



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

2η Κατεύθυνση Σπουδών  
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ"

Διπλωματική Εργασία:

**Αξιολόγηση εξωτερικότητας εγκαταστάσεων βιοαερίου**

**Μπαλάσκας Αναστάσιος**

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου  
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών"

**Επιβλέπων: Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος**

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος  
Αν. Καθηγητής Δ. Δαμίγος  
Επ. Καθηγητής Ν. Μαμάσης

**Αθήνα, Μάρτιος 2015**

**Περιβάλλον  
και ανάπτυξη**



# **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

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

**2η Κατεύθυνση Σπουδών  
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ"**

Διπλωματική Εργασία:

**Αξιολόγηση εξωτερικότητας εγκαταστάσεων βιοαερίου**

**Μπαλάσκας Αναστάσιος**

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου  
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών"

**Επιβλέπων: Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος**

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγητής Δ.Καλιαμπάκος  
Αν.Καθηγητής Δ.Δαμίγος  
Επ.Καθηγητής Ν.Μαμάσης

**Αθήνα, Μάρτιος 2015**

**Περιβάλλον  
και ανάπτυξη**



## Πίνακας περιεχομένων

1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ .....	1
1.1 Αιτίες και επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής .....	1
1.2 Πολιτικές για την κλιματική αλλαγή .....	2
1.2.1 Διεθνείς Πολιτικές .....	2
1.2.2 Ευρωπαϊκές πολιτικές .....	3
2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	6
2.1 Εγκατεστημένη ισχύς και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ .....	8
3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....	11
3.1 Μέθοδοι παραγωγής βιοαερίου .....	12
3.2 Συστήματα Αναερόβιας Χώνευσης .....	13
3.3 Οφέλη από τη χρήση του Βιοαερίου .....	15
3.4 Ελληνική και Διεθνής εμπειρία εφαρμογής τεχνολογιών βιοαερίου .....	15
4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΕ .....	17
4.1 Μηχανισμός εγγυημένων σταθερών τιμών (F.I.Ts).....	18
4.1.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό εγγυημένων σταθερών τιμών.....	20
4.2 Μηχανισμός εγγυημένων διαφορικών τιμών (F.I.Ps).....	20
4.2.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό εγγυημένων διαφορικών τιμών .....	21
4.3 Μηχανισμός ρύθμισης της ποσότητας ισχύος (quota systems) .....	21
4.3.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό ρύθμισης της ποσότητας ισχύος.....	22
4.4 Δημοπρασίες ή/και σύστημα υποβολής προσφορών.....	22
4.5 Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα .....	23
5. ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ .....	25

5.1 Νεοκλασική οικονομική θεωρία της ευημερίας και οικονομικά του περιβάλλοντος.....	25
5.2 Εξωτερικές οικονομίες .....	30
5.3 Εξωτερικές οικονομίες της ηλεκτροπαραγωγής.....	33
5.3.1 Εξωτερικότητες μονάδων βιοαερίου .....	34
5.4 Αξιοποίηση εξωτερικών οικονομιών στη διαμόρφωση πολιτικών .....	35
<b>6. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ.....</b>	<b>38</b>
6.1 Χρηματοοικονομική ανάλυση.....	38
6.2 Κοινωνικοοικονομική ανάλυση .....	39
6.3 Κριτήρια αξιολόγησης.....	42
<b>7. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ .....</b>	<b>45</b>
7.1 Μονάδες υπό αξιολόγηση .....	45
7.2 Παραδοχές χρηματοοικονομικής αξιολόγησης.....	46
7.3 Παραδοχές κοινωνικοοικονομικής αξιολόγησης .....	49
7.3.1 Εξωτερικό όφελος από τη δημιουργία άμεσων θέσεων εργασίας .....	49
7.3.2. Εξωτερικό όφελος από τη μείωση της αέριας ρύπανσης και της διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων .....	50
7.3.3 Διόρθωση τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας .....	53
7.3.4 Φόροι – Δασμοί – Επιχορηγήσεις – Κόστος Επένδυσης.....	54
7.3.5 Λογιστική τιμή για τον μισθό – Σκιάδης μισθός.....	54
7.3.6 Χρήση Υποδομών – Έμμεσοι Φόροι .....	55
<b>8. ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ και ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>56</b>
8.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	58
1 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	58
2 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	59

