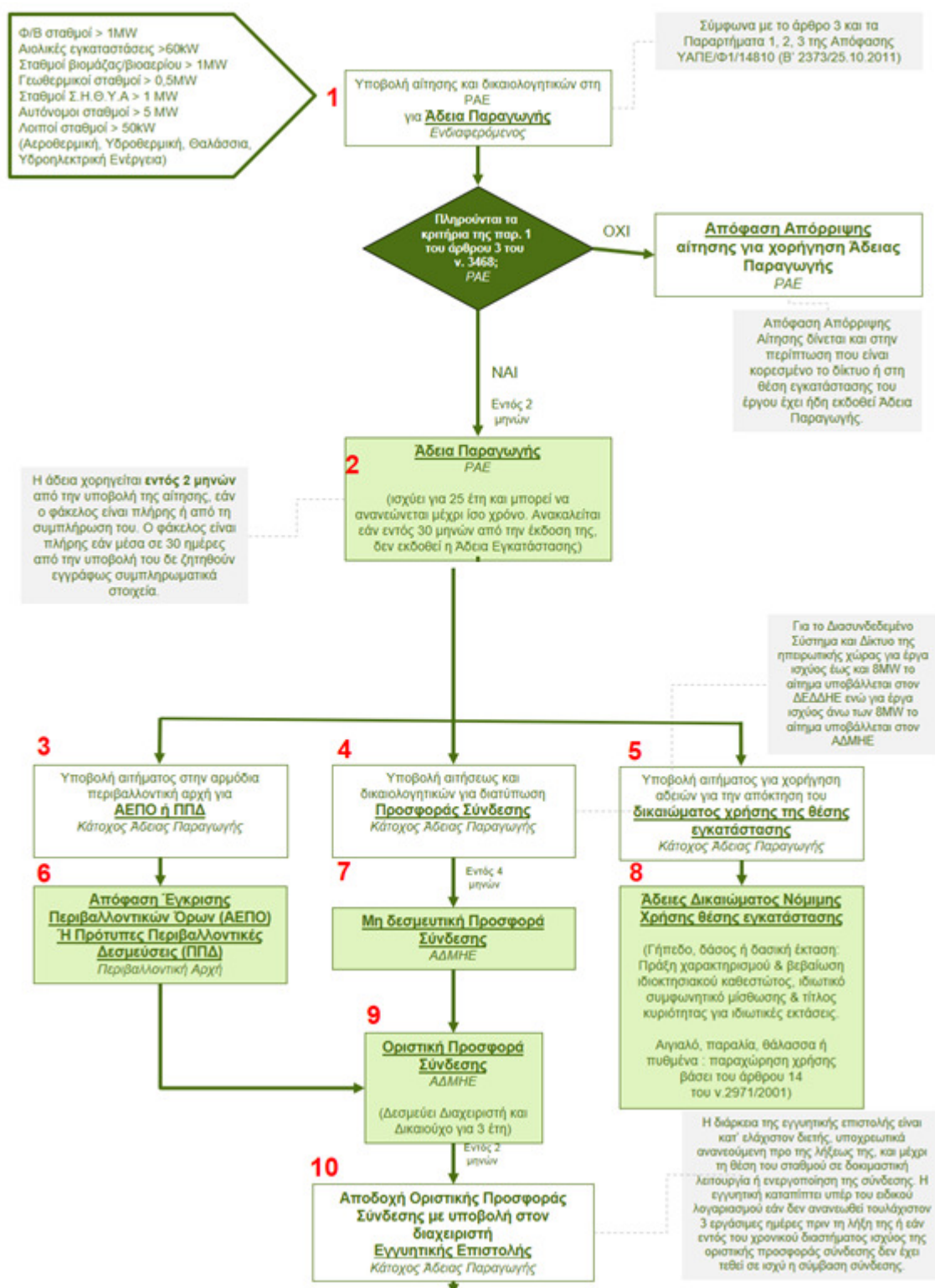
- 1) Δεν απαιτείται Άδεια Παραγωγής ΡΑΕ.
- 2) Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται.
- 3) Απαιτείται ΕΠΟ. Χορηγείται κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) τύπου ανάλογου με την κατηγορία του έργου.
- 4) Εφόσον πρόκειται να εκτελεσθούν δομικά έργα, πρέπει να ληφθούν οι απαραίτητες Οικοδομικές Άδειες.
- 5) Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.
- 6) Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.
- 7) Δεν απαιτείται Δοκιμαστική Λειτουργία.
- 8) Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης ούτε Άδεια Λειτουργίας

**C. Εγκατεστημένη Ισχύς μονάδας > 1 MW (P<sub>installed</sub> > 1 MW)**

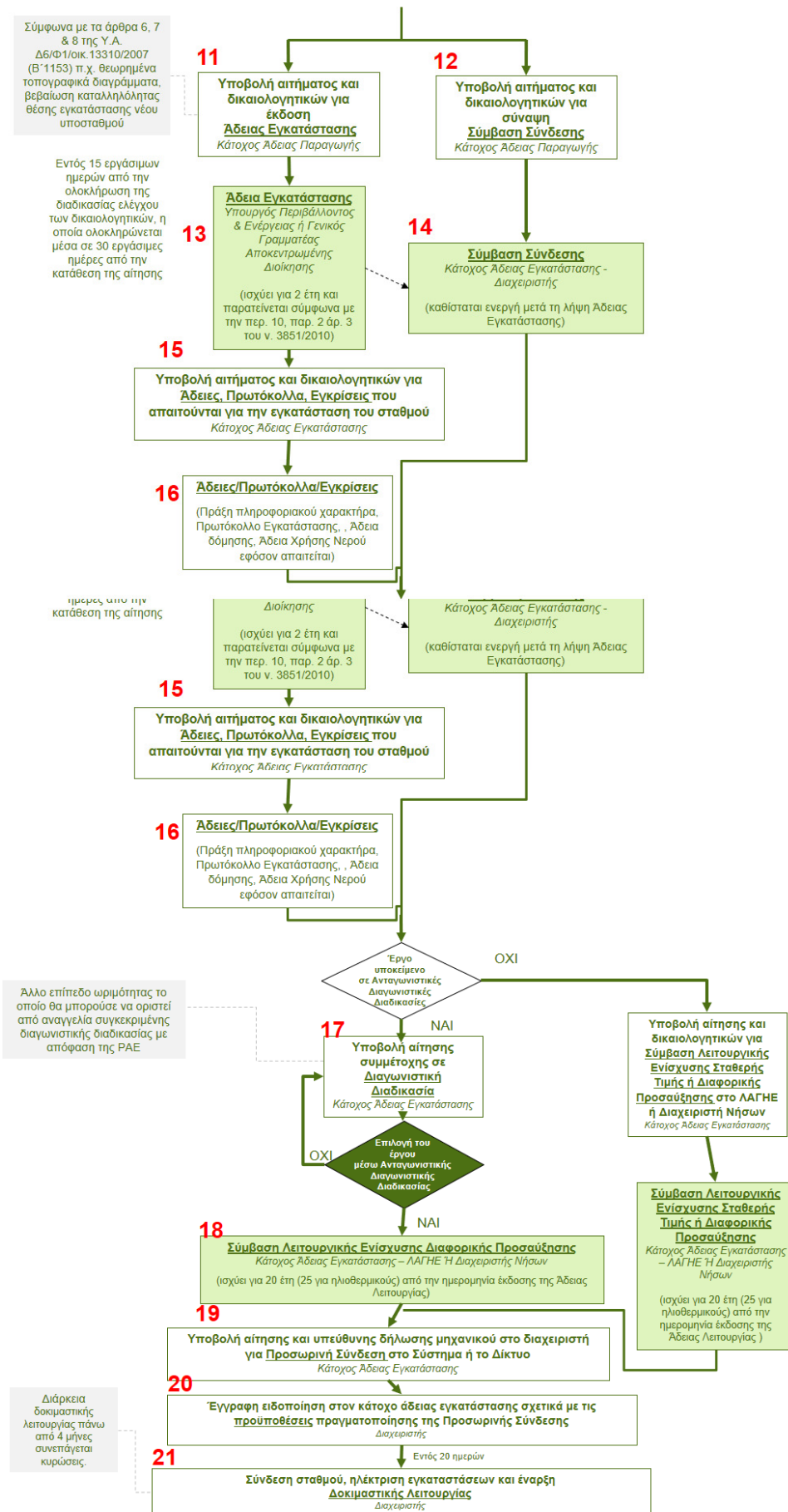
- 1) Απαιτείται Άδεια Παραγωγής ΡΑΕ.
- 2) Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται.
- 3) Απαιτείται ΕΠΟ. Χορηγείται κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από ΜΠΕ τύπου ανάλογου με την κατηγορία του έργου.
- 4) Απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης
- 5) Εφόσον πρόκειται να εκτελεσθούν δομικά έργα, πρέπει να ληφθούν οι απαραίτητες Οικοδομικές Άδειες.
- 6) Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.
- 7) Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.
- 8) Απαιτείται Προσωρινή Σύνδεση για Δοκιμαστική Λειτουργία που γίνεται κατόπιν αιτήσεως προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστα λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).
- 9) Απαιτείται Άδεια Λειτουργίας.

Το διάγραμμα ροής των διαδικασιών αδειοδότησης για τις 3 ανωτέρω κατηγορίες με βάση την απαλλαγή ή όχι από έκδοση άδειας παραγωγής ΡΑΕ (όριο 1MW), παρουσιάζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, όπως παρουσιάστηκε από την Γενική Γραμματέα Ενέργειας & Ορυκτών Πρώτων Υλών, κα Σδούκου Αλεξάνδρα, κατά την πρώτη συνεδρίαση για την αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου αδειοδότησης των ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2019b).

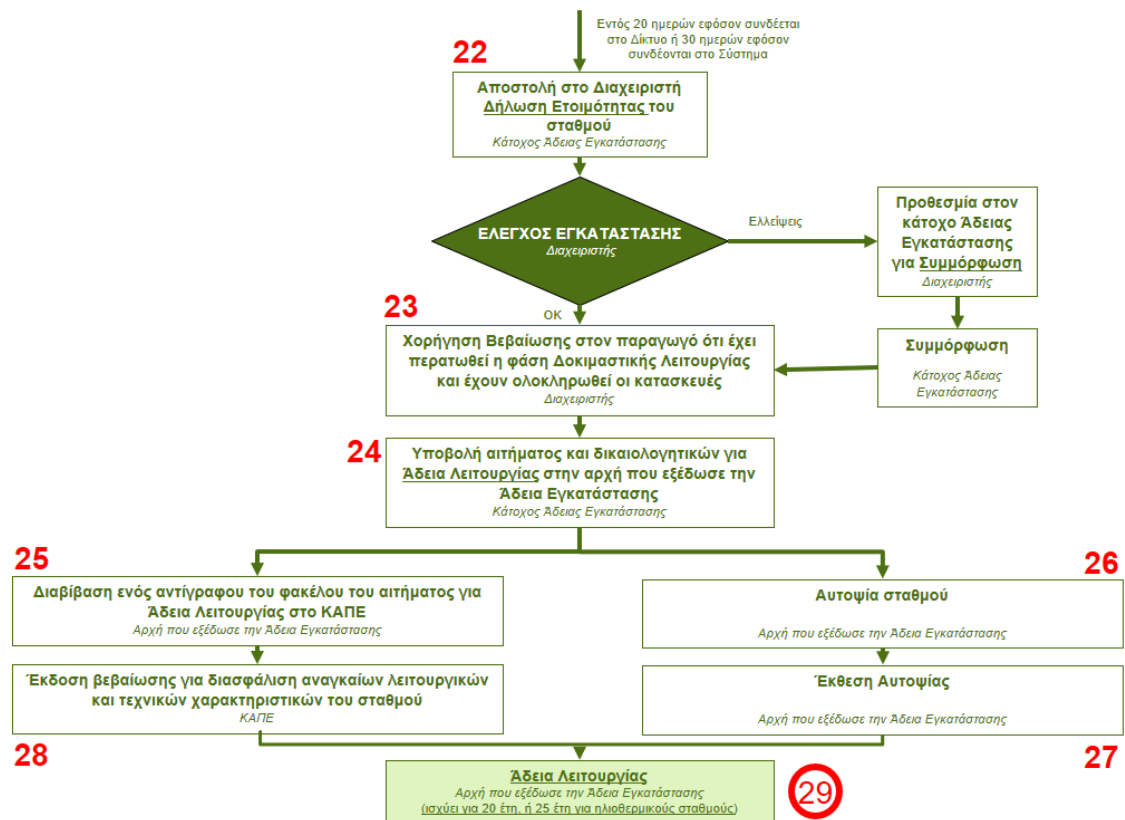
## Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΜΕ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής



Εικόνα 18 Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΜΕ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής (ΥΠΕΚΑ, 2019b)



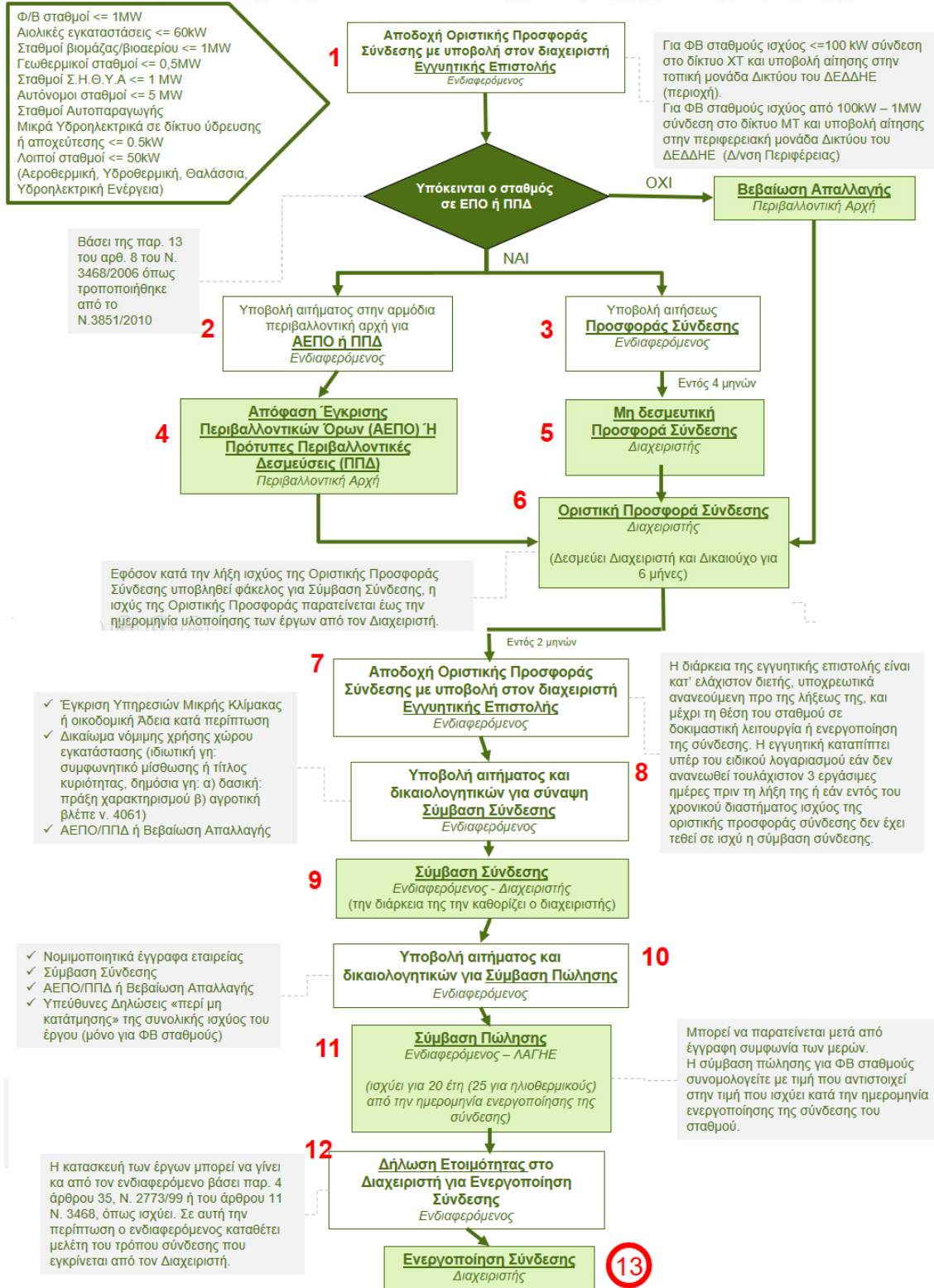
Εικόνα 19 Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΜΕ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής (ΥΠΕΚΑ, 2019b)



Εικόνα 20 Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΜΕ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής (ΥΠΕΚΑ, 2019b)



## Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΧΩΡΙΣ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής



Εικόνα 21 Διάγραμμα Ροής Έργων ΑΠΕ ΧΩΡΙΣ Υποχρέωση Λήψης Άδειας Παραγωγής (ΥΠΕΚΑ, 2019b)

## Περιβαλλοντική αδειοδότηση

Η περιβαλλοντική αδειοδότηση ενός σταθμού βιοαερίου, εξαρτάται από την κατηγοριοποίηση των δραστηριοτήτων που θα πραγματοποιούνται στο σταθμό. Η κατηγοριοποίηση καθορίζεται στην Υ.Α. 1958/2012 (Φ.Ε.Κ. 21/Β/13-01-2012) η οποία ορίζει τρεις κατηγορίες (Α1, Α2, Β).

Η πρώτη (Α) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και για τα οποία απαιτείται η διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να τους επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί. Αυτή με τη σειρά της διαιρείται στις υποκατηγορίες Α1 (πρόκληση πολύ σημαντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον) και Α2 (πρόκληση σημαντικών επιπτώσεων).