3 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	61
4 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	62
5 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	63
6 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	65
7 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	66
8 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	67
9 <sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου .....	69
8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	78
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	83

## **Ευρετήριο Πινάκων**

Πίνακας 1: Εγκατεστημένη Καθαρή Ισχύς στην Επικράτεια .....	9
Πίνακας 2: Σύνολο Εισαγωγών και Καθαρής Παραγωγής Η/Ε το έτος 2014 για την Επικράτεια .....	9
Πίνακας 3:Επωνυμία, Θέση και Ισχύς λειτουργούντων σταθμών βιοαερίου, (Πηγή, <a href="http://www.resoffice.gr">www.resoffice.gr</a> ) .....	16
Πίνακας 4: Διορθωτικές παρεμβάσεις που απαιτούνται στον πίνακα των ταμειακών ροών.....	41
Πίνακας 5: Ισχύς και τοποθεσία μονάδας βιοαερίου για τις μελέτες περίπτωσης...45	
Πίνακας 6: Συντελεστές απόσβεσης πάγιων στοιχείων βάσει του Άρθρου 24 του Ν. 4172/2013 .....	48
Πίνακας 7: Υπολογισμός μείωσης αέριων εκπομπών από την υλοποίηση του έργου .....	51
Πίνακας 8: Εξωτερικό κόστος αέριων εκπομπών (€/tn) .....	52
Πίνακας 9: Αποτελέσματα αξιολόγησης 1 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	58
Πίνακας 10: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 1 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	59

Πίνακας 11: Αποτελέσματα αξιολόγησης 2 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	60
Πίνακας 12: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 2 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	60
Πίνακας 13: Αποτελέσματα αξιολόγησης 3 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	61
Πίνακας 14: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 3 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	61
Πίνακας 15: Αποτελέσματα αξιολόγησης 4 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	62
Πίνακας 16: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 4 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	63
Πίνακας 17: Αποτελέσματα αξιολόγησης 5 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	64
Πίνακας 18: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 5 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	64
Πίνακας 19: Αποτελέσματα αξιολόγησης 6 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	65
Πίνακας 20: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 6 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	65
Πίνακας 21: Αποτελέσματα αξιολόγησης 7 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	66
Πίνακας 22: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 7 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	67
Πίνακας 23: Αποτελέσματα αξιολόγησης 8 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	68
Πίνακας 24: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 8 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	68
Πίνακας 25: Αποτελέσματα αξιολόγησης 9 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	69
Πίνακας 26: Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 9 <sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου .....	69
Πίνακας 27: Εξωτερικό όφελος ανά MWh για τιμή CO <sub>2</sub> = 33,6€/tn .....	71
Πίνακας 28: Εξωτερικό όφελος ανά MWh για τιμή CO <sub>2</sub> = 5.94€/tn .....	72
Πίνακας 29: ΚΚΠΑ και ΚΕΒΑ για τιμή CO <sub>2</sub> = 33,6€/tn και για τιμή CO <sub>2</sub> = 5.94€/tn ....	74
Πίνακας 30: Ανοιγμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (LCOE) .....	75
Πίνακας 31: Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή για τιμή CO <sub>2</sub> =33,6€/tn .....	76
Πίνακας 32: Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή για τιμή CO <sub>2</sub> =5,94€/tn .....	77
Πίνακας 33: Τιμή υπολογισμού NO <sub>x</sub> .....	83
Πίνακας 34: Τιμή υπολογισμού SO <sub>2</sub> .....	84
Πίνακας 35: Τιμή υπολογισμού PM <sub>10</sub> .....	84

Πίνακας 36: Τιμή υπολογισμού άμεσων θέσεων εργασίας.....	85
Πίνακας 37: Τιμή υπολογισμού εξωτερικού κόστους διάθεσης απορριμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α. ....	85
Πίνακας 38: Παράδειγμα πίνακα υπολογισμού ταμειακών ροών στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση. ....	86
Πίνακας 39: Παράδειγμα πίνακα υπολογισμού ταμειακών ροών στη χρηματοοικονομική ανάλυση.....	86
Πίνακας 40: Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας βάση του (Ν.4254/2014).....	86

## **Ευρετήριο Σχημάτων**

Σχήμα 1: Η κατερχόμενη καμπύλη ζήτησης.....	26
Σχήμα 2: Το όφελος του καταναλωτή για τιμή αγαθού $p$ .....	26
Σχήμα 3: Η ανερχόμενη καμπύλη προσφοράς.....	27
Σχήμα 4:Το όφελος του παραγωγού για τιμή αγαθού $p$ .....	28
Σχήμα 5: Ισορροπία προσφοράς $S$ και ζήτησης $D$ .....	29
Σχήμα 6:Προσδιορισμός τιμής προϊόντος σε συνθήκες “τέλειας” αγοράς. ....	30

## **Ευρετήριο Εικόνων**

Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής βιοαερίου.....	14
Εικόνα 2: Μηχανισμοί στήριξης ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση (πηγή:Ecofys, 2013)..	18



## Συντμήσεις – Αρκτικόλεξα – Ακρωνύμια

Ακρωνύμια και ανάπτυξή τους

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
CCS	Τεχνολογίες Δέσμευσης και Αποθήκευση του Διοξειδίου του Άνθρακα
ETS	Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
CEP	Climate and Energy Package
QELRO	Quantified Emission Limitation or Reduction Objective
UNCSD	Επιτροπής Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ
ECOSOC	Οικονομικό και Κοινωνικό Συμβούλιο του ΟΗΕ
IEG	International Environmental Governance
ΑΧ	Αναερόβια Χώνευση
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων
ΜΕΚ	Μηχανή Εσωτερικής Καύσης
F.I.Ts	feed-in-tariffs
F.I.Ps	feed-in-premiums
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία
ΕΒΑ	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης
ΚΚΠΑ	Κοινωνική Καθαρή Παρούσα Αξία
ΚΕΒΑ	Κοινωνικός Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης
ΚΤΡ	Καθαρή Ταμειακή Ροή
ΣΣΜ	Συνήθης Συντελεστής Μετατροπής
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ενέργειας
ΦΠΑ	Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
C.I.F	Cost Insurance Freight
F.O.B	Free On Board

DECC	Department of Energy and Climate Change, UK
CAFE	Clean Air For Europe
VOLY	Value Of a Life Year Lost
VSL	Value of Statistical Life
ΑΦΘ	Αέρια Φαινομένου θερμοκηπίου
ΜΣΘ	Μέση Στάθμη Θάλασσας
MWh	Μεγαβατώρα
MWel	Μεγαβάτ ηλεκτρικά
LCOE	Levelised Cost Of Energy

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κοινή παραδοχή περί κλιματικής αλλαγής, η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, η προσπάθεια βελτίωσης της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και η αύξηση της παραγωγικότητας οδήγησαν, μεταξύ άλλων, στην ανάγκη για εξεύρεση νέων μορφών ενέργειας, ανανεώσιμων και «ανεξάντλητων».

Από το 1990 η Ευρωπαϊκή Ένωση στην προσπάθεια της να προωθήσει τη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή έχει υιοθετήσει ένα σύνολο πολιτικών και δράσεων με αποκορύφωμα την Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Τα βασικότερα κίνητρα είναι οικονομικά, είτε με τη μορφή επιχορηγήσεων, είτε με τη μορφή υποστήριξης στην τιμή πώλησης (εγγυημένες σταθερές τιμές, premium σε σχέση με τη χονδρεμπορική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς, πράσινα πιστοποιητικά). Το ύψος της στήριξης καθορίζεται είτε από την αγορά μέσω διαγωνιστικής διαδικασίας είτε, στην περίπτωση που ρυθμίζεται διοικητικά, λαμβάνοντας υπόψη ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω κριτήρια: α) το ανοιγμένο κόστος παραγωγής κάθε τεχνολογίας ΑΠΕ, β) το αποφευγόμενο κόστος του υποκαθιστάμενου ορυκτού καυσίμου, γ) την προστιθέμενη αξία που προσφέρει κάθε τεχνολογία ΑΠΕ και δ) τις εξωτερικότητες που προκύπτουν από την ηλεκτροπαραγωγή μονάδων συμβατικών καυσίμων ή ΑΠΕ.