Η δεύτερη (Β) κατηγορία περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον, δεν ακολουθούν την διαδικασία εκπόνησης ΜΠΕ αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ).

Ανάλογα με την κατηγορία, αρμόδια είναι η περιβαλλοντική Υπηρεσία του Υ.Π.Ε.Κ.Α. (Α1), της Αποκεντρωμένης Διοίκησης (Α2) ή της Περιφέρειας(Β).

«Σε ένα σταθμό συμπαραγωγής με καύση βιοαερίου πραγματοποιούνται οι εξής διακριτές, κύριες δραστηριότητες:

- παραγωγή του βιοαερίου μέσω επεξεργασίας (αναερόβιας χώνευσης) οργανικών αποβλήτων και προϊόντων ενεργειακών καλλιεργειών
- ηλεκτροπαραγωγή με καύση του βιοαερίου

Όταν οι δύο κύριες δραστηριότητες κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες, τότε ο σταθμός συνολικά υπάγεται στην ανώτερη κατηγορία.» (Υ.Α. 1958/2012)

Ομάδα 4 <sup>η</sup> – Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών*					
α/α	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
11	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη επικίνδυνων αποβλήτων προς παραγωγή βιοαερίου (εργασία R3)	$Q \geq 100.000$ t/έτος	$10.000$ t/έτος < $Q < 100.000$ t/έτος	$Q \leq 10.000$ t/έτος	Q: Ετήσια παροχή αποβλήτων προς επεξεργασία

Ομάδα 10 <sup>η</sup> : Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας					
α/α	Είδος έργου	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
1	Ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια	$P \geq 60$ MW ή $P > 30$ MW και εντός περιοχών δικτύου Natura 2000 ή $L \geq 20$ km	$5 < P < 60$ MW και $L < 20$ km	$0,02 < P < 5$ MW ή $P < 0,02$ και ισχύει η Ξ	<p>Από την κατάσταση εξαιρούνται τα έργα ΑΠΕ που σύμφωνα με ισχύουσες διατάξεις δεν απαιτούν την έγκριση περιβαλλοντικών όρων (π.χ. φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτήρα ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων).</p> <p>P: εγκατεστημένη ισχύς L: μήκος διασυνδετικής γραμμής μεταφοράς υψηλής τάσης (150 kV) Ξ: Εξαιρέση σύμφωνα με την παρ. 13 του άρθρου 8 του ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 3 του ν. 3851/2010, δηλαδή: α) Το έργο εγκαθίστανται σε γήπεδο που βρίσκεται σε περιοχή του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτια θέση που απέχει λιγότερο από 100 m από την οριογραμμή του αιγαίου εκτός βραχονησίδων, ή β) Το έργο γεινιάζει, σε απόσταση μικρότερη των 150 m, με σταθμό Α.Π.Ε. της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει το 0,5 MW για φωτοβολταϊκούς, ηλιοθερμικούς και γεωθερμικούς σταθμούς, καθώς και για σταθμούς βιοκαυσίμων, βιορευστών και βιοαερίου ή τα 20 kW για αιολικούς σταθμούς.</p> <p>Τα συνοδά έργα (π.χ. οδοποιία, δίκτυο διασύνδεσης) ακολουθούν την κατηγορία του κυρίως έργου. Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς βιοαερίου που παράγεται σε ΧΥΤΑ ακολουθεί την κατάσταση του ΧΥΤΑ Στην ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς καύσης βιομάζας δεν περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις SRF και RDF που δεν πληρούν τα κριτήρια περιεκτικότητας σε βιομάζα που καθορίζει ο εκάστοτε κανονισμός αδειών παραγωγής.</p>
2	Ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκούς σταθμούς		$P \geq 2$ MW	$0,5 < P < 2$ MW ή $P < 0,5$ και ισχύει η Ξ	
3	Ηλεκτροπαραγωγή από ηλιοθερμικούς σταθμούς	$P \geq 10$ MW	$0,5 < P < 10$ MW ή $P < 0,5$ και ισχύει η Ξ		
4	Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμικούς σταθμούς	$P \geq 5$ MW	$0,5 < P < 5$ MW ή $P < 0,5$ και ισχύει η Ξ		
5	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς βιορευστών και βιοκαυσίμων	$P \geq 10$ MW	$0,5 < P < 10$ MW ή $P < 0,5$ και ισχύει η Ξ		
6	α) Ηλεκτροπαραγωγή με καύση βιοαερίου	$P \geq 3$ MW	$0,5 < P < 3$ MW ή $P < 0,5$ και ισχύει η Ξ		
	β) Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	Κατάσσονται σύμφωνα με το Παράρτημα IV			
7	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς καύσης βιομάζας	$P \geq 10$ MW	$0,5 < P < 10$ MW		

Εικόνα 22 Κατηγορίες δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται σε σταθμό Βιοαερίου (Υ.Α. 1958/2012)

Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω, η περιβαλλοντική αδειοδότηση μιας μονάδας βιοαερίου, η οποία εξετάζεται στην παρούσα διπλωματική, με  $Q > 10.000$  tn αποβλήτων/έτος και ονομαστική ηλεκτρική ισχύ  $P=499$  KW:

- Ως προς την επεξεργασία αποβλήτων η δραστηριότητα είναι κατηγορίας Α2, επειδή  $Q > 10.000$  tn αποβλήτων/έτος.
- Ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η δραστηριότητα είναι κατηγορίας Β, επειδή  $P < 0,5$  MW .

Συνεπώς, το σύνολο του σταθμού θα υπαχθεί στην κατηγορία Α2 και ο φάκελος περιβαλλοντικής αδειοδότησης υποβάλλεται στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση.

Η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης μιας μονάδας βιοαερίου καθορίζεται από το ν.Ν. 4014/2011 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων,

κ.λ.π.» (Φ.Ε.Κ. 209/Α/21-09-2011), και από την Κ.Υ.Α. 104247/2006 «Διαδικασία Π.Π.Ε.Α. και Ε.Π.Ο. έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κ.λ.π.»(Φ.Ε.Κ. 663/Β/26-05-2006). Έτσι με βάση το ν.4014/2011:

- **Μονάδες κατηγορίας Β (Q ≤ 10.000 tn αποβλήτων/έτος και P <500kW):** δεν απαιτείται ΜΠΕ, δεν εκδίδεται ΑΕΠΟ, αλλά χορηγούνται πρότυπες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις (ΠΠΔ).
- **Μονάδες κατηγορίας Α (Α1 και Α2):** απαιτείται ΜΠΕ, αποστέλλεται ο φάκελος σε υπηρεσίες για γνωμοδοτήσεις (Εφορείες αρχαιοτήτων, δασική Υπηρεσία, Γ.Ε.ΕΘ.Α., Υ.Π.Α, Ε.Ο.Τ., πολεοδομία, Υπηρεσία υδάτων, Δήμος), δημοσιοποιείται ώστε να περάσει από διαβούλευση Περιφερειακού Συμβουλίου, αξιολογούνται οι γνωμοδοτήσεις και οι απόψεις του κοινού και τέλος εκδίδεται ΑΕΠΟ ή απόρριψη.

## Τιμολόγηση

Ο Νόμος 4414/2016, «Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης - Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις» ανακαθόρισε όλο το πλαίσιο στήριξης των ΑΠΕ, προέβλεψε νέες Τιμές Αναφοράς (Ταρίφες) ανά κατηγορία σταθμών ΑΠΕ και εισήγαγε νέες έννοιες, από τις οποίες οι σημαντικότερες για την εξέλιξη του Βιοαερίου είναι η Διαφορική προσαύξηση (Premium).

**Μονάδες βιοαερίου < 500kW:** Με βάση το νέο νόμο (άρθρο 3.5.β), οι σταθμοί βιοαερίου κάτω των 500 kWe παρέμειναν στο καθεστώς σταθερής τιμής αναφοράς, με βάση τις νέες, μειωμένες σε σχέση με τον προηγούμενο νόμο, τιμές αναφοράς (ΤΑ) του άρθρου 4, δηλαδή  $TA = 225\text{€/MWh}$  (κατηγορία 11) .

**Μονάδες βιοαερίου > 500kW:** για τις μονάδες άνω των 500 kW θα ισχύσει «Λειτουργική ενίσχυση με βάση την Διαφορική προσαύξηση (Premium)», του οποίου η μεθοδολογία υπολογισμού καθορίστηκε με την υπουργική απόφαση ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/7-12-16. Προς το παρόν, αυτό που ισχύει κατά τις τιμολογήσεις των



σταθμών άνω των 500 kWe που από 1-1-16 τίθενται σε λειτουργία, είναι η προσωρινή αποζημίωση, η οποία καθορίστηκε στο 90% της ΤΑ (=225€/ MWh), υποκείμενης σε μελλοντικό συμψηφισμό βάσει των αποφάσεων για τον υπολογισμό του Premium. Αυτή η ρύθμιση ήρθε με το Ν.4546 τον Ιούνιο του 2018, δύο περίπου έτη μετά την ψήφιση του Ν. 4414. Το ποσοστό μείωσης της αποζημίωσης κατά 10% είναι προς το παρόν αυθαίρετο και αναμένεται ο υπολογισμός του premium από το Διαχειριστή ΑΠΕ & Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ), ώστε να εξαχθεί η τελική αποζημίωση των μονάδων βιοαερίου που υπόκεινται σε καθεστώς Διαφορικής Προσαύξησης.

Τόσο οι συμβάσεις Σταθερής Τιμής όσο και αυτές της Διαφορικής Προσαύξησης έχουν διάρκεια 20 έτη (άρθρα 10.2 και 11.2), και προφανώς βάσει αυτού του χρόνου έχει υπολογιστεί για κάθε τεχνολογία η ΤΑ.

α/α	Κατηγορία σταθμών	Τ.Α. (€/MWh)			
1	Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις	98	10	Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων και την οργανική υλό/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >2 MW	106
2	Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	98	11	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιιεργειών, ενσρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤3MW	225
3	Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤3MWe	100	12	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιιεργειών, ενσρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >3 MW	204
4	Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 3MWe έως και 15 MWe	97	13	Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται με ηλιοθερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς σύστημα αποθήκευσης	257
5	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, πυρόλυση) εκτός αεριοποίησης, από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤1MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	184	14	Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται με ηλιοθερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	278
6	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω διεργασίας αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤1MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	193	15	Γεωθερμική ενέργεια που αξιοποιείται με σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με εγκατεστημένη ισχύ ≤5MWe	139
7	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1MW έως και 5MW(εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	162	16	Γεωθερμική ενέργεια που αξιοποιείται με σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με εγκατεστημένη ισχύ >5 MWe	108
8	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >5 MW(εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	140	17	Λουτές Α.Π.Ε. (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων μη εντασσόμενων σε άλλη κατηγορία του πίνακα, που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	90
9	Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων και την οργανική υλό/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤2MW	129			

Εικόνα 23 Τιμές Αναφοράς (Ταρίφες) ανά κατηγορία σταθμών ΑΠΕ, Άρθρο 4, Πίνακας 1,( Νόμος 4414/2016)

## Κεφάλαιο 3

### Τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης

#### *Θέση εγκατάστασης*

Τα βασικά κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ενέργειας από βιοαέριο ορίζονται στο άρθρο 18 του Φ.Ε.Κ 2464/Β/3-12-2008. Ενδείκνυται οι περιοχές που βρίσκονται κοντά σε χώρους γεωργικής εκμετάλλευσης πρώτων υλών, κοντά σε μεγάλες πτηνοτροφικές ή κτηνοτροφικές μονάδες, μονάδες παραγωγής τοματοπολτού, χυμών, ζωοτροφών ή άλλες γεωργικές και κτηνοτροφικές βιομηχανίες, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απόσταση, ο χρόνος και η δαπάνη για τη μεταφορά των πρώτων υλών. Επίσης, στο άρθρο 6 ορίζονται οι ζώνες αποκλεισμού, όπως ο αποκλεισμός χωροθέτησης μονάδων βιοαερίου εντός των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, εντός των ορίων των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας, εντός των πυρήνων των εθνικών δρυμών και των κηρυγμένων μνημείων της φύσης ή εντός των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών NATURA.

Σημαντική επίσης είναι η εγγύτητα της εγκατάστασης σε κατοικημένες περιοχές καθώς μπορεί να προκληθούν ενοχλήσεις ή ακόμη και συγκρούσεις λόγω δυσάρεστων οσμών ή αυξημένης κίνησης από και προς την εγκατάσταση. Θα είναι καλό να αποφεύγονται οι θέσεις με φορά ανέμων προς κατοικημένες περιοχές για να αποφευχθεί η μεταφορά της μυρωδιάς. Επιπλέον, θα πρέπει η μονάδα να εγκατασταθεί κοντά στο δίκτυο ηλεκτρισμού έτσι ώστε να μπορεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια να διοχετευτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο, όπως επίσης να υπάρχει εύκολη πρόσβαση για την μεταφορά των πρώτων υλών προς την εγκατάσταση (Al Seadi et al., 2008).

Σύμφωνα με το νόμο 4496/2017, οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης ενέργειας από βιοαέριο που βρίσκονται σε γη υψηλής παραγωγικότητας είναι υποχρεωμένες να προμηθεύονται τις πρώτες ύλες εντός ακτίνας 30χλμ από την θέση της εγκατάστασης. Επίσης, ο ίδιος νόμος απαγορεύει την εγκατάσταση σταθμών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, βιοαέριο ή βιορευστά σε περιοχές που βρίσκονται εντός ζωνών δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας.

Το υπό εξέταση έργο αφορά την εγκατάσταση νέου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 499 KW από την καύση του παραγόμενου βιοαερίου που παράγεται από αναερόβια ζύμωση ζωικών και γεωργικών αποβλήτων και ενσιρωμάτων φυτών και πρόκειται να εγκατασταθεί σε νέες κτιριακές εγκαταστάσεις, σε εκτός σχεδίου αγροτεμάχιο, στον Αμπελώνα, Δήμου Τυρνάβου, Π.Ε. Λαρίσης, Περιφέρεια Θεσσαλίας, συνολικού εμβαδού 20.750m<sup>2</sup>. Η εγκατάσταση θα βρίσκεται κοντά σε δύο κτηνοτροφικές μονάδες οι οποίες βρίσκονται εντός ακτίνας 30χλμ από την θέση της εγκατάστασης.



*Εικόνα 24 Δορυφορική απεικόνιση του μισθωμένου γηπέδου (κόκκινο χρώμα) εντός του οποίου θα εγκατασταθεί η δραστηριότητα*

### **Πρώτες ύλες**

Οι αγροτικές μονάδες, όπως και η υπό εξέταση μονάδα της παρούσας διπλωματικής, λαμβάνουν μεγάλη ποικιλία πρώτων υλών, ανεξαρτήτως του μεγέθους τους. Οι βασικοί λόγοι της διαφοροποίησης είναι η δυσκολία στην προμήθεια, η αύξηση του κόστους των πρώτων υλών, η αγορά εξοπλισμού για την μεταφορά τους αλλά και η εγκατάσταση άλλων μονάδων παραγωγής ενέργειας από βιοαέριο στην περιοχή.

Οι κυριότερες πρώτες για την παραγωγή βιοαερίου είναι (Αλεξανδρίδης, 2017; Wilken et al., 2019; Meyer et al., 2018):

1. Υγρές κοπριές από στάβλους με υποδομή συλλογής

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κοπριές από εγκαταστάσεις βοοειδών και χοιροτροφικές μονάδες. Για να αξιοποιηθούν σε μονάδες βιοαερίου θα πρέπει οι στάβλοι να διαθέτουν σύστημα συλλογής της κοπριάς, επομένως δεν μπορούν να διατεθούν από μικρές κτηνοτροφικές μονάδες. Το όφελος των ιδιοκτητών των κτηνοτροφικών μονάδων είναι μεγάλο καθώς απαλλάσσονται από την υποχρέωση να διαθέσουν την κοπριά που έχουν, αλλά διευκολύνεται και η αδειοδότηση των μονάδων τους.

2. Στερεές κοπριές

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κοπριές από μικρότερες εγκαταστάσεις βοοειδών, από εγκαταστάσεις πτηνοτροφείων, ποιμνιοστασίων αιγοπροβάτων και μονάδων εκτροφής γουνοφόρων. Το αρνητικό στην κατηγορία αυτή είναι η ύπαρξη υλικών όπως πέτρες και μεταλλικών αντικειμένων μέσα στην κοπριά που δυσκολεύει τη μεταφορά τους αλλά είναι επικίνδυνα και για τον εξοπλισμό (μίξερ, αντλίες).

3. Υπολείμματα μεταποίησης γαλακτοκομικών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως το τυρόγαλο και τα ληγμένα. Η χρήση του τυρόγαλου στις μονάδες βιοαερίου δίνει λύση στους ιδιοκτήτες των τυροκομείων που είναι υπόχρεοι για τη διάθεσή του και απλοποιεί την αδειοδότηση των μονάδων τους. Το τυρόγαλο έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία και αυτό βοηθάει στη μείωση του θερμικού φορτίου μέσα στο χωνευτήρα. Το μειονέκτημα του τυρόγαλου είναι η εποχικότητα, δηλαδή υπάρχει έντονη εξάρτηση από τα τυροκομεία.

4. Υπολείμματα / παραπροϊόντα παραγωγής βιοκαυσίμων

Στην κατηγορία αυτή ανήκει η γλυκερίνη. Απαιτείται αποθήκευσή της σε θερμαινόμενο χώρο και παρουσιάζει και αυτή το πλεονέκτημα της υψηλής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη μείωση του θερμικού φορτίου μέσα στο χωνευτήρα. Η τιμή της εξαρτάται από την καθαρότητα της και από τη ζήτηση.



5. Υπολείμματα καλλιεργειών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι, υπολείμματα βαμβακοκαλλιέργειας. Η τιμή τους ποικίλλει, ενώ έχουν το μειονέκτημα της δυσκολίας στη συλλογή και στο διαχωρισμό.