Στην Ελλάδα από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 (Ν. 2244/1994) για τη στήριξη των ΑΠΕ εφαρμόζεται το σύστημα των εγγυημένων σταθερών τιμών (Feed in Tariffs). Οι εγγυημένες σταθερές τιμές πώλησης που εφαρμόζονται σήμερα έχουν επιλεγεί με σκοπό να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων και να δημιουργείται επαρκές κίνητρο για τους επενδυτές, ενώ μόνο στην περίπτωση των υβριδικών σταθμών αντανακλούν επιπλέον και το κόστος του υποκαθιστάμενου ορυκτού καυσίμου.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται: α) να καταγραφούν και υπολογιστούν τα εξωτερικά οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία μονάδων παραγωγής βιοαερίου με την τεχνολογία της αναερόβιας χώνευσης, β) να αξιολογηθούν οι μονάδες βιοαερίου κοινωνικοοικονομικά και γ) να συγκριθεί η υφιστάμενη εγγυημένη τιμή που αφορά εγκαταστάσεις βιοαερίου με την τιμή που προκύπτει εάν ληφθούν επιπλέον υπόψη το ανοιγμένο κόστος παραγωγής, η προστιθέμενη αξία που παράγεται μέσω της δημιουργίας άμεσων θέσεων απασχόλησης και οι εξωτερικότητες που προκύπτουν από την ηλεκτροπαραγωγή μονάδων συμβατικών καυσίμων.

Εννέα μονάδες βιοαερίου, οι δύο από τις οποίες λειτουργούν ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται σε διάφορα στάδια της αδειοδοτικής διαδικασίας, χρησιμοποιούνται ως περιπτώσεις μελέτης. Αφού καταγραφούν και αποτιμηθούν τα εξωτερικά οφέλη, με τη χρήση του εργαλείου της ανάλυσης κόστους – οφέλους αξιολογείται η κοινωνικό-οικονομική σκοπιμότητα των μονάδων ενώ υπολογίζονται διακριτά το ανοιγμένο κόστος παραγωγής καθώς και το ανοιγμένο περιβαλλοντικό και κοινωνικό όφελος. Μάλιστα, το περιβαλλοντικό όφελος, σε ότι αφορά στην αποτίμηση του κόστους εκπομπών CO<sub>2</sub>, υπολογίζεται κάνοντας

χρήση αφενός της τιμής των 33,6 €/tn που αντανακλά το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών, αφετέρου των 5,94 €/tn που προκύπτει από το μηχανισμό δημοπράτησης.

Συμπερασματικά, το ανοιγμένο περιβαλλοντικό όφελος από την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος των μονάδων και κυμαίνεται στα 53 €/MWh για τιμή CO<sub>2</sub> ίση με 33,6 €/tn και στα 32 €/MWh για τιμή CO<sub>2</sub> ίση με 5,94 €/tn, ενώ το όφελος από τη διαχείριση των αποβλήτων εξαρτάται από το είδος του αποβλήτου και το μέγεθος της μονάδας. Επιπλέον, το ανοιγμένο κόστος παραγωγής εξαρτάται από τα λειτουργικά έξοδα της μονάδας και ειδικότερα από το κόστος μεταφοράς και απόκτησης της πρώτης ύλης που θα αποτελέσει το υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση.

Η πλειοψηφία των μονάδων αξιολογούνται ως κοινωνικά επωφελείς. Παρόλα αυτά, τρεις από τις εννέα εγκαταστάσεις εμφανίζουν αρνητική κοινωνική καθαρή παρούσα αξία, γεγονός που οφείλεται στο υψηλό κόστος μεταφοράς και απόκτησης της πρώτης ύλης.

Τα παραπάνω ευρήματα δείχνουν ότι ο μηχανισμός ενίσχυσης της συγκεκριμένης μορφής ΑΠΕ δεν στηρίζεται σε μια υγιή και χωρίς αμφισβήτηση κοινωνικοοικονομική ανάλυση. Με άλλα λόγια τα χρηματοοικονομικά εργαλεία ενίσχυσης των μονάδων βιοαερίου φαίνεται να μην απορρέουν από σωστή εκτίμηση των κοινωνικών ωφελειών που προκύπτουν από τη χρήση τους.

## Abstract

The common assumption of climate change, the need to protect the environment, the effort to improve the security of energy supply and the increase of productivity led, beyond others, to the need for finding new forms of energy, renewable and "inexhaustible".