6. Υπολείμματα μεταποίησης γεωργικών προϊόντων σε υγρή μορφή

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα απόβλητα ελαιουργίας όπως ο κατσίγαρος, τα απόβλητα κονσερβοποιίας και ζυθοποιίας. Το όφελος της απαλλαγής των ιδιοκτητών από την δημιουργία κοστοβόρων εγκαταστάσεων για την αποθήκευση τους είναι σημαντικό. Το μειονέκτημα τους είναι το μεγάλο κόστος μεταφοράς λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε οργανικά και μη στερεά αλλά και η εποχικότητά τους.

7. Υπολείμματα μεταποίησης γεωργικών προϊόντων σε στερεή μορφή

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κεφαλές τεύτλων και τα ληγμένα φρούτα και λαχανικά, οι φλούδες. Έχουν μικρό κόστος μεταφοράς λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε οργανικά και μη στερεά.

8. Υπολείμματα μεταποίησης κρέατος.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα απόβλητα των σφαγείων όπως τα κόκκαλα, τα εντόσθια, το κρέας και το αίμα. Λόγω της επικινδυνότητάς τους για την υγεία των ανθρώπων αλλά και των ζώων είναι απαραίτητη η αποτέφρωσή τους. Επομένως ακόμη και κατά τη χρήση τους στις μονάδες βιοαερίου θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά υγειονομικά μέτρα και να προηγείται κατάλληλη περιβαλλοντική και υγειονομική αδειοδότηση για τη λειτουργία της μονάδας.

Η υπό εξέταση μονάδα βιοαερίου θα λειτουργήσει με τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης μέσω της επεξεργασίας ενός συνολικού μίγματος γεωργικών και κτηνοτροφικών αποβλήτων και υπολειμμάτων, όπως η κοπριά των αγελάδων και τα στελέχη καλαμποκιού ή αλλιώς ενσίρωμα καλαμποκιού.

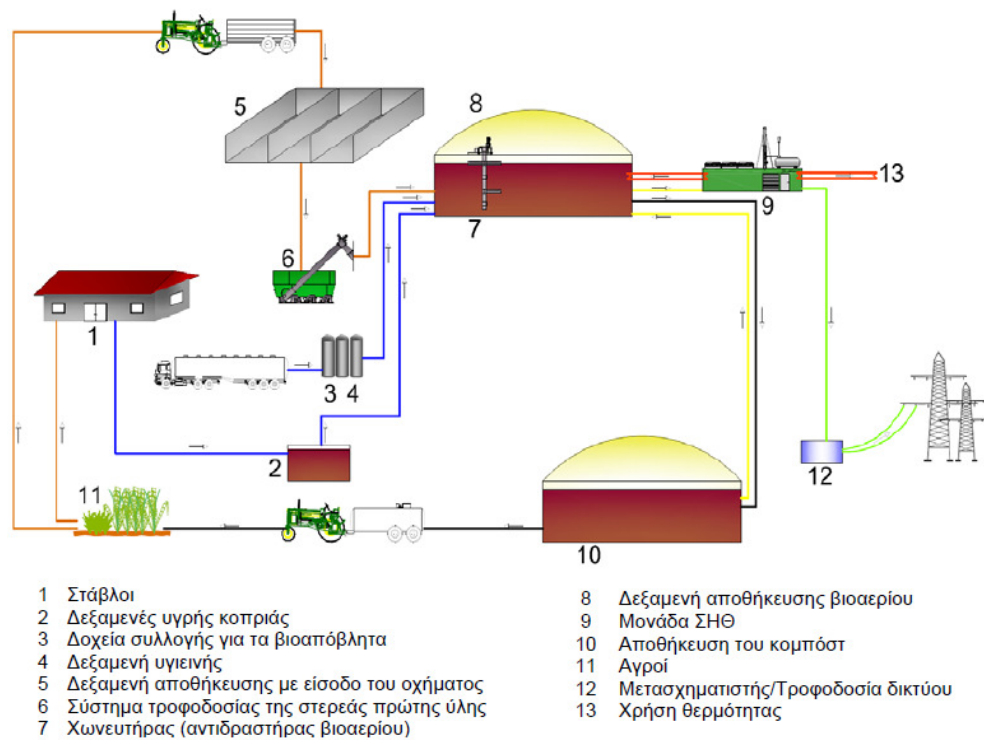


Εικόνα 25 Πρώτες ύλες για παραγωγή βιοαερίου (EKETA, 2015)

### **Περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας**

Η παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου μπορεί να διαχωριστεί σε τέσσερα βασικά στάδια (Χριστόπουλος, 2018; Cucchiella et al., 2019; Al Seadi et al., 2008):

1. Διαχείριση πρώτων υλών: αφορά την μεταφορά, παραλαβή, αποθήκευση και προ επεξεργασία των πρώτων υλών
2. Παραγωγή βιοαερίου μέσω της αναερόβιας χώνευσης
3. Καθαρισμός και καύση βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
4. Επεξεργασία και αποθήκευση χωνεμένου υπολείμματος



Εικόνα 26 Αγροτικές εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου (Al Seadi et al., 2008)

## 1. Διαχείριση πρώτων υλών

Η διαχείριση των πρώτων υλών περιλαμβάνει τη μεταφορά τους στη μονάδα, την αποθήκευσή τους και την κατάλληλη προετοιμασία τους για την μετέπειτα τροφοδοσία στους αντιδραστήρες αναερόβιας χώνευσης. Η μεταφορά των πρώτων υλών θα γίνεται με αγωγούς ή βυτιοφόρα.

Τα ενσίρωματα ενεργειακών φυτών μεταφέρονται στην μονάδα με φορτηγά και αποτίθεται απευθείας εντός των ειδικών αποθηκευτικών μονάδων (σιλό), οι οποίες είναι κατασκευασμένες από σκυρόδεμα.

## 2. Παραγωγή βιοαερίου

Οι πρώτες ύλες οδηγούνται μέσω αντλιών στον πρωτεύοντα χωνευτήρα για αναερόβια επεξεργασία. Ο πρωτεύοντας χωνευτήρας είναι σχεδιασμένος ώστε να μπορεί να παραλάβει τόσο τη ρευστή πρώτη ύλη, δηλαδή την κοπριά αγελάδων, όσο και στερεά, δηλαδή το ενσίρωμα καλαμποκιού.

Ο πρωτεύοντας χωνευτήρας είναι εξοπλισμένος με τρεις περιμετρικά τοποθετημένους αναμικτήρες οι οποίοι εξασφαλίζουν την ομογενοποίηση του περιεχομένου οργανικού υποστρώματος και την αποφυγή σχηματισμού επιπλεόντων

στρωμάτων και καθίζησης ιζημάτων. Για τη θέρμανση του υποστρώματος χρησιμοποιείται διάταξη θέρμανσης αποτελούμενη από εναλλάκτη θερμότητας τοποθετημένο στο εσωτερικό του χωνευτήρα.

Στη συνέχεια το παραχθέν βιοαέριο και χωνευμένο υπόλειμμα οδηγείται στον δευτερεύοντα χωνευτήρα. Ο πρωτεύοντας χωνευτήρας είναι συνδεδεμένος με το δευτερεύοντα χωνευτήρα τόσο στο κάτω τμήμα από όπου και μεταφέρεται το χωνευμένο υπόλειμμα όσο και στο άνω μέρος όπου μεταφέρεται το παραγόμενο βιοαέριο.

Ο δευτερεύων χωνευτήρας έχει διπλό ρόλο λειτουργίας: ως συμπληρωματικός χωνευτήρας προσφέροντας έως 22 ημέρες πρόσθετου χρόνου παραμονής αυξάνοντας έτσι σημαντικά την απόδοση και ευελιξία της μονάδας και ως δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης τόσο του βιοαερίου όσο και του χωνευμένου υπολείμματος.

Στο άνω μέρος του πρωτεύοντα και δευτερεύοντα χωνευτήρα υπάρχει αεριοφυλάκιο μεταβλητού όγκου, διπλής μεμβράνης, όπου και συλλέγεται το παραγόμενο βιοαέριο. Μεταξύ των δύο στρωμάτων διαβιβάζεται αέρας ο οποίος εξασφαλίζει την μη επαφή των μεμβρανών καθώς και την δημιουργία κατάλληλης πίεσης για την εξαγωγή του βιοαερίου.

### 3. Καθαρισμός και καύση βιοαερίου

Το παραγόμενο βιοαέριο περιέχει ποσότητες υδροθείου και νερού τα οποία θα πρέπει να απομακρυνθούν για να μπορέσει στη συνέχεια το βιοαέριο να χρησιμοποιηθεί στον κινητήρα ηλεκτροπαραγωγής. Η παρουσία υδροθείου στο αέριο επίσης μειώνει τη διάρκεια ζωής των σωληνώσεων και του λοιπού μηχανολογικού εξοπλισμού.

Το παραγόμενο βιοαέριο είναι επίσης κορεσμένο σε υγρασία, γεγονός που δυσχεραίνει την καύση του και επιδρά διαβρωτικά στα μεταλλικά μέρη του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Το βιοαέριο μετά την αποθείωση, οδηγείται στον συμπυκνωτήρα υγρασίας (gas-cooler). Το απαλλαγμένο από υγρασία βιοαέριο οδηγείται σε φίλτρο ασφαλείας από ενεργό άνθρακα. Το φίλτρο άνθρακα λειτουργεί προστατευτικά στη γεννήτρια και κατακρατεί τυχόν μικροποσότητες υδροθείου που μπορεί να έχουν διαπεράσει τα προηγούμενα στάδια.

Τέλος, το κατάλληλο πλέον βιοαέριο τροφοδοτείται στο συγκρότημα ηλεκτροπαραγωγής. Η μετατροπή της περιεχόμενης, εντός του παραγόμενου βιοαερίου, χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική επιτυγχάνεται μέσω του συγκροτήματος παραγωγής

ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση Μηχανής Εσωτερικής Καύσης και την συνδεδεμένη με αυτήν ηλεκτρογεννήτρια.

#### 4. Επεξεργασία και αποθήκευση χωνεμένου υπολείμματος

Το υγρό χωνεμένο υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης δεν αποτελεί απόβλητο αλλά προϊόν και συγκεκριμένα οργανικό εδαφοβελτιωτικό. Το υπόλειμμα της χώνευσης μπορεί να διατεθεί ως έχει ως υγρό εδαφοβελτιωτικό ή αφού πρώτα βελτιωθεί δηλαδή διαχωριστεί το στερεό από το υγρό κλάσμα, χρησιμοποιώντας το διαχωριστήρα υγρού στερεού.

Η βασική διεργασία είναι ο διαχωρισμός του υπολείμματος σε στερεή και υγρή φάση, ο οποίος γίνεται σε κοχλιωτό διαχωριστή συμπίεσης. Το στερεό κλάσμα οδηγείται σε μονάδα ξήρανσης. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ένα άριστο οργανικό λίπασμα. Το υγρό κλάσμα χρησιμοποιείται για άρδευση των παρακειμένων χωραφιών καθώς είναι άριστο οργανικά λίπασμα (Χριστόπουλος, 2018; Cucchiella et al., 2019; Al Seadi et al., 2008).



*Εικόνα 27 Μονάδα παραγωγής Βιοαερίου στη Χαλκιδική*

## Κεφάλαιο 4

### Χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση επένδυσης

Σκοπός του συγκεκριμένου έργου είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση του βιοαερίου ονομαστικής ισχύος 499KW, το οποίο προκύπτει από την αναερόβια χώνευση των εισερχόμενων οργανικών αγροτοκτηνοτροφικών/αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων καλλιεργειών, και η αποκλειστική της πώληση στο ΔΑΠΕΕΠ, σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία που ισχύει για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2.

Με βάση την τεχνική περιγραφή που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, θα πραγματοποιηθεί η οικονομική ανάλυση μιας τέτοιας επένδυσης εξετάζοντας δύο σενάρια με διαφορετικό μίγμα πρώτων υλών. Στο πρώτο σενάριο η μονάδα βιοαερίου θα λειτουργήσει με τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης μέσω της επεξεργασίας ενός συνολικού μίγματος κοπριάς αγελάδων και στελεχών καλαμποκιού ή αλλιώς ενσίρωμα καλαμποκιού. Στο δεύτερο σενάριο θα μειωθεί κατά 50%το ενσίρωμα καλαμποκιού, του οποίου η προμήθεια κοστίζει ακριβά και θα προστεθεί στο μίγμα εκτός από την κοπριά των αγελάδων και αχυροστρωμή μονάδας αγελάδων, δηλαδή το στρώμα από άχυρα πάνω στο οποίο καταλήγει η κοπριά των αγελάδων (Χριστόπουλος, 2018).

Η περιεκτικότητά της αχυροστρωμνής σε οργανικά και μη στερεά είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις υγρές κοπριές και οδηγεί σε πολύ μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου (Braun et al., 2011; Al Seadi et al., 2008; The Official Information Portal on Anaerobic Digestion, 2020). Η μεταφορά της υγρής κοπριάς των αγελάδων στη μονάδα γίνεται είτε μέσω σωληνώσεων από τις γειτονικές κτηνοτροφικές μονάδες είτε με βυτιοφόρα οχήματα, ενώ για τη μεταφορά της αχυροστρωμνής απαιτείται η χρήση φορτηγών μέγιστης χωρητικότητας 20-24m<sup>3</sup>.

Τα δεδομένα τροφοδοσίας για τα δύο σενάρια παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

Σενάριο 1 <sup>ο</sup>		Σενάριο 2 <sup>ο</sup>	
Πρώτη ύλη	tn/ έτος	Πρώτη ύλη	tn/ έτος
Κοπριά αγελάδων	32.850	Κοπριά αγελάδων	7.300
Ενσίρωμα καλαμποκιού	4.000	Ενσίρωμα καλαμποκιού	2.000
		Αχυροστρωμνή μονάδας αγελάδων	17.900

Πίνακας 1 Μίγμα πρώτων υλών σεναρίου 1 και 2 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ον. ισχύος 499KW

## Οικονομική Μελέτη

### Προϋπολογισμός έργου

Σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης του υπό υλοποίηση έργου, ο συνολικός προϋπολογισμός του εκτιμάται σε 2.000.000€. Στο κόστος της επένδυσης περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων μελέτες, υλικά και ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός και κατασκευή υποδομών όπως: πρωτεύων χωνευτήρας αναερόβιας χώνευσης, δευτερεύων χωνευτήρας αναερόβιας χώνευσης, μηχανή εσωτερικής καύσης, ηλεκτρογεννήτρια, αντλίες, αναδευτήρες, δίκτυο σωληνώσεων, διαχωριστής στερεού – υγρού κλάσματος, μετασχηματιστής ανύψωσης χαμηλής προς μέση τάση, καλωδιώσεις, ηλεκτρικοί πίνακες, συστήματα μετάδοσης και επεξεργασίας δεδομένων, συστήματα προστασίας εγκατάστασης (πυροπροστασία κλπ), περίφραξη, κατασκευή εγκαταστάσεων (δεξαμενές, βοηθητικοί χώροι, γραφεία κλπ), συστήματα ασφαλείας και τηλεειδοποίησης, φωτισμός.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται το συνολικό κόστος του επενδυτικού σχεδίου ανάπτυξης μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση του βιοαερίου ισχύος 499KW.

### ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ (2.000.000€)

A/A	ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
1	Ηλεκτρολογικός & μηχανολογικός εξοπλισμός	1.350.000 €
2	Μελέτη, επίβλεψη, εκπαίδευση προσωπικού	60.000 €
3	Κατασκευές από σκυρόδεμα	460.000 €
4	Χωματοργικές εργασίες	40.000 €
5	Περίφραξη & Σωληνώσεις	50.000 €
6	Σύστημα αυτοματισμού (SCADA), αισθητήρια, αναλυτές- όργανα	40.000 €
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>		<b>2.000.000 €</b>

Πίνακας 2 Προϋπολογισμός έργου

## Χρηματοδοτικό σχήμα

Το χρηματοδοτικό σχήμα του επενδυτικού σχεδίου θα είναι 30% Ίδια Κεφάλαια και 70% τραπεζικός δανεισμός όπως φαίνεται στον πίνακα 3. Ο συντελεστής αποσβέσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού και των τεχνικών εγκαταστάσεων θεωρήθηκε ίσος με 10% ετησίως στο συνολικό κόστος της επένδυσης, αφαιρουμένων χωματουργικών εργασιών και της μελέτης, επίβλεψης και εκπαίδευσης του προσωπικού, δηλαδή στα 1.900.000 για χρονικό διάστημα 10 ετών ενώ ακολουθήθηκε η σταθερή μέθοδος απόσβεσης. Επομένως, στο χρηματοοικονομικό πλάνο έχουμε 190.000€ ετήσιες αποσβέσεις για μία δεκαετία. Η διάρκεια αποπληρωμής του δανείου θα είναι 10 έτη, με ετήσιο σταθερό επιτόκιο για επιχειρηματικό δάνειο 5% και τοκοχρεολύσιο:

$$B = \frac{(\text{ΠΑ})}{\alpha_{t-\varepsilon}} = (\text{ΠΑ})\alpha_{t-\varepsilon}^{-1} = (\text{ΠΑ})\frac{\varepsilon}{1-(1+\varepsilon)^{-t}} = 1.400.000\frac{0,05}{1-(1+0,05)^{-10}} = 181.306,40\text{€}$$

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ					
Κόστος Επένδυσης	EUR	2.000.000,00			
Τραπεζικός Δανεισμός	EUR	1.400.000,00	Ποσοστό δανεισμού		70%
Κεφάλαιο Επενδυτών	EUR	600.000,00	Ίδια συμμετοχή στο σύνολο της επένδυσης		30%
Τραπεζικός Δανεισμός	EUR	1.400.000,00	Διάρκεια δανείου	έτη	10
Ετήσιο τοκοχρεολύσιο	EUR	181.306,40	Επιτόκιο δανείου	%	5,0%
Ετήσια απόσβεση επένδυσης	EUR	190.000,00	Απόσβεση επένδυσης	έτη	10

Πίνακας 3 Χρηματοδοτικό σχήμα επενδυτικού σχεδίου



Στον πίνακα 4 υπολογίζονται οι τόκοι, τα τοκοχρεολύσια και οι δόσεις του δανείου:

ΔΑΝΕΙΟ				
Έτος	Ανεξόφλητο δάνειο (Υπολειπόμενο ποσό)	Τοκοχρεολύσιο	Τόκοι	Εξόφληση δανείου (Δόση)
<b>0</b>	<b>1.400.000,00 €</b>			
<b>1</b>	1.288.693,60 €	181.306,40 €	70.000,00 €	111.306,40 €
<b>2</b>	1.171.821,87 €	181.306,40 €	64.434,68 €	116.871,73 €
<b>3</b>	1.049.106,56 €	181.306,40 €	58.591,09 €	122.715,31 €
<b>4</b>	920.255,48 €	181.306,40 €	52.455,33 €	128.851,08 €
<b>5</b>	784.961,85 €	181.306,40 €	46.012,77 €	135.293,63 €
<b>6</b>	642.903,54 €	181.306,40 €	39.248,09 €	142.058,31 €
<b>7</b>	493.742,31 €	181.306,40 €	32.145,18 €	149.161,23 €
<b>8</b>	337.123,02 €	181.306,40 €	24.687,12 €	156.619,29 €
<b>9</b>	172.672,77 €	181.306,40 €	16.856,15 €	164.450,25 €
<b>10</b>	0,00 €	181.306,40 €	8.633,64 €	172.672,77 €
<b>Σύνολο</b>		<b>1.813.064,05 €</b>	<b>413.064,05 €</b>	<b>1.400.000,00 €</b>

Πίνακας 4 Αποπληρωμή τραπεζικού δανείου

## Έσοδα

Το βασικό προϊόν που θα παράγει η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Το προϊόν αυτό διοχετεύεται απ' ευθείας στο Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας στα πλαίσια Συμβάσεως Αγοραπωλησίας 20ετούς διάρκειας που συνάπτεται μεταξύ του Φορέα και του διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για τον σκοπό αυτό.

Η μέγιστη παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας βιοαερίου είναι 499KW, δηλαδή η μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αν η μονάδα λειτουργούσε 8.760 ώρες ετησίως, είναι 4.371.240kWh/έτος (499x8760). Λαμβάνοντας όμως υπόψιν έναν ετήσιο βαθμό διαθεσιμότητας της μονάδας ίσο με 95%, λόγω προγραμματισμένων συντηρήσεων ή απρόβλεπτων καταστάσεων, οι ετήσιες ώρες λειτουργίας της μονάδας υπολογίζονται στις 8.322, ενώ η διαθέσιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 4.152.678kWh/έτος (499x8322).

Η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 2, είναι σταθερή και ίση με 0,225€/kWh για μονάδες με ονομαστική ισχύ μικρότερη των 500kW, ενώ η διάρκεια ζωής του έργου είναι 20 χρόνια. Άρα, τα εκτιμώμενα ετήσια έσοδα από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας αναμένονται στα 934.352,55€.

Παραγόμενη Ηλεκτρική Ισχύς		499 kW
Θεωρητικά Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	8760 ώρες/έτος	4.371.240 kWh/έτος
Διαθέσιμη Ηλεκτρική Ενέργεια		95%
Διαθέσιμη Ηλεκτρική Ενέργεια (συντήρηση - απρόβλεπτα)	8322 ώρες/έτος	4.152.678 kWh/έτος
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας		0,225 €/kWh
Αναμενόμενα ετήσια έσοδα		934.352,55€
Διάρκεια σύμβασης με ΛΑΓΗΕ		20έτη

Πίνακας 5 Αναμενόμενα ετήσια έσοδα μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από καύση βιοαερίου ισχύος 499KW

Τα προβλεπόμενα έσοδα για την πρώτη και τη δεύτερη δεκαετία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (6):

## ΕΣΟΔΑ

	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
<b>Παραγόμενη Ηλ. Ενέργεια (KWh)</b>	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678
<b>Προβλεπόμενη τιμή πώλησης (€/KWh)</b>	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
<b>Έσοδα (€)</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>

	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος	15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος
<b>Παραγόμενη Ηλ. Ενέργεια (KWh)</b>	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678	4.152.678
<b>Προβλεπόμενη τιμή πώλησης (€/KWh)</b>	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
<b>Έσοδα (€)</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>	<b>934.352,55</b>

Πίνακας 6 Έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στη διάρκεια της εικοσαετίας

## **Έξοδα**

Στις ετήσιες δαπάνες περιλαμβάνονται τα έξοδα προσωπικού, το κόστος προμήθειας και μεταφοράς των πρώτων υλών, το κόστος του προσωπικού, η συντήρηση της μηχανής εσωτερικής καύσης και γενικά έξοδα μεταξύ των οποίων η ασφάλιση της μονάδας, η ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των περιφερειακών εξαρτημάτων, χημικά και πρόσθετα αλλά και η διαχείριση του χωνεμένου υπολείμματος.

Η κοπριά των αγελάδων, όπως και η αχυροστρωμή έχουν μηδενικό κόστος προμήθειας, αλλά το κόστος του ενσιρώματος καλαμποκιού υπολογίζεται στα 50€/tn. Το κόστος της μεταφοράς της υγρής κοπριάς στη μονάδα υπολογίζεται στα 1,2€/tn, ενώ το μεταφορικό κόστος της αχυροστρωμής στα 3€/tn. Το αυξημένο μεταφορικό κόστος της αχυροστρωμής έναντι της υγρής κοπριάς οφείλεται στο γεγονός ότι στην περίπτωση της υγρής κοπριάς το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής, που απαιτείται, μεταφέρεται στην εγκατάσταση μέσω σωληνώσεων από τις γειτονικές κτηνοτροφικές μονάδες. Αντίθετα, η αχυροστρωμή πρέπει να μεταφερθεί με φορτηγά και μάλιστα για μεγάλες ποσότητες που δεν καλύπτονται από μία ή δύο μονάδες πρέπει να διανυθούν μεγάλες αποστάσεις για την ανεύρεσή της.

Στα γενικά έξοδα υπολογίζουμε την ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 3% της παραγωγής, με τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας 0,18€/kWh. Το κόστος της ασφάλισης της μονάδας υπολογίζεται στο 0,3% της επένδυσης, ενώ τα χημικά και πρόσθετα, για τη διαδικασία της αποθείωσης, στα 800€ το μήνα. Η συντήρηση της μηχανής εσωτερικής καύσης υπολογίζεται στα 4€/ώρα.

Το απασχολούμενο προσωπικό για την λειτουργία της μονάδας θα αποτελείται από 4 μόνιμους υπαλλήλους. Ένα υπεύθυνο μηχανικό λειτουργίας, τρεις χειριστές και 2 ηλεκτρολόγους μηχανικούς ως εξωτερικούς συνεργάτες. Το συνολικό κόστος του προσωπικού εκτιμάται στα 70.000€ ετησίως.

Θεωρήθηκε προβλεπόμενη ετήσια αύξηση κόστους ενέργειας 2% και προβλεπόμενη ετήσια αύξηση ασφάλισης εγκαταστάσεων επίσης ίση με 2%. Τα συνολικά ετήσια έξοδα της εγκατάστασης παρουσιάζονται στον πίνακα 7 συγκριτικά για τα δύο σενάρια:

<b>ΕΞΟΔΑ</b>	<b>Σενάριο 1<sup>ο</sup></b>	<b>Σενάριο 2<sup>ο</sup></b>
Κόστος αγοράς πρώτων υλών	200.000 €	100.000 €
Κόστος μεταφορών υλικών	39.420 €	75.600 €
Συντήρηση (CHP)	33.288 €	33.288 €
Προσωπικό	70.000 €	70.000 €
Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ετήσια αύξηση 2%)	22.424 €	22.424 €
Ασφάλιση εργοστασίου (ετήσια αύξηση 2%)	6.000 €	6.000 €
Χημικά και Πρόσθετα	9.600 €	9.600 €
Λοιπά γενικά έξοδα	10.000 €	10.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>391.312 €</b>	<b>326.912 €</b>

*Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας ανάλυσης εξόδων για το σενάριο 1 και 2*

Στους πίνακες 8 και 9 που ακολουθούν γίνεται αναλυτική παρουσίαση των εξόδων για όλη τη διάρκεια ωφέλιμης ζωής της επένδυσης (20 έτη) για το σενάριο 1 και 2 αντίστοιχα.

**ΕΞΟΔΑ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο**

<b>ΕΞΟΔΑ</b>	<b>1ο έτος</b>	<b>2ο έτος</b>	<b>3ο έτος</b>	<b>4ο έτος</b>	<b>5ο έτος</b>	<b>6ο έτος</b>	<b>7ο έτος</b>	<b>8ο έτος</b>	<b>9ο έτος</b>	<b>10ο έτος</b>
<b>Κόστος αγοράς πρώτων υλών</b>	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00
<b>Κόστος μεταφορών υλικών</b>	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00
<b>Συντήρηση (CHP)</b>	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00
<b>Προσωπικό</b>	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00
<b>Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας</b>	22.424,46	22.872,95	23.330,41	23.797,02	24.272,96	24.758,42	25.253,59	25.758,66	26.273,83	26.799,31
<b>Ασφάλιση εργοστασίου</b>	6.000,00	6.120,00	6.242,40	6.367,25	6.494,59	6.624,48	6.756,97	6.892,11	7.029,96	7.170,56
<b>Χημικά και Πρόσθετα</b>	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
<b>Λοιπά γενικά έξοδα</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Σύνολο (€)</b>	<b>390.732,46</b>	<b>391.300,95</b>	<b>391.880,81</b>	<b>392.472,27</b>	<b>393.075,55</b>	<b>393.690,90</b>	<b>394.318,56</b>	<b>394.958,77</b>	<b>395.611,79</b>	<b>396.277,86</b>

**ΕΞΟΔΑ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο**

<b>ΕΞΟΔΑ</b>	<b>11ο έτος</b>	<b>12ο έτος</b>	<b>13ο έτος</b>	<b>14ο έτος</b>	<b>15ο έτος</b>	<b>16ο έτος</b>	<b>17ο έτος</b>	<b>18ο έτος</b>	<b>19ο έτος</b>	<b>20ο έτος</b>
<b>Κόστος αγοράς πρώτων υλών</b>	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00
<b>Κόστος μεταφορών υλικών</b>	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00	39.420,00
<b>Συντήρηση (CHP)</b>	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00
<b>Προσωπικό</b>	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00
<b>Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας</b>	27.335,29	27.882,00	28.439,64	29.008,43	29.588,60	30.180,37	30.783,98	31.399,66	32.027,65	32.668,21
<b>Ασφάλιση εργοστασίου</b>	7.313,97	7.460,25	7.609,45	7.761,64	7.916,87	8.075,21	8.236,71	8.401,45	8.569,48	8.740,87
<b>Χημικά και Πρόσθετα</b>	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
<b>Λοιπά γενικά έξοδα</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Σύνολο (€)</b>	<b>396.957,26</b>	<b>397.650,24</b>	<b>398.357,09</b>	<b>399.078,07</b>	<b>399.813,47</b>	<b>400.563,58</b>	<b>401.328,69</b>	<b>402.109,11</b>	<b>402.905,13</b>	<b>403.717,07</b>

*Πίνακας 8 Αναλυτικός πίνακας εξόδων για το Σενάριο 1 στη διάρκεια της εικοσαετίας*

**ΕΞΟΔΑ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο**

<b>ΕΞΟΔΑ</b>	<b>1ο έτος</b>	<b>2ο έτος</b>	<b>3ο έτος</b>	<b>4ο έτος</b>	<b>5ο έτος</b>	<b>6ο έτος</b>	<b>7ο έτος</b>	<b>8ο έτος</b>	<b>9ο έτος</b>	<b>10ο έτος</b>
<b>Κόστος αγοράς πρώτων υλών</b>	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
<b>Κόστος μεταφορών υλικών</b>	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00
<b>Συντήρηση (CHP)</b>	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00
<b>Προσωπικό</b>	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00
<b>Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας</b>	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46	22.424,46
<b>Ασφάλιση εργοστασίου</b>	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
<b>Χημικά και Πρόσθετα</b>	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
<b>Λοιπά γενικά έξοδα</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Σύνολο</b>	<b>326.912,46</b>	<b>327.480,95</b>	<b>328.060,81</b>	<b>328.652,27</b>	<b>329.255,55</b>	<b>329.870,90</b>	<b>330.498,56</b>	<b>331.138,77</b>	<b>331.791,79</b>	<b>332.457,86</b>



**ΕΞΟΔΑ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο**

<b>ΕΞΟΔΑ</b>	<b>11ο έτος</b>	<b>12ο έτος</b>	<b>13ο έτος</b>	<b>14ο έτος</b>	<b>15ο έτος</b>	<b>16ο έτος</b>	<b>17ο έτος</b>	<b>18ο έτος</b>	<b>19ο έτος</b>	<b>20ο έτος</b>
<b>Κόστος αγοράς πρώτων υλών</b>	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
<b>Κόστος μεταφορών υλικών</b>	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00	75.600,00
<b>Συντήρηση (CHP)</b>	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00	33.288,00
<b>Προσωπικό</b>	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00
<b>Ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας</b>	27.335,29	27.882,00	28.439,64	29.008,43	29.588,60	30.180,37	30.783,98	31.399,66	32.027,65	32.668,21
<b>Ασφάλιση εργοστασίου</b>	7.313,97	7.460,25	7.609,45	7.761,64	7.916,87	8.075,21	8.236,71	8.401,45	8.569,48	8.740,87
<b>Χημικά και Πρόσθετα</b>	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
<b>Λοιπά γενικά έξοδα</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Σύνολο</b>	<b>333.137,26</b>	<b>333.830,24</b>	<b>334.537,09</b>	<b>335.258,07</b>	<b>335.993,47</b>	<b>336.743,58</b>	<b>337.508,69</b>	<b>338.289,11</b>	<b>339.085,13</b>	<b>339.897,07</b>

*Πίνακας 9 Αναλυτικός πίνακας εξόδων για το Σενάριο 2 στη διάρκεια της εικοσαετίας*

### ***Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης***

Στην κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης παρατίθενται δεδομένα που αφορούν τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων μίας επιχείρησης σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσεως ορίζεται η λογιστική κατάσταση που παρουσιάζει τα έξοδα, τα έσοδα, τις έκτακτες ζημίες, τα έκτακτα κέρδη καθώς και το αποτέλεσμα που πέτυχε η οικονομική μονάδα σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο από το συσχετισμό αυτών των παραγόντων (Διοικητική Λογιστική, 2019).

Σύμφωνα με τις παραπάνω παραδοχές και υπολογισμούς, τα αποτελέσματα χρήσης για τα πρώτα είκοσι χρόνια για το πρώτο σενάριο εμφανίζονται στον πίνακα 10, ενώ για το δεύτερο σενάριο στον πίνακα 11.

Ο φορολογικός συντελεστής έχει θεωρηθεί να ισούται με 29% επί των καθαρών κερδών της επένδυσης.