Since 1990 the European Union in an effort to promote the use of RES technologies in power generation has adopted a set of policies and actions culminating in the Directive 2009/28 / EC. The main reason is financial motivation either as grants or as support to the sales price (guaranteed fixed prices, premium compared to the wholesale price of electricity from conventional power plants, green certificates). The level of support is determined either by the market through a tender procedure or, in case it is regulated administratively, by taking into account one or more of the following criteria: a) the reduced production costs of each technology RES b) the avoided cost of substituted fossil fuel, c) the added value offered by each RES technology and d) the externalities arising from fossil fuel power plants or renewable energy.

As far as RES is concerned Greece adopted the system of guaranteed fixed prices (Feed in Tariffs) since the mid-1990s (law. 2244/1994). Guaranteed fixed selling prices which are currently applied now are selected in order to ensure the sustainability of investment and to create sufficient incentives for investors while only in the case of hybrid plants do they reflect the cost of substituted fossil fuel.

This postgraduate thesis attempts to: a) Identify and calculate the external benefits resulting from the operation of biogas plants with the technology of anaerobic digestion, b) to assess the socio biogas plants and c) to compare the current guaranteed price on biogas with the value obtained when taking into account the additional reduced production costs, the added value generated by creating direct jobs and the externalities arising from electricity fossil fuel plants.

Nine biogas plants are used as case studies, two of which operate while the rest are in various stages of the licensing process. Once the external benefits are recorded and evaluated, we assess the socio-economic feasibility of discrete units with the use of cost analysis - benefit tool, and we calculate the reduced production costs as well as the reduced environmental and social benefit. Indeed, the environmental benefit, in terms of the valuation of CO<sub>2</sub> emission costs, can be calculated using both the price of 33, 6€ / tn reflecting the marginal abatement costs, and the price of 5, 94 € / tn resulting from the auction mechanism.

In conclusion, the reduced environmental benefit from the substitution of fossil fuel is non-dependent on the size of the units, and ranges from 53 € / MWh for CO<sub>2</sub> value equal to 33,6 € / tn and 32 € / MWh for CO<sub>2</sub> value equal to 5,94 € / tn, while the benefits of waste

management depends on the type of waste and the size of the unit. Furthermore, the reduced cost of production depends on the operating costs of the plant and particularly on the cost of the transport and the acquisition of raw material which will be the substrate for the anaerobic digestion.

The majority of the units are being assessed as socially beneficial. However, three of the nine facilities have negative social net present value due to the high costs of the transport and the acquisition of raw material.

These findings suggest that the mechanism of this kind of aid RES is not based on a healthy and unambiguous socioeconomic analysis. In other words, the financial tools for the support of biogas plants do not seem to derive from a proper assessment of the social benefits arising from their use.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί στα ορυκτά καύσιμα. Τα οφέλη από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν περιορίζονται μόνο στον τομέα του περιβάλλοντος, εξαιτίας των μειωμένων ή και μηδενικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά και αέριων ρύπων. Ταυτόχρονα η αξιοποίηση των ΑΠΕ παρουσιάζει και κοινωνικοοικονομικά οφέλη. Η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ για την κάλυψη των θερμικών και ηλεκτρικών αναγκών συμβάλλει επιπλέον στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας.

Απομονωμένες γεωργοκτηνοτροφικές περιοχές, όπως είναι οι ορεινές έχουν να ωφεληθούν σημαντικά σε όλους τους τομείς της πραγματικότητάς τους από τη διείσδυση των τεχνολογιών αυτών. Άλλωστε, η αξιοποίηση των τοπικών, ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την επίτευξη των στόχων της διεθνούς πολιτικής για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών (κεφ. 13, Agenda 21 του ΟΗΕ).