**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο**

	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
Πωλήσεις (Έσοδα)	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55
Δαπάνες (Έξοδα)	390.732,46	391.300,95	391.880,81	392.472,27	393.075,55	393.690,90	394.318,56	394.958,77	395.611,79	396.277,86
<b>Κέρδη προ Αποσβέσεων/ Τόκων/Φόρων (ΕΒΙΤΔΑ)</b>	<b>543.620,09</b>	<b>543.051,60</b>	<b>542.471,74</b>	<b>541.880,28</b>	<b>541.277,00</b>	<b>540.661,65</b>	<b>540.033,99</b>	<b>539.393,78</b>	<b>538.740,76</b>	<b>538.074,69</b>
Μείον αποσβέσεις	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00
<b>Κέρδη προ Τόκων/Φόρων (ΕΒΙΤ)</b>	<b>353.620,09</b>	<b>353.051,60</b>	<b>352.471,74</b>	<b>351.880,28</b>	<b>351.277,00</b>	<b>350.661,65</b>	<b>350.033,99</b>	<b>349.393,78</b>	<b>348.740,76</b>	<b>348.074,69</b>
Μείον τόκοι δανείου	70.000,00	64.434,68	58.591,09	52.455,33	46.012,77	39.248,09	32.145,18	24.687,12	16.856,15	8.633,64
<b>Κέρδη προ Φόρων (ΕΒΤ)</b>	<b>283.620,09</b>	<b>288.616,92</b>	<b>293.880,65</b>	<b>299.424,96</b>	<b>305.264,22</b>	<b>311.413,56</b>	<b>317.888,81</b>	<b>324.706,66</b>	<b>331.884,61</b>	<b>339.441,05</b>
Μείον φόροι (29%)	82.249,83	83.698,91	85.225,39	86.833,24	88.526,63	90.309,93	92.187,76	94.164,93	96.246,54	98.437,90
<b>Καθαρές εισροές (Καθαρά Κέρδη)</b>	<b>201.370,26</b>	<b>204.918,01</b>	<b>208.655,26</b>	<b>212.591,72</b>	<b>216.737,60</b>	<b>221.103,62</b>	<b>225.701,06</b>	<b>230.541,73</b>	<b>235.638,07</b>	<b>241.003,15</b>

**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο**

	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος	15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος
Πωλήσεις (Εσοδα)	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55
Δαπάνες (Εξοδα)	396.957,26	397.650,24	398.357,09	399.078,07	399.813,47	400.563,58	401.328,69	402.109,11	402.905,13	403.717,07
<b>Κέρδη προ Αποσβέσεων/ Τόκων/Φόρων (ΕΒΙΤΔΑ)</b>	<b>537.395,29</b>	<b>536.702,31</b>	<b>535.995,46</b>	<b>535.274,48</b>	<b>534.539,08</b>	<b>533.788,97</b>	<b>533.023,86</b>	<b>532.243,44</b>	<b>531.447,42</b>	<b>530.635,48</b>
Μείον αποσβέσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Κέρδη προ Τόκων/Φόρων (ΕΒΙΤ)</b>	<b>537.395,29</b>	<b>536.702,31</b>	<b>535.995,46</b>	<b>535.274,48</b>	<b>534.539,08</b>	<b>533.788,97</b>	<b>533.023,86</b>	<b>532.243,44</b>	<b>531.447,42</b>	<b>530.635,48</b>
Μείον τόκοι δανείου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Κέρδη προ Φόρων (ΕΒΤ)</b>	<b>537.395,29</b>	<b>536.702,31</b>	<b>535.995,46</b>	<b>535.274,48</b>	<b>534.539,08</b>	<b>533.788,97</b>	<b>533.023,86</b>	<b>532.243,44</b>	<b>531.447,42</b>	<b>530.635,48</b>
Μείον φόροι (29%)	155.844,63	155.643,67	155.438,68	155.229,60	155.016,33	154.798,80	154.576,92	154.350,60	154.119,75	153.884,29
<b>Καθαρές εισροές (Καθαρά Κέρδη)</b>	<b>381.550,66</b>	<b>381.058,64</b>	<b>380.556,78</b>	<b>380.044,88</b>	<b>379.522,74</b>	<b>378.990,17</b>	<b>378.446,94</b>	<b>377.892,84</b>	<b>377.327,67</b>	<b>376.751,19</b>

*Πίνακας 10 Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης για το Σενάριο 1 στη διάρκεια της εικοσαετίας*

**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο**

	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
Πωλήσεις (Εσοδα)	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55
Δαπάνες (Εξοδα)	326.912,46	327.480,95	328.060,81	328.652,27	329.255,55	329.870,90	330.498,56	331.138,77	331.791,79	332.457,86
<b>Κέρδη προ Αποσβέσεων/Τό κων/Φόρων (EBITDA)</b>	<b>607.440,09</b>	<b>606.871,60</b>	<b>606.291,74</b>	<b>605.700,28</b>	<b>605.097,00</b>	<b>604.481,65</b>	<b>603.853,99</b>	<b>603.213,78</b>	<b>602.560,76</b>	<b>601.894,69</b>
Μείον αποσβέσεις	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00
<b>Κέρδη προ Τόκων/Φόρων (EBIT)</b>	<b>417.440,09</b>	<b>416.871,60</b>	<b>416.291,74</b>	<b>415.700,28</b>	<b>415.097,00</b>	<b>414.481,65</b>	<b>413.853,99</b>	<b>413.213,78</b>	<b>412.560,76</b>	<b>411.894,69</b>
Μείον τόκοι δανείου	70.000,00	64.434,68	58.591,09	52.455,33	46.012,77	39.248,09	32.145,18	24.687,12	16.856,15	8.633,64
<b>Κέρδη προ Φόρων (EBT)</b>	<b>347.440,09</b>	<b>352.436,92</b>	<b>357.700,65</b>	<b>363.244,96</b>	<b>369.084,22</b>	<b>375.233,56</b>	<b>381.708,81</b>	<b>388.526,66</b>	<b>395.704,61</b>	<b>403.261,05</b>
Μείον φόροι (29%)	100.757,63	102.206,71	103.733,19	105.341,04	107.034,43	108.817,73	110.695,56	112.672,73	114.754,34	116.945,70
<b>Καθαρές εισροές (Καθαρά Κέρδη)</b>	<b>246.682,46</b>	<b>250.230,21</b>	<b>253.967,46</b>	<b>257.903,92</b>	<b>262.049,80</b>	<b>266.415,82</b>	<b>271.013,26</b>	<b>275.853,93</b>	<b>280.950,27</b>	<b>286.315,35</b>

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ – ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο

	11ο έτος	12ο έτος	13ο έτος	14ο έτος	15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος	20ο έτος
Πωλήσεις (Εσοδα)	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55	934.352,55
Δαπάνες (Εξοδα)	333.137,26	333.830,24	334.537,09	335.258,07	335.993,47	336.743,58	337.508,69	338.289,11	339.085,13	339.897,07
<b>Κέρδη προ Αποσβέσεων/Τό κων/Φόρων (EBITDA)</b>	<b>601.215,29</b>	<b>600.522,31</b>	<b>599.815,46</b>	<b>599.094,48</b>	<b>598.359,08</b>	<b>597.608,97</b>	<b>596.843,86</b>	<b>596.063,44</b>	<b>595.267,42</b>	<b>594.455,48</b>
Μείον αποσβέσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Κέρδη προ Τόκων/Φόρων (EBIT)</b>	<b>601.215,29</b>	<b>600.522,31</b>	<b>599.815,46</b>	<b>599.094,48</b>	<b>598.359,08</b>	<b>597.608,97</b>	<b>596.843,86</b>	<b>596.063,44</b>	<b>595.267,42</b>	<b>594.455,48</b>
Μείον τόκοι δανείου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Κέρδη προ Φόρων (EBT)</b>	<b>601.215,29</b>	<b>600.522,31</b>	<b>599.815,46</b>	<b>599.094,48</b>	<b>598.359,08</b>	<b>597.608,97</b>	<b>596.843,86</b>	<b>596.063,44</b>	<b>595.267,42</b>	<b>594.455,48</b>
Μείον φόροι (29%)	174.352,43	174.151,47	173.946,48	173.737,40	173.524,13	173.306,60	173.084,72	172.858,40	172.627,55	172.392,09
<b>Καθαρές εισροές (Καθαρά Κέρδη)</b>	<b>426.862,86</b>	<b>426.370,84</b>	<b>425.868,98</b>	<b>425.357,08</b>	<b>424.834,94</b>	<b>424.302,37</b>	<b>423.759,14</b>	<b>423.205,04</b>	<b>422.639,87</b>	<b>422.063,39</b>

Πίνακας 11 Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης για το Σενάριο 2 στη διάρκεια της εικοσαετίας

## Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων

Για την εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας του έργου υπολογίζονται οι καθαρές ταμειακές ροές της επένδυσης για κάθε χρόνο της αναμενόμενης διάρκειας του έργου, δηλαδή για είκοσι έτη.

Για την αξιολόγηση των επενδυτικών προτάσεων θα χρησιμοποιηθούν τρεις ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι αξιολόγησης επένδυσης (Χρηματοοικονομική Διοίκηση, 2019):

1. Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ/NPV)
2. Η μέθοδος του εσωτερικού επιτοκίου/ποσοστού απόδοσης (ΕΠΑ/IRR)
3. Η μέθοδος του χρόνου επανείσπραξης της αρχικής επένδυσης (payback period)

### ***Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ)***

Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας μετατρέπει την κάθε πρόταση για επένδυση σε ένα και μόνο ισοδύναμο χρηματικό ποσό στην χρονική στιγμή μηδέν. Απαραίτητη προϋπόθεση για τον υπολογισμό της είναι η γνώση του ελάχιστου αποδεκτού ποσοστού απόδοσης. Για την εφαρμογή της μεθόδου αφαιρείται η παρούσα αξία των εκροών από την παρούσα αξία των εισροών και αν η διαφορά είναι θετική, η επένδυση θεωρείται αποδεκτή. Στην περίπτωση αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων επιλέγουμε, την επένδυση με την μεγαλύτερη καθαρή παρούσα αξία.

Η μαθηματική διατύπωση της ΚΠΑ μιας επένδυσης μπορεί να αποδοθεί από την σχέση:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{j=-m}^n A_j (1 + \varepsilon)^{-j}$$

Όπου,  $A_j$  η καθαρή ταμειακή ροή της επένδυσης στο έτος  $j$ ,  $\varepsilon$  το κόστος χρήσης κεφαλαίου της επένδυσης,  $n$  ο αριθμός των ετών που αναμένεται να διαρκέσουν οι καθαρές ταμειακές ροές και  $m$  το έτος πραγματοποίησης της επένδυσης.

### ***Η μέθοδος του εσωτερικού επιτοκίου απόδοσης (IRR)***

Η μέθοδος του εσωτερικού επιτοκίου απόδοσης ή προεξοφλητικού ποσοστού απόδοσης υπολογίζει το ποσοστό απόδοσης που εξισώνει την παρούσα αξία των εισροών της επένδυσης με την εκροή που συνεπάγεται η εκτέλεσή της. Μια επένδυση χαρακτηρίζεται αποδεκτή όταν το προεξοφλητικό αυτό ποσοστό απόδοσης είναι μεγαλύτερο από το ελάχιστο αποδεκτό ποσοστό απόδοσης. Σε περίπτωση εναλλακτικών επενδυτικών προτάσεων επιλέγεται η πρόταση με το μεγαλύτερο προεξοφλητικό ποσοστό απόδοσης με την προϋπόθεση να είναι μεγαλύτερο από το ελάχιστο ποσοστό απόδοσης που πρέπει να αποφέρουν οι επενδύσεις.

Το εσωτερικό ποσοστό προεξόφλησης υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$ΚΠΑ = A_1(1 + \rho)^{-1} + A_2(1 + \rho)^{-2} + \dots + A_n(1 + \rho)^{-n} = 0$$

Το επιτόκιο  $\rho$  είναι το μεγαλύτερο επιτόκιο που μπορεί να πληρώσει η επιχείρηση για την εξεύρεση των κεφαλαίων που απαιτούνται για την υλοποίηση της επένδυσης. Όλες οι επενδύσεις που έχουν επιτόκιο μεγαλύτερο από το ελάχιστο αποδεκτό είναι ελκυστικές.

### ***Η μέθοδος του χρόνου επανείσπραξης της αρχικής επένδυσης***

Η μέθοδος του χρόνου επανείσπραξης στηρίζεται στο προσδιορισμό του αριθμού των περιόδων που απαιτούνται για την επανάκτηση των αρχικών χρηματικών εκροών από τον επενδυτή, από τις καθαρές ταμειακές εισροές που αναμένονται να πραγματοποιηθούν από την υλοποίηση της επένδυσης. Για την αξιολόγηση της επένδυσης ορίζεται από τους επενδυτές ένας προκαθορισμένος ελάχιστος χρόνος επανείσπραξης, οπότε η επένδυση είναι συμφέρουσα εφόσον ο χρόνος που υπολογίζεται είναι μικρότερος του προκαθορισμένου. Διαφορετικά όταν δεν υπάρχει προκαθορισμένος χρόνος επανείσπραξης για να είναι η επένδυση αποδεκτή θα πρέπει ο χρόνος επανείσπραξης να είναι σημαντικά μικρότερος της διάρκειας ωφέλιμης ζωής της επένδυσης (Χρηματοοικονομική Διοίκηση, 2019).

Ακολουθεί ο πίνακας χρηματοροών για τη διάρκεια της εικοσαετίας και υπολογίζεται η καθαρά παρούσα αξία, το εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης IRR και ο χρόνος επανείσπραξης, θεωρώντας κόστος χρήσης κεφαλαίου 5%.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΩΝ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο

Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Καθαρά Κέρδη	0,00	194.270,26	197.818,01	201.555,26	205.491,72	209.637,60	214.003,63	218.601,06	223.441,73	228.538,08	233.903,14
Ίδια κεφάλαια	-600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Τραπεζικός Δανεισμός	-1.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	-2.000.000,00	194.270,26	197.818,01	201.555,26	205.491,72	209.637,60	214.003,63	218.601,06	223.441,73	228.538,08	233.903,14
Συν αποσβέσεις		190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00
Μείον δόση δανείου		111.306,40	116.871,73	122.715,31	128.851,08	135.293,63	142.058,31	149.161,23	156.619,29	164.450,25	172.672,77
Ταμειακές Ροές	-2.000.000,00	280.063,86	278.046,29	275.939,95	273.740,64	271.443,97	269.045,31	266.539,83	263.922,44	261.187,82	258.330,38
Ταμειακές ροές - παρούσα αξία	-2.000.000,00	266.727,48	252.196,18	238.367,30	225.207,10	212.683,45	200.765,75	189.424,88	178.633,10	168.364,00	158.592,44
Σωρευτικά ταμειακών ροών	<b>-2.000.000,00</b>	<b>-1.733.272,52</b>	<b>-1.481.076,34</b>	<b>-1.242.709,03</b>	<b>-1.017.501,93</b>	<b>-804.818,48</b>	<b>-604.052,72</b>	<b>-414.627,84</b>	<b>-235.994,75</b>	<b>-67.630,75</b>	<b>90.961,69</b>

Έτος	0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Καθαρά Κέρδη	0,00	381.550,66	381.058,64	380.556,78	380.044,88	379.522,74	378.990,17	378.446,94	377.892,84	377.327,67	376.751,19
Ίδια κεφάλαια	-600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Τραπεζικός Δανεισμός	-1.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	<b>-2.000.000,00</b>	381.550,66	381.058,64	380.556,78	380.044,88	379.522,74	378.990,17	378.446,94	377.892,84	377.327,67	376.751,19
Συν αποσβέσεις		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μείον δόση δανείου		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ταμειακές Ροές	-2.000.000,00	381.550,66	381.058,64	380.556,78	380.044,88	379.522,74	378.990,17	378.446,94	377.892,84	377.327,67	376.751,19
Ταμειακές ροές - παρούσα αξία	-2.000.000,00	223.084,77	212.187,71	201.817,38	191.948,49	182.556,93	173.619,76	165.115,15	157.022,28	149.321,37	141.993,56
Σωρευτικά ταμειακών ροών	<b>-2.000.000,00</b>	<b>314.046,46</b>	<b>526.234,17</b>	<b>728.051,55</b>	<b>920.000,04</b>	<b>1.102.556,97</b>	<b>1.276.176,73</b>	<b>1.441.291,88</b>	<b>1.598.314,16</b>	<b>1.747.635,53</b>	<b>1.889.629,09</b>

Πίνακας 12 Πίνακας χρηματοροών για το Σενάριο 1 στη διάρκεια της εικοσαετίας

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΩΝ – ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο

Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Καθαρά Κέρδη	0,00	239.582,46	243.130,21	246.867,46	250.803,92	254.949,80	259.315,83	263.913,26	268.753,93	273.850,28	279.215,34
Ίδια κεφάλαια	-600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Τραπεζικός Δανεισμός	-1.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>239.582,46</b>	<b>243.130,21</b>	<b>246.867,46</b>	<b>250.803,92</b>	<b>254.949,80</b>	<b>259.315,83</b>	<b>263.913,26</b>	<b>268.753,93</b>	<b>273.850,28</b>	<b>279.215,34</b>
Συν αποσβέσεις		190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00	190.000,00
Μείον δόση δανείου		-111.306,40	-116.871,73	-122.715,31	-128.851,08	-135.293,63	-142.058,31	-149.161,23	-156.619,29	-164.450,25	-172.672,77
<b>Ταμειακές Ροές</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>325.376,06</b>	<b>323.358,49</b>	<b>321.252,15</b>	<b>319.052,84</b>	<b>316.756,17</b>	<b>314.357,51</b>	<b>311.852,03</b>	<b>309.234,64</b>	<b>306.500,02</b>	<b>303.642,58</b>
Ταμειακές ροές - παρούσα αξία	-2.000.000,00	309.881,96	293.295,68	277.509,68	262.485,56	248.186,75	234.578,42	221.627,41	209.302,18	197.572,65	186.410,20
<b>Σωρευτικά ταμειακών ροών</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>-1.690.118,04</b>	<b>-1.396.822,36</b>	<b>-1.119.312,68</b>	<b>-856.827,11</b>	<b>-608.640,37</b>	<b>-374.061,95</b>	<b>-152.434,54</b>	<b>56.867,64</b>	<b>254.440,29</b>	<b>440.850,49</b>

Έτος	0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Καθαρά Κέρδη	0,00	426.862,86	426.370,84	425.868,98	425.357,08	424.834,94	424.302,37	423.759,14	423.205,04	422.639,87	422.063,39
Ίδια κεφάλαια	-600.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Τραπεζικός Δανεισμός	-1.400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>426.862,86</b>	<b>426.370,84</b>	<b>425.868,98</b>	<b>425.357,08</b>	<b>424.834,94</b>	<b>424.302,37</b>	<b>423.759,14</b>	<b>423.205,04</b>	<b>422.639,87</b>	<b>422.063,39</b>
Συν αποσβέσεις		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μείον δόση δανείου		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ταμειακές Ροές</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>426.862,86</b>	<b>426.370,84</b>	<b>425.868,98</b>	<b>425.357,08</b>	<b>424.834,94</b>	<b>424.302,37</b>	<b>423.759,14</b>	<b>423.205,04</b>	<b>422.639,87</b>	<b>422.063,39</b>
Ταμειακές ροές - παρούσα αξία	-2.000.000,00	249.577,87	237.419,24	225.847,41	214.834,23	204.352,87	194.377,80	184.884,71	175.850,44	167.252,95	159.071,25
<b>Σωρευτικά ταμειακών ροών</b>	<b>-2.000.000,00</b>	<b>690.428,36</b>	<b>927.847,60</b>	<b>1.153.695,01</b>	<b>1.368.529,24</b>	<b>1.572.882,11</b>	<b>1.767.259,91</b>	<b>1.952.144,62</b>	<b>2.127.995,06</b>	<b>2.295.248,01</b>	<b>2.454.319,26</b>

Πίνακας 13 Πίνακας χρηματοροών για το Σενάριο 2 στη διάρκεια της εικοσαετίας

	Σενάριο 1 <sup>ο</sup>	Σενάριο 2 <sup>ο</sup>
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	1.889.629,09€	2.454.319,26 €
Εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης (IRR)	8%	11%
Χρόνος επανείσπραξης	9,43 έτη	7,73 έτη

Πίνακας 14 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεθόδων αξιολόγησης επένδυσης για τα σενάρια 1 και 2

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα 14 για το σενάριο 1, η βιωσιμότητα της επένδυσης κρίνεται ικανοποιητική και ιδιαιτέρως ελκυστική, δεδομένου ότι μετά τον υπολογισμό των ετήσιων ταμειακών ροών το προεξοφλητικό ποσοστό απόδοσης (IRR) προκύπτει ίσο με 8%, ενώ η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική και υπολογίζεται στα 1.889.629,09€. Ο χρόνος επανείσπραξης που απαιτείται για την επανάκτηση των αρχικών χρηματικών εκροών από τον επενδυτή υπολογίστηκε στα 9,43 έτη.