Παρά τις συνήθως πλούσιες σε ενεργειακούς πόρους ορεινές περιοχές, οι ορεινοί πληθυσμοί αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας. Οι ιδιαίτερα ψυχροί χειμώνες αυξάνουν τις ενεργειακές θερμικές ανάγκες, ενώ το εισόδημα των τοπικών κοινωνιών είναι χαμηλότερο από το αντίστοιχο στις αστικές περιοχές, εξαιτίας της έλλειψης σημαντικών παραγωγικών δραστηριοτήτων στις ορεινές περιοχές. Για το λόγο αυτό οι ορεινές περιοχές είναι κατά κανόνα ευάλωτες στην ενεργειακή φτώχεια. (Coello 2011; Κατσουλάκος 2011)

Μια κατεξοχήν τοπική ενεργειακή ανανεώσιμη πηγή είναι η βιομάζα. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αξιοποίησής της, με πιο συχνούς, την άμεση καύση της και την αναερόβια χώνευσή της. Η αξιοποίηση της βιομάζας μέσω της παραγωγής βιοαερίου κρίνεται πολύ θετική για τις απομονωμένες περιοχές γιατί εκτός των άλλων συνδυάζει την παραγωγή «καθαρής» ενέργειας με την ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων.

Στο πλαίσιο αυτό, στην παρούσα εργασία θα επιχειρηθεί η αξιολόγηση των εξωτερικοτήτων των εγκαταστάσεων βιοαερίου με απώτερο σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για το αν οι μονάδες βιοαερίου είναι κοινωνικά συμφέρουσες και αν οι εξωτερικότητες αυτές αντανακλούνται στην υφιστάμενη εγγυημένη τιμή.

Ειδικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, αφού αναλυθούν οι αιτίες και επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τεκμηριώνεται ότι η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή αποτελεί βασικό εργαλείο περιορισμού των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια, στο δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες ΑΠΕ με έμφαση στις μονάδες βιοαερίου. Στο τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο

αναπτύσσονται αντίστοιχα οι μηχανισμοί στήριξης που εφαρμόζονται για την προώθηση των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και οι εξωτερικές οικονομίες με έμφαση στην αξιοποίηση των τελευταίων για τη διαμόρφωση πολιτικών. Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα εργαλεία της χρηματοοικονομικής και κοινωνικό-οικονομικής ανάλυσης, ενώ στα δύο τελευταία κεφάλαια, κάνοντας χρήση πραγματικών δεδομένων από μονάδες βιοαερίου που βρίσκονται σε διάφορες φάσεις της αδειοδοτικής διαδικασίας, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης.



# 1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

## 1.1 Αιτίες και επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής

Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, η αλλαγή της κατανομής των βροχοπτώσεων, ο αυξημένος ρυθμός τήξης των παγετώνων, η αύξηση της παγκόσμιας ΜΣΘ καταδεικνύουν ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί γεγονός.

Ως κλιματική αλλαγή νοείται η μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα οι μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), ως κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια.

Σύμφωνα με το IPCC η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου ως απόρροια των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, κα) αλλά και των φυσικών διεργασιών (υδρατμοί) είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνη για την αύξηση της θερμοκρασίας από τα μέσα του 20ού αιώνα.

Οι κύριες πηγές ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) στην παραγωγή ηλεκτρισμού, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά (CO<sub>2</sub>).
- η γεωργία (CH<sub>4</sub>) και οι αλλαγές στη χρήση της γης, όπως είναι η από-δάσωση (CO<sub>2</sub>).
- το εκπεμπόμενο μεθάνιο από τους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (CH<sub>4</sub>).
- η χρήση βιομηχανικών φθοριούχων αερίων.

Η παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά περίπου 0,8°C τα τελευταία 150 χρόνια (IPCC, 2002) και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω. Μια αύξηση μεγαλύτερη των 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα θα αυξήσει την πιθανότητα εμφάνισης ακραίων και μη αναστρέψιμων επιδράσεων. Ως εκ τούτου, στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC) έχει αναγνωρισθεί ο στόχος περιορισμού της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή κάτω των 2°C.

Οι μεγαλύτερες αυξήσεις της θερμοκρασίας απαντώνται στη νότια Ευρώπη και στην Αρκτική ενώ οι μεγαλύτερες μειώσεις του ύψους των κατακρημνίσεων εμφανίζονται στη νότια Ευρώπη. Οι προβλεπόμενες αυξήσεις της έντασης και της συχνότητας των καυσώνων και των πλημμυρών, καθώς και οι αλλαγές στην κατανομή ορισμένων μολυσματικών ασθενειών και της γύρης επηρεάζουν δυσμενώς την ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με το IPCC.