Όσον αφορά τη βιωσιμότητα της επένδυσης στην περίπτωση του σεναρίου 2 κρίνεται επίσης ικανοποιητική και ιδιαιτέρως ελκυστική. Το προεξοφλητικό ποσοστό απόδοσης (IRR) προκύπτει ίσο με 11%, ενώ η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική και υπολογίζεται στα 2.454.319,26€. Ο χρόνος επανείσπραξης που απαιτείται για την επανάκτηση των αρχικών χρηματικών εκροών από τον επενδυτή υπολογίστηκε στα 7,73 έτη, δηλαδή 1,7 έτη νωρίτερα σε σχέση με το σενάριο 1.

Στη συνέχεια υπολογίζεται το καθαρό περιθώριο κέρδους και η απόδοση ιδίων κεφαλαίων από τη λειτουργία της μονάδας και για τα δύο σενάρια (Πίνακας 15, 16 και 17).

Ο δείκτης Καθαρού Περιθωρίου Κέρδους (Net Profit Margin or Return on Sales) ισούται με το πηλίκο των καθαρών κερδών με τις πωλήσεις. Με το δείκτη αυτό υπολογίζονται καθαρά κέρδη που παράγει η επιχείρηση ως ποσοστό των πωλήσεων. Ο δείκτης αυτός φανερώνει το ποσό που απομένει από τις πωλήσεις έπειτα από την αφαίρεση του συνόλου των εξόδων που συνεπάγεται η επιχειρηματική δραστηριότητα και αποτελεί ένα μέτρο αξιολόγησης της συνολικής αποτελεσματικότητας (Ταμπακούδης, 2019).

$$\text{Καθαρό Περιθώριο Κέρδους} = \frac{\text{καθαρά κέρδη}}{\text{πωλήσεις}} * 100$$

“Ο δείκτης Απόδοσης Ιδίων Κεφαλαίων (Return on Equity-ROE) υπολογίζεται διαιρώντας τα καθαρά κέρδη με τα ίδια κεφάλαια. Ο δείκτης αυτός δείχνει την ικανότητα της επιχείρησης να παραγει κέρδη από τα χρήματα που επενδύουν οι μέτοχοι. Ο δείκτης δείχνει την οικονομική ανταμοιβή των μετόχων για τα κεφάλαια που επενδύουν και το ρίσκο που αναλαμβάνουν. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης είναι ιδιαιτέρως χρήσιμος για τους υφιστάμενους και τους πιθανούς μετόχους, καθώς καταδεικνύει το βαθμό αποτελεσματικής διαχείρισης των χρημάτων τους από την επιχείρηση” (Ταμπακούδης, 2019).

$$\text{Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων} = \frac{\text{καθαρά κέρδη}}{\text{ίδια κεφάλαια}} * 100$$

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία των πινάκων 15, 16 και 17 το καθαρό περιθώριο κέρδους για την επένδυση του σεναρίου 1 είναι 32% (μέσος όρος 20ετίας) και η απόδοση ιδίων κεφαλαίων 50%, γεγονός που καταδεικνύει την αποτελεσματική αξιοποίηση των χρημάτων του επενδυτή και υψηλή κερδοφορία. Το περιθώριο κέρδους για την επένδυση του σεναρίου 2 είναι 37% (μέσος όρος 20ετίας) και η απόδοση ιδίων κεφαλαίων 57%, ακόμη υψηλότερα επίπεδα από το σενάριο 1, που καθιστούν την επένδυση ελκυστική και συμφέρουσα.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 <sup>ο</sup>	Μέσος όρος																				
	20ετίας	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Καθαρό περιθώριο κέρδους	<b>32%</b>	22%	22%	22%	23%	23%	24%	24%	25%	25%	26%	41%	41%	41%	41%	41%	41%	41%	40%	40%	40%
Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων	<b>50%</b>	34%	34%	35%	35%	36%	37%	38%	38%	39%	40%	64%	64%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%

Πίνακας 15 Καθαρό περιθώριο κέρδους και απόδοση ιδίων κεφαλαίων για το σενάριο 1 στη διάρκεια της εικοσαετίας

ΣΕΝΑΡΙΟ 2 <sup>ο</sup>	Μέσος όρος																				
	20ετίας	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Καθαρό περιθώριο κέρδους	<b>37%</b>	26%	27%	27%	28%	28%	29%	29%	30%	30%	31%	46%	46%	46%	46%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων	<b>57%</b>	41%	42%	42%	43%	44%	44%	45%	46%	47%	48%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	70%	70%

Πίνακας 16 Καθαρό περιθώριο κέρδους και απόδοση ιδίων κεφαλαίων για το σενάριο 2 στη διάρκεια της εικοσαετίας

Μέσος όρος 20ετίας	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 <sup>ο</sup>	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 <sup>ο</sup>
Καθαρό Περιθώριο κέρδους	<b>32%</b>	<b>37%</b>
Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων	<b>50%</b>	<b>57%</b>

Πίνακας 17 Σύγκριση καθαρού περιθωρίου κέρδους και απόδοσης ιδίων κεφαλαίων για τα σενάρια 1 και 2 (μέσος όρος 20ετίας)

## Κεφάλαιο 5

### Ανάλυση Ευαισθησίας

Σε συνέχεια των σεναρίων που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4, το επόμενο βήμα είναι η ανάλυση του κινδύνου της επένδυσης. Η ανάλυση κινδύνου μιας επένδυσης μπορεί να γίνει με δύο απλές μεθόδους: α) την ανάλυση ευαισθησίας και β) την ανάλυση νεκρού σημείου. Στην παρούσα διπλωματική θα εξεταστεί ο κίνδυνος της επένδυσης με την μέθοδο της ανάλυσης ευαισθησίας.

Η ανάλυση ευαισθησίας δίνει τη δυνατότητα να διακρίνουμε τους παράγοντες της επένδυσης που παίζουν το σημαντικότερο ρόλο για την βιωσιμότητα και την κερδοφορία της (κόστος πρώτων υλών, τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, κόστος δανεισμού, φορολογία).

Η μέθοδος της ανάλυσης ευαισθησίας εφαρμόζεται επί της ΚΠΑ και του IRR ως προς τη μεταβολή αυτών με παραδοχές: την μεταβολή μίας μόνο παραμέτρου κάθε φορά και τη διατήρηση όλων των υπολοίπων παραμέτρων σταθερών.

Για τον υπολογισμό της ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Υπολογίζεται η ΚΠΑ για τα αρχικά δεδομένα της επένδυσης
2. Επιλέγονται συγκεκριμένες παράμετροι της επένδυσης, οι οποίες θεωρούνται ευμετάβλητοι και σημαντικοί για την επένδυση
3. Ορίζεται η μεταβολή κάθε μεταβλητής ως ποσοστό πάνω ή κάτω από την αρχική τιμή, διατηρώντας τις άλλες μεταβλητές σταθερές. Για κάθε μεταβολή υπολογίζουμε την ΚΠΑ.
4. Απεικονίζεται διαγραμματικά η σχέση της ΚΠΑ με τη μεταβολή της εκάστοτε παραμέτρου. Η κλίση της ευθείας στο διάγραμμα μας δείχνει πόσο ευαίσθητη είναι η ΚΠΑ στις μεταβολές αυτών των παραμέτρων
5. Οι παράμετροι με την μεγαλύτερη κλίση ευθείας διαδραματίζουν το σημαντικότερο ρόλο στην επένδυση καθώς οποιαδήποτε μικρή μεταβολή αυτών των παραμέτρων οδηγεί σε δραστική μεταβολή της κερδοφορίας της επένδυσης. Είναι αυτές οι

παράμετροι στις οποίες πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία κατά τον σχεδιασμό της επένδυσης.

Στα αρνητικά της μεθόδου συγκαταλέγεται το γεγονός ότι εξετάζεται κάθε μεταβλητή ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες το οποίο αποτελεί απλούστευση και συνήθως δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Τέλος, αρνητικό θεωρείται ότι κάθε νέα τιμή μεταβλητής που υπολογίζεται, θεωρείται σταθερή για όλη τη διάρκεια ζωής της επένδυσης (Χρηματοοικονομική Διοίκηση, 2019).

Στο προηγούμενο κεφάλαιο η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε βασίστηκε σε εκτιμήσεις των προσδιοριστικών παραγόντων της παρούσας επένδυσης, όπως είναι τα έσοδα, τα έξοδα ή το κόστος της επένδυσης. Σε περίπτωση μεταβολής των εκτιμήσεων αυτών είναι πιθανή η αλλαγή του αποτελέσματος της αποδοχής ή μη της επένδυσης.

Η διερεύνηση της ευαισθησίας της καθαρής παρούσας αξίας στην παρούσα διπλωματική θα γίνει στα πλαίσια της υπόθεσης ότι η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η τιμή αγοράς του ενσιρώματος καλαμποκιού, το επιτόκιο δανεισμού και ο φορολογικός συντελεστής μεταβάλλονται θετικά κατά 5%,10%,15%, 20%, 25%, 30% και μειώνονται κατά -5%,-10%,-15%, -20%, -25% και -30%. Για κάθε μια από τις μεταβολές της συγκεκριμένης μεταβλητής και λαμβάνοντας υπόψη ως σταθερές τις αρχικές τιμές όλων των άλλων μεταβλητών υπολογίζουμε την ΚΠΑ της επένδυσης για κάθε σενάριο.

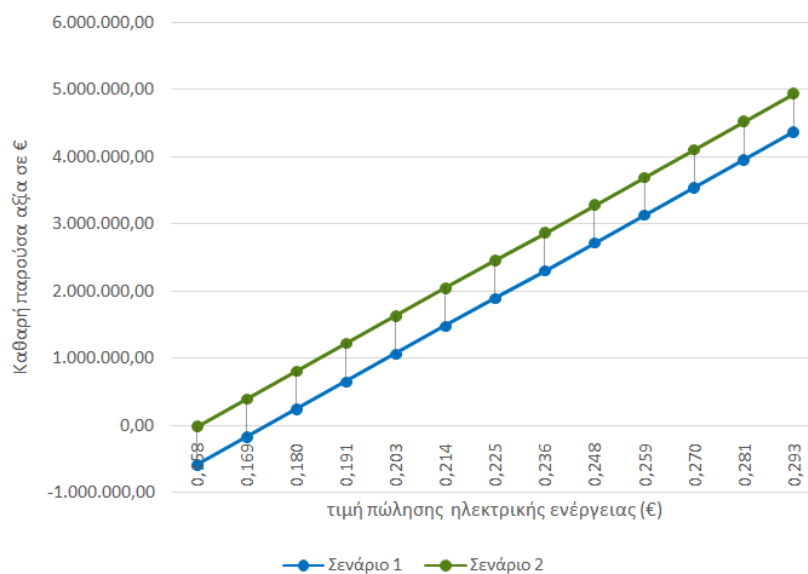
### *5.1 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής πώλησης τη ηλεκτρική ενέργειας*

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η επίδραση που έχει η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στην ΚΠΑ της επένδυσης. Διατηρώντας όλους τους άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες σταθερούς και μεταβάλλοντας μόνο την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας καταλήγουμε στα αποτελέσματα του πίνακα 18 για τα σενάρια 1 και 2 αντίστοιχα.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/kWh)	Σενάριο 1 Καθαρή παρούσα αξία (€)	Σενάριο 2 Καθαρή παρούσα αξία (€)
30%	0,293	4.369.821,97	4.934.512,14
25%	0,281	3.956.456,49	4.521.146,66
20%	0,270	3.543.091,01	4.107.781,18
15%	0,259	3.129.725,53	3.694.415,70
10%	0,248	2.716.360,05	3.281.050,22
5%	0,236	2.302.994,57	2.867.684,74
0%	0,225	1.889.629,09	2.454.319,26
-5%	0,214	1.476.263,61	2.040.953,78
-10%	0,203	1.062.898,13	1.627.588,30
-15%	0,191	649.532,65	1.214.222,82
-20%	0,180	236.167,17	800.857,34
-25%	0,169	-177.198,30	387.491,86
-30%	0,158	-590.563,78	-25.873,62

Πίνακας 18 Μεταβολή της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας – Σενάριο 1 & 2

Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η θετική σχέση μεταξύ της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας και της ΚΠΑ. Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλώνει η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας τόσο περισσότερο μεγαλώνει η ΚΠΑ, καθιστώντας την επένδυση και για τα δύο σενάρια ιδιαίτερα ελκυστική. Η ανάλυση ευαισθησίας της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας καθιστά την τελευταία βασικό προσδιοριστικό παράγοντα της κερδοφορίας της επένδυσης, κυρίως για τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από 0,18€/kWh και πάνω για το Σενάριο 1 και 0,169€/kWh και πάνω για το Σενάριο 2.



Διάγραμμα 1 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας



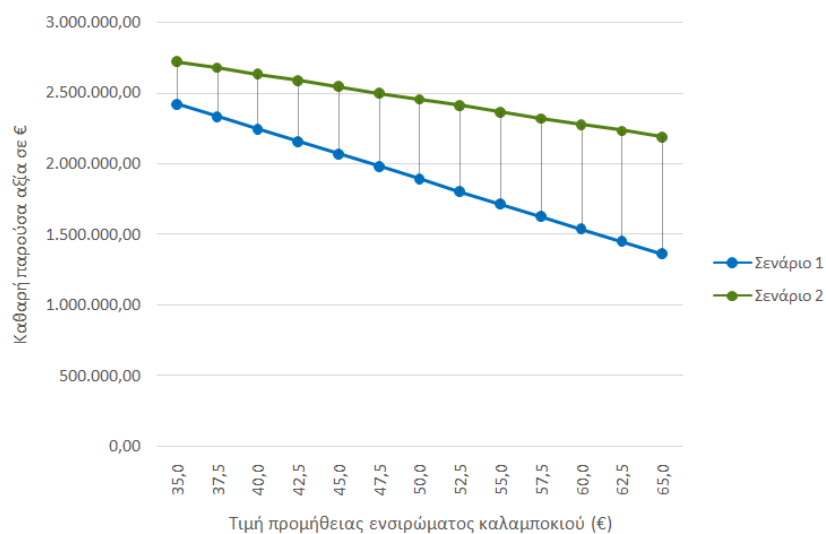
## 5.2 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής αγοράς του ενσιρώματος καλαμποκιού

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η επίδραση που έχει η τιμή προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού στην ΚΠΑ της επένδυσης. Διατηρώντας όλους τους άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες σταθερούς και μεταβάλλοντας μόνο την τιμή προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού καταλήγουμε στα αποτελέσματα του πίνακα 19.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	Τιμή προμήθειας ενσιρώματος καλαμποκιού (€/tn)	Σενάριο 1 Καθαρή παρούσα αξία (€)	Σενάριο 2 Καθαρή παρούσα αξία (€)
30%	65,00	1.358.738,93	2.188.874,18
25%	62,50	1.447.220,63	2.233.115,03
20%	60,00	1.535.702,32	2.277.355,87
15%	57,50	1.624.184,01	2.321.596,72
10%	55,00	1.712.665,71	2.365.837,57
5%	52,50	1.801.147,40	2.410.078,41
0%	50,00	1.889.629,09	2.454.319,26
-5%	47,50	1.978.110,79	2.498.560,11
-10%	45,00	2.066.592,48	2.542.800,95
-15%	42,50	2.155.074,17	2.587.041,80
-20%	40,00	2.243.555,87	2.631.282,65
-25%	37,50	2.332.037,56	2.675.523,49
-30%	35,00	2.420.519,25	2.719.764,34

Πίνακας 19 Μεταβολή της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής αγοράς του ενσιρώματος καλαμποκιού

Στο διάγραμμα 2 απεικονίζεται η αρνητική σχέση μεταξύ της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού και της ΚΠΑ. Παρατηρούμε ότι και για τα 2 σενάρια, η ΚΠΑ μειώνεται καθώς η τιμή αγοράς του ενσιρώματος καλαμποκιού αυξάνει.



Διάγραμμα 2 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού

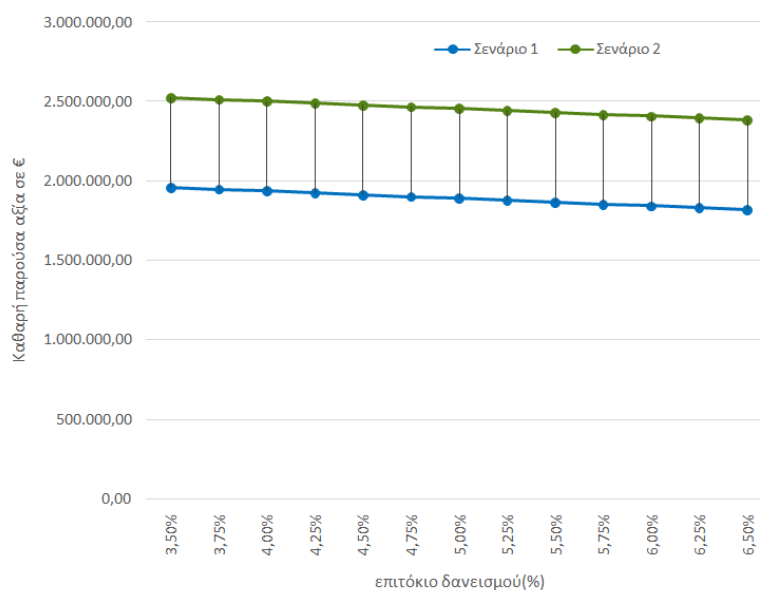
### 5.3 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει του επιτοκίου δανεισμού

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η επίδραση που έχει η μεταβολή του επιτοκίου δανεισμού στην ΚΠΑ της επένδυσης.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	Επιτόκιο δανεισμού (%)	Σενάριο 1 Καθαρή παρούσα αξία (€)	Σενάριο 2 Καθαρή παρούσα αξία (€)
30%	6,50%	1.817.684,00	2.382.374,17
25%	6,25%	1.829.853,46	2.394.543,63
20%	6,00%	1.841.952,05	2.406.642,22
15%	5,75%	1.853.979,33	2.418.669,50
10%	5,50%	1.865.934,89	2.430.625,05
5%	5,25%	1.877.818,28	2.442.508,45
0%	5,00%	1.889.629,09	2.454.319,26
-5%	4,75%	1.901.366,91	2.466.057,08
-10%	4,50%	1.913.031,33	2.477.721,50
-15%	4,25%	1.924.621,93	2.489.312,10
-20%	4,00%	1.936.138,33	2.500.828,50
-25%	3,75%	1.947.580,12	2.512.270,28
-30%	3,50%	1.958.946,91	2.523.637,08

Πίνακας 20 Μεταβολή της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής του επιτοκίου δανεισμού

Στο διάγραμμα 3 απεικονίζεται η αρνητική σχέση μεταξύ του επιτοκίου δανεισμού και της ΚΠΑ. Όσο αυξάνεται το επιτόκιο δανεισμού, παρατηρούμε ότι η ΚΠΑ της επένδυσης μειώνεται. Η κλίση της ευθείας και για τα δύο σενάρια είναι μικρή, γεγονός που υποδηλώνει τη μικρή εξάρτηση της ΚΠΑ από τη μεταβολή στην τιμή του επιτοκίου δανεισμού.



Διάγραμμα 3 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ συναρτήσει της τιμής του επιτοκίου δανεισμού

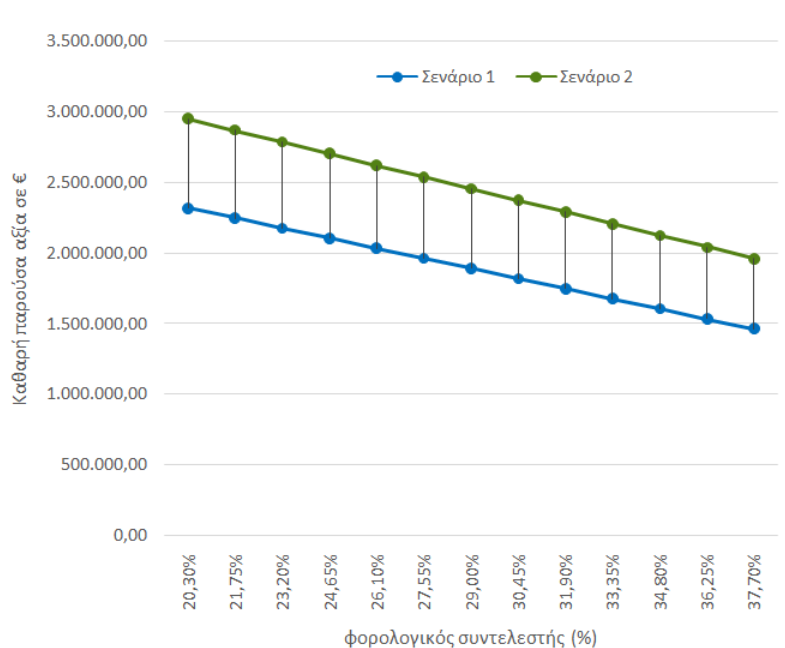
#### 5.4 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσεϊ του φορολογικού συντελεστή

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η επίδραση που έχει η μεταβολή του φορολογικού συντελεστή στην ΚΠΑ της επένδυσης.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	Φορολογικός συντελεστής (%)	Σενάριο 1 Καθαρή παρούσα αξία (€)	Σενάριο 2 Καθαρή παρούσα αξία (€)
30%	37,70%	1.462.892,81	1.958.388,55
25%	36,25%	1.534.015,52	2.041.043,67
20%	34,80%	1.605.138,24	2.123.698,79
15%	33,35%	1.676.260,95	2.206.353,90
10%	31,90%	1.747.383,67	2.289.009,02
5%	30,45%	1.818.506,38	2.371.664,14
0%	29,00%	1.889.629,09	2.454.319,26
-5%	27,55%	1.960.751,81	2.536.974,38
-10%	26,10%	2.031.874,52	2.619.629,50
-15%	24,65%	2.102.997,23	2.702.284,61
-20%	23,20%	2.174.119,95	2.784.939,73
-25%	21,75%	2.245.242,66	2.867.594,85
-30%	20,30%	2.316.365,37	2.950.249,97

Πίνακας 21 Μεταβολή της ΚΠΑ συναρτήσεϊ του φορολογικού συντελεστή

Στο διάγραμμα 4 απεικονίζεται η αρνητική σχέση μεταξύ του φορολογικού συντελεστή και της ΚΠΑ. Όσο αυξάνεται ο φορολογικός συντελεστής, παρατηρούμε ότι η ΚΠΑ της επένδυσης μειώνεται.



Διάγραμμα 4 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ συναρτήσεϊ της τιμής του φορολογικού συντελεστή

### 5.5 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ – Σενάριο 1

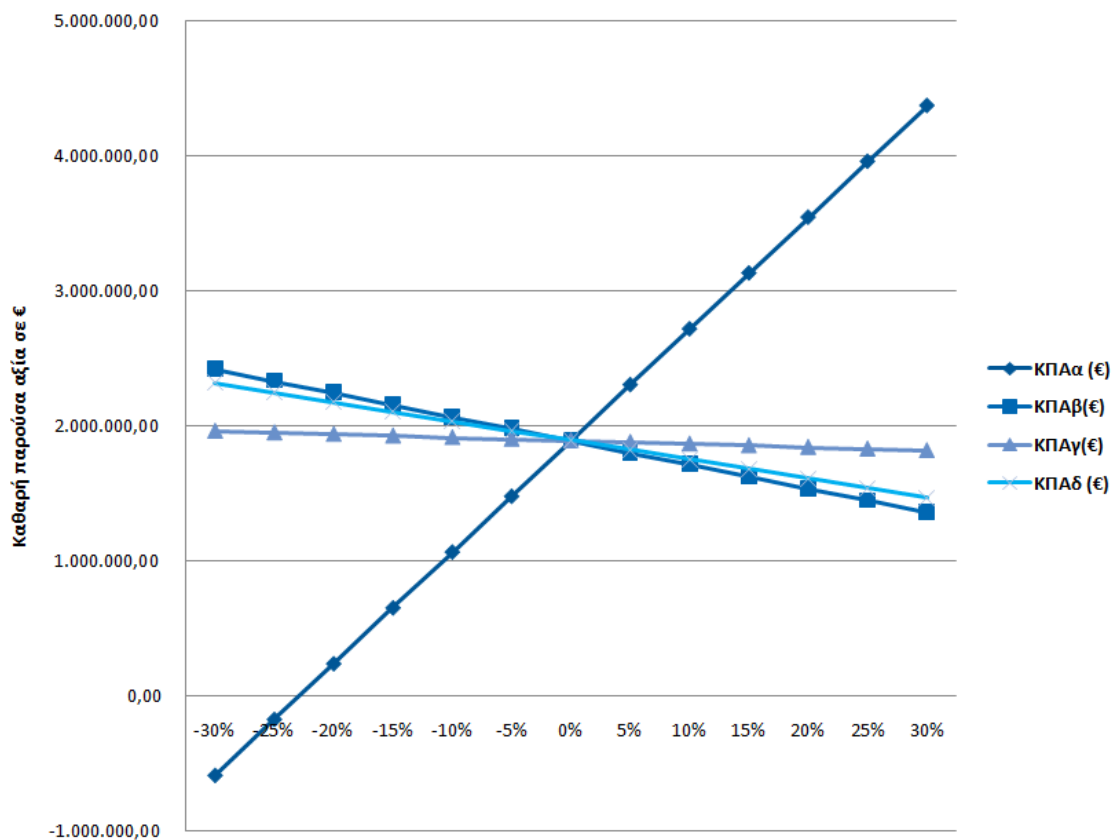
Στον πίνακα 22, παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η επίδραση που έχει στην ΚΠΑ της επένδυσης η μεταβολή των προσδιοριστικών παραγόντων της παρούσας επένδυσης για το Σενάριο 1.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	ΚΠΑα (€) Μεταβολή στην τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	ΚΠΑβ (€) Μεταβολή στην τιμή προμήθειας ενσιρώματος καλαμποκιού	ΚΠΑγ (€) Μεταβολή στην τιμή του επιτοκίου δανεισμού	ΚΠΑδ (€) Μεταβολή στην τιμή του φορολογικού συντελεστή
-30%	-590.563,78	2.420.519,25	1.958.946,91	2.316.365,37
-25%	-177.198,30	2.332.037,56	1.947.580,12	2.245.242,66
-20%	236.167,17	2.243.555,87	1.936.138,33	2.174.119,95
-15%	649.532,65	2.155.074,17	1.924.621,93	2.102.997,23
-10%	1.062.898,13	2.066.592,48	1.913.031,33	2.031.874,52
-5%	1.476.263,61	1.978.110,79	1.901.366,91	1.960.751,81
0%	1.889.629,09	1.889.629,09	1.889.629,09	1.889.629,09
5%	2.302.994,57	1.801.147,40	1.877.818,28	1.818.506,38
10%	2.716.360,05	1.712.665,71	1.865.934,89	1.747.383,67
15%	3.129.725,53	1.624.184,01	1.853.979,33	1.676.260,95
20%	3.543.091,01	1.535.702,32	1.841.952,05	1.605.138,24
25%	3.956.456,49	1.447.220,63	1.829.853,46	1.534.015,52
30%	4.369.821,97	1.358.738,93	1.817.684,00	1.462.892,81

Πίνακας 22 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει (α) της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, (β) της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού, (γ) της τιμής του επιτοκίου δανεισμού και (δ) του φορολογικού συντελεστή – Σενάριο 1

Το διάγραμμα 5 απεικονίζει την ευαισθησία της επένδυσης στις αλλαγές της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού, της τιμής του επιτοκίου δανεισμού και της τιμής του φορολογικού συντελεστή για το Σενάριο 1. Είναι φανερό ότι η αλλαγή σε κάθε ένα από τα στοιχεία των ΚΠΑβ (τιμή ενσιρώματος καλαμποκιού), ΚΠΑγ (επιτόκιο δανεισμού) και ΚΠΑδ (φορολογικός συντελεστής) έχει ελάχιστη επίδραση στην ΚΠΑ δεδομένου ότι οι ευθείες αυτές έχουν ελάχιστη κλίση. Αντίθετα οι μεταβολές της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, που έχει έντονη κλίση επηρεάζουν σημαντικά την ΚΠΑ. Οποιαδήποτε μείωση της τιμής πώλησης σε επίπεδα κάτω των 0,18€/kWh θα καθιστούσε αυτόματα την επένδυση μη βιώσιμη.

## Ανάλυση ευαισθησίας ΚΠΑ - Σενάριο 1



Διάγραμμα 5 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ ως προς τη μεταβολή (α) της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, (β) της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού, (γ) τη τιμής του επιτοκίου δανεισμού και (δ) του φορολογικού συντελεστή – Σενάριο 1

### 5.5 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ – Σενάριο 2

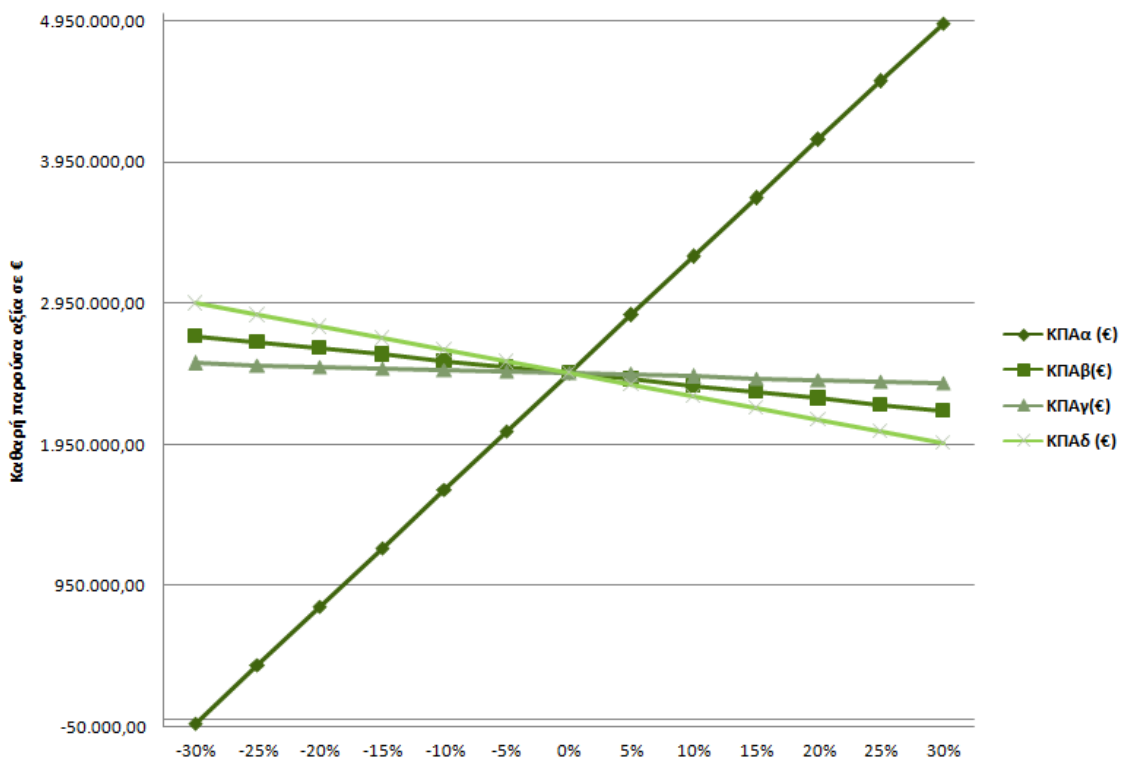
Στον πίνακα 23, παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της επίδρασης που έχει στην ΚΠΑ της επένδυσης η μεταβολή των προσδιοριστικών παραγόντων της παρούσας επένδυσης για το Σενάριο 2.

Ποσοστιαία μεταβολή στις αρχικές τιμές	ΚΠΑα (€) Μεταβολή στην τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	ΚΠΑβ(€) Μεταβολή στην τιμή προμήθειας ενσιρώματος καλαμποκιού	ΚΠΑγ(€) Μεταβολή στην τιμή του επιτοκίου δανεισμού	ΚΠΑδ (€) Μεταβολή στην τιμή του φορολογικού συντελεστή
<b>-30%</b>	-25.873,62	2.719.764,34	2.523.637,08	2.950.249,97
<b>-25%</b>	387.491,86	2.675.523,49	2.512.270,28	2.867.594,85
<b>-20%</b>	800.857,34	2.631.282,65	2.500.828,50	2.784.939,73
<b>-15%</b>	1.214.222,82	2.587.041,80	2.489.312,10	2.702.284,61
<b>-10%</b>	1.627.588,30	2.542.800,95	2.477.721,50	2.619.629,50
<b>-5%</b>	2.040.953,78	2.498.560,11	2.466.057,08	2.536.974,38
<b>0%</b>	2.454.319,26	2.454.319,26	2.454.319,26	2.454.319,26
<b>5%</b>	2.867.684,74	2.410.078,41	2.442.508,45	2.371.664,14
<b>10%</b>	3.281.050,22	2.365.837,57	2.430.625,05	2.289.009,02
<b>15%</b>	3.694.415,70	2.321.596,72	2.418.669,50	2.206.353,90
<b>20%</b>	4.107.781,18	2.277.355,87	2.406.642,22	2.123.698,79
<b>25%</b>	4.521.146,66	2.233.115,03	2.394.543,63	2.041.043,67
<b>30%</b>	4.934.512,14	2.188.874,18	2.382.374,17	1.958.388,55

Πίνακας 23 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς την ΚΠΑ συναρτήσει (α) της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, (β) της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού, (γ) του επιτοκίου δανεισμού και (δ) του φορολογικού συντελεστή – Σενάριο 2

Το διάγραμμα 6 απεικονίζει την ευαισθησία της επένδυσης στις αλλαγές της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και της τιμής προμήθειας του ενσιρώματος καλαμποκιού, της τιμής του επιτοκίου δανεισμού και της τιμής του φορολογικού συντελεστή για το Σενάριο 2. Όπως και στην περίπτωση του Σεναρίου 1, αποδεικνύεται ότι κάθε αλλαγή σε ένα από τα στοιχεία των ΚΠΑβ (τιμή ενσιρώματος καλαμποκιού), ΚΠΑγ (επιτόκιο δανεισμού) και ΚΠΑδ (φορολογικός συντελεστής) έχει ελάχιστη επίδραση στην ΚΠΑ δεδομένου ότι οι ευθείες αυτές έχουν ελάχιστη κλίση. Αντίθετα οι μεταβολές της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, που έχει έντονη κλίση επηρεάζουν σημαντικά την ΚΠΑ. Οποιαδήποτε μείωση της τιμής πώλησης σε επίπεδα κάτω των 0,169€/kWh θα καθιστούσε την επένδυση μη βιώσιμη.