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί πρόσθετη πίεση στα οικοσυστήματα, οδηγώντας σε μετακινήσεις πολλών φυτικών ειδών και ζώων προς τα βόρεια και προς πιο ορεινές περιοχές. Το γεγονός αυτό έχει αρνητικές επιπτώσεις στη γεωργία, τη δασοκομία, την παραγωγή ενέργειας, τον τουρισμό και τις υποδομές γενικότερα.

Οι περιφέρειες της Ευρώπης που είναι ιδιαίτερα ευπαθείς στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνουν:

- τη νότια Ευρώπη και τη λεκάνη της Μεσογείου (λόγω της αύξησης των καυσώνων και της ξηρασίας)
- ορεινές περιοχές (καθώς αυξάνεται το λιώσιμο του χιονιού και των πάγων)
- παράκτιες ζώνες, δέλτα και πλημμυρικές περιοχές (λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και των αυξανόμενων έντονων βροχοπτώσεων, των πλημμυρών και των καταιγίδων)
- οι πλέον βόρειες περιοχές της Ευρώπης και η Αρκτική (καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες και το λιώσιμο των πάγων).

## **1.2 Πολιτικές για την κλιματική αλλαγή**

### **1.2.1 Διεθνείς Πολιτικές**

Ο μακροπρόθεσμος στόχος της UNFCCC είναι «η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα που θα αποτρέψουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα». Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι το πρώτο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση. Θέτει στόχους μείωσης των εκπομπών για πολλές βιομηχανοποιημένες χώρες, συμπεριλαμβανομένων των κρατών μελών της Ε.Ε., και προτείνει τον περιορισμό των αυξήσεων των εκπομπών των υπολοίπων χωρών. Συγκεκριμένα το IPCC προτρέπει για μειώσεις των παγκόσμιων εκπομπών κατά περίπου 50 % έως τα μέσα του 21ου αιώνα. Για τις ανεπτυγμένες χώρες, αυτό σημαίνει μείωση κατά 60–80 %. Οι αναπτυσσόμενες χώρες με υψηλές εκπομπές, όπως η Κίνα, η Ινδία και η Βραζιλία, θα πρέπει να περιορίσουν την αύξηση των εκπομπών τους. Ειδικά για την Ευρωπαϊκή Ένωση:

- Τα 15 παλαιότερα μέλη της ΕΕ μοιράστηκαν έναν κοινό στόχο μείωσης των εκπομπών κατά την περίοδο 2008–2012 κατά 8 % κάτω από τα επίπεδα του 1990. Δυνάμει μιας ενδό-ευρωπαϊκής συμφωνίας, σε ορισμένα κράτη μέλη της ΕΕ επιτρέπονται οι αυξήσεις των εκπομπών, ενώ άλλα θα πρέπει να τις μειώσουν.
- Για τα περισσότερα νέα κράτη μέλη ισχύουν στόχοι από – 6 έως – 8 % από τα έτη αναφοράς τους (βασικά το 1990).

Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, που είναι υπεύθυνες ετησίως για την εκπομπή σχεδόν του ενός τετάρτου των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως δεν έχουν κυρώσει το Πρωτόκολλο. (WWf, 2005)

Οι χώρες αναμένεται να επιτύχουν τους στόχους τους κατά κύριο λόγο μέσω εγχώριων πολιτικών και μέτρων. Έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιήσουν ένα μέρος των στόχων τους για μείωση των εκπομπών επενδύοντας σε έργα μείωσης των εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες (Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης) ή σε ανεπτυγμένες (Κοινή Υλοποίηση). Ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης αποσκοπεί επίσης και στην υποστήριξη της

βιώσιμης ανάπτυξης, λόγω χάρη. μέσω της χρηματοδότησης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Εκτός των προηγούμενων, βασικός μηχανισμός επίτευξης των στόχων μείωσης των εκπομπών αποτελεί το «εμπόριο εκπομπών». Ειδικότερα, αν μια χώρα δεν εκπέμψει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που να φθάνουν το ανώτατο όριο εκπομπών που της αναλογεί, μπορεί να πουλήσει το αχρησιμοποίητο μέρος των εκπομπών της σε κάποια άλλη χώρα που έχει ξεπεράσει το δικό της επιτρεπτό ανώτατο όριο εκπομπών. (WWf, 2005)

### 1.2.2 Ευρωπαϊκές πολιτικές

Πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν υιοθετήσει εθνικά προγράμματα με στόχο τη μείωση των εκπομπών. Επίσης, σε επίπεδο ΕΕ έχουν εγκριθεί διάφορες πολιτικές και μέτρα για την κλιματική αλλαγή.