### Ανάλυση ευαισθησίας ΚΠΑ - Σενάριο 2



Διάγραμμα 6 Απεικόνιση της μεταβολής της ΚΠΑ ως προς τη μεταβολή (α) της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, (β) της τιμής προμήθειας του ενσιρόματος καλαμποκιού, (γ) του επιτοκίου δανεισμού και (δ) του φορολογικού συντελεστή – Σενάριο 2

## Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, έχοντας ολοκληρώσει και τις τρεις μεθόδους αξιολόγησης επενδύσεων και υπολογίζοντας το καθαρό περιθώριο κέρδους αλλά και την απόδοση ιδίων κεφαλαίων καταλήγουμε στο αποτέλεσμα ότι και οι δύο επενδύσεις είναι συμφέρουσες και ελκυστικές. Βάσει των αποτελεσμάτων των μεθόδων αξιολόγησης και των δεικτών απόδοσης και κερδοφορίας, το Σενάριο 2, που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη κοπριά αγελάδων, αχυροστρωμή και ενσίρωμα καλαμποκιού αποτελεί ελκυστικότερη επένδυση σε σύγκριση με το Σενάριο 1, που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη μόνο κοπριά αγελάδων και ενσίρωμα καλαμποκιού. Παρόλο που στο Σενάριο 2, η ποσότητα του ενσιρώματος καλαμποκιού μειώθηκε σε ποσοστό 50% (αυτό συνεπάγεται μείωση κατά 50% στο κόστος προμήθειας των πρώτων υλών) και το μεταφορικό κόστος των πρώτων υλών σχεδόν διπλασιάστηκε (από 34.420€ στο σενάριο 1 ανήλθε στα 75.600€ στο σενάριο 2), παρατηρείται για το Σενάριο 2 υψηλότερο προεξοφλητικό ποσοστό απόδοσης (IRR) κατά 3% περίπου, η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης είναι υψηλότερη κατά 29,88% (564.460,17€) και η επανείσπραξη της αρχική χρηματικής εκροής του επενδυτή επιτυγχάνεται κατά 1,7 έτη νωρίτερα σε σύγκριση με το Σενάριο 1. Το περιθώριο κέρδους κατά μέσο όρο στην διάρκεια της εικοσαετίας είναι μεγαλύτερο κατά 5% στο Σενάριο 2, όπως μεγαλύτερη κατά 7% είναι η απόδοση ιδίων κεφαλαίων. Αν παραβλέψουμε τη δυσκολία ανεύρεσης της αχυροστρωμής και του μειονεκτήματος της λόγω της ύπαρξης μέσα σε αυτή υλικών όπως πέτρες και μεταλλικά αντικείμενα, που δυσκολεύουν τη μεταφορά της αλλά την καθιστούν και επικίνδυνη για τον εξοπλισμό της μονάδας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ανάμεσα στις δύο επενδύσεις, η επένδυση του Σεναρίου 2 είναι περισσότερο συμφέρουσα.

Από την ανάλυση ευαισθησίας προκύπτει ότι η μεταβολή στις παραμέτρους: τιμή προμήθειας πρώτης ύλης (ενσίρωμα καλαμποκιού), επιτόκιο δανεισμού και φορολογικός συντελεστής, επηρεάζουν ελάχιστα την κερδοφορία της επένδυσης, σε αντίθεση με την παράμετρο της τιμής αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία διαδραματίζει τον πρωταρχικό ρόλο στην αξιολόγηση της επένδυσης.

Εν κατακλείδι, οι δείκτες όλων των σεναρίων που αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία δείχνουν ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο αποτελεί μια ιδιαίτερα ελκυστική επένδυση, με υψηλά ποσοστά αποδόσεων και ανταποδοτικότητας



προς τους επενδυτές, εμφανέστατα υψηλότερα από οποιοδήποτε επενδυτικό και καταθετικό επιτόκιο στην αγορά.

Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την επένδυση είναι η δραστική αλλαγή της τιμολογιακής πολιτικής του κράτους, η αδυναμία κάλυψης των αναγκών της πρώτης ύλης π.χ. λόγω συγκέντρωσης πολλών ομοειδών μονάδων σε κοντινές μεταξύ τους περιοχές, συχνές βλάβες του εξοπλισμού ή του ηλεκτρικού δικτύου με αποτέλεσμα τη διακοψιμότητα της συνεχούς λειτουργίας της μονάδας και τέλος η εκτόξευση του κόστους διαχείρισης των υπολλειμάτων της μονάδας.

Πρόσφορο πεδίο μελλοντικής έρευνας αποτελούν ζητήματα όπως η 100% αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την κάυση του βιοαερίου (π.χ χρήση σε θερμοκήπια ή διοχέτευση σε δίκτυο τηλεθέρμανσης). Επίσης αξίζει να αξιολογηθεί η επεξεργασία του χωνεμένου υπολείμματος ώστε να αποτελέσει προϊόν πώλησης (εδαφοβελτιωτικό) και να επιφέρει επιπλέον έσοδα στη μονάδα. Μία ακόμη κατεύθυνση προς την οποία κινείται η ευρωπαϊκή και παγκόσμια αγορά βιοαερίου είναι η απευθείας πώληση του βιομεθανίου αντί της καύσης του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνοντας έτσι το βαθμό απόδοσης της μονάδας. Τέλος, διαπιστώνεται στην ελληνική αγορά η τάση των επενδυτών μονάδων βιοαερίου να επαυξάνουν την εγκατεστημένη ισχύ των υφιστάμενων μονάδων τους, καθώς μια μικρή επαύξηση στις υποδομές της επένδυσης (οικοδομικά, μηχανολογικός εξοπλισμός) φαίνεται να λειτουργεί πολλαπλασιαστικά στην εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας. Μελλοντικό σενάριο αξιολόγησης θα μπορούσε να είναι το ύψος της επένδυσης που απαιτείται για μια μονάδα βιοαερίου διπλάσιας ονομαστικής ισχύος (1MW) και κατά πόσο ο προϋπολογισμός του έργου διπλασιάζεται αναλογικά ή είναι σημαντικά μειωμένος.

## Βιβλιογραφία

- ✓ AL Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Kottner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., & Janssen, R., (2008). *Biogas handbook*. Esbjerg, University of Southern Denmark Esbjerg.
- ✓ Barker, A., Billington, S., Clark, M., Lewney, R., and Paroussos, L., (2016). *EU energy trends and macroeconomic performance*. Deliverable D1 Study on the Macroeconomics of Energy and Climate Policies. European Commission. Available at: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ENER%20Macro-Energy\\_Trends-Macroeconomic-Performance\\_D1%20Final%20%28Ares%20registered%29.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ENER%20Macro-Energy_Trends-Macroeconomic-Performance_D1%20Final%20%28Ares%20registered%29.pdf)
- ✓ Blades, L., Morgan, K., Douglas, R., Glover, S., De Rosa, M., Cromie, T. and Smyth, B. (2019). Circular Biogas-Based Economy in a Rural Agricultural Setting. *Energy Procedia*, vol. 123, pages 89-96
- ✓ Braun, R., and Wellinger, A., (2011). Potential of Co-digestion. IEA Bioenergy: Task 37- Energy from Biogas and Landfill Gas. Available at: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2003/12/Potential-of-Codigestion-short-Brosch221203.pdf>
- ✓ Bruns, S., (2012). *The Role of Energy in Economic Production – Empirical Evidence from a Biophysical Perspective: A Preliminary Assessment*. Written for the Schumpeter Conference in Brisbane 2<sup>nd</sup>
- ✓ Cleveland, C., Costanza, R., Hall, C., Kaufmann, R., (1984). *Energy and the US economy: a biophysical perspective*. *Science* 225 (4665), 890.
- ✓ COM (97) 599 final. *Energy for the future: Renewable sources of energy*. White Paper for a Community strategy and action plan. Communication from the, 1997. Available at: [https://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/pdf/com97\\_599\\_en.pdf](https://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf)
- ✓ COM (2007a) 1 final. *An Energy Policy for Europe*. Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament, 2007. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0001:FIN:EN:PDF>
- ✓ COM (2007b) 2 final. *Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius. The way ahead for 2020 and beyond*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee

- and the Committee of the Regions, 2007. Available at:  
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0002:FIN:EN:PDF>
- ✓ COM (2011) 112 final. *A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2012. Available at:  
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF>
  - ✓ COM (2011) 885 final. *Energy Roadmap 2050*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2011. Available at:  
[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/roadmap2050\\_ia\\_20120430\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/roadmap2050_ia_20120430_en_0.pdf)
  - ✓ COM (2014) 15 final. *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2014. Available at:  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0015&from=EN>
  - ✓ Cucchiella, F., D’Adamo, I., Gastaldi, M. (2019). *An economic analysis of biogas-biomethane chain from animal residues in Italy*. J. Clean. Prod. 2019,230, 888–897
  - ✓ Dagoumas, A., and Kitsios, F., (2014). *Assessing the impact of the economic crisis on energy poverty in Greece*. Sustainable Cities and Society, 13, 267-278
  - ✓ Energypress, (2019). *To 2019 είναι η καλύτερη χρονιά των φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη από το 2010 με εγκαταστάσεις 16,7 GW*. Available at:  
<https://energypress.gr/news/2019-einai-i-kalyteri-hronia-ton-fotovoltaikon-stin-eyropi-apo-2010-me-egkatastaseis-167-gw>
  - ✓ European Biogas Association (EBA), (2018). *Statistical Report of the European Biogas Association 2018*. Brussels, Belgium, December 2018. Available at:  
[https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/11/EBA\\_report2018\\_abridged\\_A4\\_vers12\\_220519\\_RZweb.pdf](https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/11/EBA_report2018_abridged_A4_vers12_220519_RZweb.pdf)
  - ✓ Eurostat, (2019). *Renewable energy statistics - Statistics Explained*. Available at:  
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics->

[explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics#Renewable\\_energy\\_produced\\_in\\_the\\_EU\\_increased\\_by\\_two\\_thirds\\_in\\_2007-2017](#)

- ✓ Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., Briseid, T., (2018). *The role of Anaerobic Digestion and Biogas in the Circular Economy*. Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37, 2018: 8
- ✓ Ferella, F., Cucchiella, F., D’Adamo, I., Gallucci, K., (2019). *A techno-economic assessment of biogas upgrading in a developed market*. J. Clean. Prod. 2019, 210, 945–957
- ✓ Ferroukhi, R., Lopez-Peña, A., Kieffer, G., Nagpal, D, Hawila, D, Khalid, A., El-Katiri, L, Vinci, S and Fernandez, A., (2016). *Renewable Energy Benefits: Measuring the Economics*. International Renewable Energy Agency. Available at: [http://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena\\_measuring-the-economics\\_2016.pdf](http://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_measuring-the-economics_2016.pdf)
- ✓ Human Development Report (HDI) 2007/2008. *Fighting Climate Change: Human Solidarity in a divided world*. Published for the United Nations Development Programme (UNDP). Available at: [http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/268/hdr\\_20072008\\_en\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/268/hdr_20072008_en_complete.pdf)
- ✓ ICAPGroup (2017). Προμηθευτές Συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Κλαδική Μελέτη. Αθήνα: ICAP Group.
- ✓ IEA (International Energy Agency), (2017). *Energy Policies of IEA Countries: Greece, 2017 Review*. Available at: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesGreeceReview2017.pdf>
- ✓ IRENA (International Renewable Energy Agency) (2015), *REthinking Energy: Renewable Energy and Climate Change*.
- ✓ IRENA (2017), *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- ✓ Markaki, M., Belegri-Roboli, A., Michailides, P., Mirasgelidis, S. and Lalas, D., (2012). *The impact of clean energy investments on the Greek economy: An input-output analysis (2010-2020)*. Energy Policy, 57, 263-275
- ✓ Meyer, AKP, Ehimen, EA & Holm-Nielsen, JB., (2018). *Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production*. Biomass and Bioenergy, vol. 111, pp. 154-164.
- ✓ REN21, (2019). *Renewables 2019 Global Status Report*.(Paris: REN21

Secretariat).ISBN 978-3-9818911-7-1

- ✓ Safa, H., (2017). *The Impact of Energy on Global Economy*. International Journal of Energy Economics and policy, 7 (2), 287-295
- ✓ Scarlat, N. & Dallemand, JF & Fahl, F., (2018). *Biogas: Developments and perspectives in Europe*. Renewable Energy, Elsevier, vol. 129(PA), pages 457-472.
- ✓ Stambolis, C., (2016). *Investment prospects in the Greek Energy Sector*. 5th Arab-Hellenic Economic Forum 2016. Institute of Energy for S.E. Europe (IENE), Athens. Available at:  
<https://www.arabhellenicchamber.gr/wp-content/uploads/2017/03/4.-Costis-Stambolis-5th-Arab-Hellenic-Economic-Forum.pdf>
- ✓ The Official Information Portal on Anaerobic Digestion, (2020). *Feedstocks*. Available at: <http://www.biogas-info.co.uk/about/feedstocks/>
- ✓ Wilken, D., Rauh, S., Bontempo, G., Hofmann, F., Strippel, F. and Kramer, A., (2019). *Biowaste to biogas*. Fachverband Biogas e. V. Available at:  
<https://biowaste-to-biogas.com/Download/biowaste-to-biogas.pdf>
- ✓ World Bank, (2017). *Gross domestic product (GDP)*. World Bank Group. Available at:  
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=GR>
- ✓ World Biogas Association (WBA), (2019). *The contribution of Anaerobic Digestion and Biogas towards achieving the UN Sustainable Development Goals*. Available at:  
[http://www.worldbiogasassociation.org/wpcontent/uploads/2018/12/WBA\\_SDG\\_BiogasReport.pdf](http://www.worldbiogasassociation.org/wpcontent/uploads/2018/12/WBA_SDG_BiogasReport.pdf)
- ✓ Αλεξανδρίδης K., (2017). *Βιομάζα για παραγωγή βιοαερίου από τη σκοπιά των παραγωγών*. Παρουσίαση στα πλαίσια του BuildingGreenOpenSpace 2017
- ✓ Διοικητική Λογιστική, (2019), Σημειώσεις του Καθηγητή Θεοφάνη Καραγιώργου στα πλαίσια του ομώνυμου μαθήματος του Β' Εξαμήνου
- ✓ Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), 2015. *Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα γουνοφόρων ζώων: τεχνολογίες και καλές πρακτικές*. Δρ. Ν. Μαργαρίτης, Δρ. Π. Γραμμέλης, Επιχειρηματική ανακάλυψη στη Δυτική Μακεδονία: Θεματική ημερίδα του κλάδου της γούνας, Μέρος 2: Εκτροφή Γουνοφόρων Ζώων.
- ✓ Ελληνικός Σύνδεσμος Παραγωγών Βιοαερίου(ΕΣΠΑΒ), (2019). *Χάρτης Μονάδων Βιοαερίου στην Ελλάδα*. Available at: <https://habio.gr/el/chartes/>

- ✓ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), (2012). *Νομοθεσία και διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης σταθμών συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘ) με χρήση βιοαερίου*. Αντώνης Κατσαμάς, Παρουσίαση Biogasin, Αποκεντρωμένη Διοίκηση Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας. Διευθυνση Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού Θεσσαλίας.  
ΚΕΠΕ (Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών), (2014). *Ελληνική οικονομία: Ειδικό τεύχος Ενέργεια*. Available at:  
[https://www.kepe.gr/images/ellhnikh\\_oikonomia/ellhnikh\\_oikonomia\\_energeia\\_gr.pdf](https://www.kepe.gr/images/ellhnikh_oikonomia/ellhnikh_oikonomia_energeia_gr.pdf)
- ✓ Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 49828/2008, *Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού*, ΦΕΚ 2464B/3-12-2008. Available at:  
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=zkmN5DrZKKo%3D&tabid=513>
- ✓ ΛΑΓΗΕ (Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας), (2019). *Βιομάζα&Βιοκαύσιμα*. Available at:  
<http://www.lagie.gr/systima-eggymenon-timon/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/>
- ✓ Νόμος 4414/2016. *Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης- Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις*.
- ✓ Ταμπακούδης, Ι., (2019). *Σύγχρονη Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Επενδύσεις*. Κεφάλαιο 8: Ανάλυση Οικονομικών Καταστάσεων. Σημειώσεις στα πλαίσια του ομώνυμου μαθήματος του Γ' Εξαμήνου
- ✓ Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΚΑ), (2019a). *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Available at:  
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR>
- ✓ ΥΠΕΚΑ, (2019b). *Αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου αδειοδότησης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε & Σ.Η.Θ.Υ.Α*. 1η Συνεδρίαση της Επιτροπής ΑΠΕ, Σδούκου Αλεξάνδρα, Γενική Γραμματέα Ενέργειας & Ορυκτών Πρώτων Υλών, Αθήνα, 04/11/2019. Available at:  
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=Psbifq1BapM=&tabid=37&langua>

ge=el-GR

- ✓ Υπουργική Απόφαση 1958/2012 - ΦΕΚ 21/Β/13-1-2012. *Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.09.2011 (Φ.Ε.Κ. Α'209/2011)*
- ✓ Χρηματοοικονομική Διοίκηση, (2019), Σημειώσεις του Καθηγητή Ιορδάνη Ελευθεριάδη στα πλαίσια του ομώνυμου μαθήματος του Β' Εξαμήνου
- ✓ Χριστόπουλος Χ. Γεώργιος, 2018. *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων: Εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο με χρήση βιομάζας & αγροτικών αποβλήτων και υπολειμμάτων ισχύος 499 kWe. Αθήνα, Μάρτιος, 2018*