Ειδικότερα, τον Μάρτιο του 2007, οι ηγέτες της ΕΕ ενέκριναν ένα φιλόδοξο πρόγραμμα για την αλλαγή του κλίματος και την ενέργεια με στόχο τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ κατά τουλάχιστον 20 % έως το 2020 (σε σχέση με τα επίπεδα του 1990) αλλά και την επίτευξη, έως το 2020, ενός στόχου για χρήση πρωτογενούς ενέργειας στην Ευρώπη κατά 20 % μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της διετίας 2008 – 2009, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε δεσμευτικό πακέτο μέτρων και στόχων για το 2020 (Climate and Energy Package-CEP) στο οποίο περιλαμβάνεται ο μηχανισμός εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (ETS), οι στόχοι μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στους τομείς εκτός ETS ανά Κράτος Μέλος καθώς και οι στόχοι συμμετοχής των ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Κράτος Μέλος.

Στο πλαίσιο αυτό, στις 10 Νοεμβρίου 2010, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ένα νέο πρόγραμμα για την κοινή Ευρωπαϊκή ενεργειακή στρατηγική για την περίοδο 2011-2020 με την ονομασία «Ενέργεια 2020»(COM(2010) 639 τελικό<sup>1</sup>) όπου τίθενται οι ενεργειακές προτεραιότητες για την επόμενη δεκαετία ενώ παρουσιάζονται οι δράσεις που πρέπει να αναληφθούν προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι προκλήσεις που αφορούν στις βασικές κατηγορίες ενεργειακής πολιτικής (εξοικονόμηση ενέργειας, εξέλιξη του τομέα ενέργειας, κ.ά.).

Επιπλέον, το Μάρτιο του 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε το επικαιροποιημένο Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (COM(2011) 109 τελικό) όπου προβλέπεται η θέσπιση και εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών καθώς είναι σαφές ότι ο κεντρικός Ευρωπαϊκός στόχος για εξοικονόμηση ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020 δε μπορεί να επιτευχθεί αν δεν υιοθετηθούν συμπληρωματικές δράσεις.

Στις 15 Δεκεμβρίου 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε τον Οδικό Χάρτη<sup>2</sup> για την Ενέργεια με ορίζοντα το 2050 με τον οποίο δεσμεύεται να μειώσει έως το 2050 τις

<sup>1</sup> Περισσότερες πληροφορίες στο σύνδεσμο [http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/2020\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/2020_en.htm)

<sup>2</sup> Σε γενικές γραμμές οι κατευθύνσεις του ευρωπαϊκού Οδικού Χάρτη για το 2050 συνοψίζονται στα εξής:

εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά περισσότερο από 80% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Στο συγκεκριμένο οδικό χάρτη η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διερευνά τις προκλήσεις που τίθενται για την επίτευξη του ευρωπαϊκού στόχου για έναν ενεργειακό τομέα χαμηλών εκπομπών άνθρακα με ταυτόχρονη εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής Οικονομίας.

Παρακάτω συνοψίζονται κάποιες από τις πολιτικές και τα μέτρα που εφαρμόζονται σήμερα στην Ευρώπη:

- δεσμευτικοί στόχοι για την αυξανόμενη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική, ηλιακή, βιομάζα, κτλ) καθώς και παροχή κινήτρων για τις εγκαταστάσεις συνδυασμένης παραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας,
- βελτιώσεις στην ενεργειακή αποδοτικότητα, π.χ. στα κτίρια, τη βιομηχανία, τις οικιακές συσκευές,
- εκσυγχρονισμός του στόλου επιβατικών αυτοκινήτων με οχήματα νέας τεχνολογίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα,
- μέτρα περιορισμού των εκπομπών στη μεταποιητική βιομηχανία,
- μέτρα μείωσης των εκπομπών από τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων,
- κύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότο: βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο 15 κράτη μέλη της ΕΕ (ΕΕ-15) πρέπει να μειώσουν τις συλλογικές εκπομπές τους κατά την περίοδο 2008-2012 κατά 8% κάτω από τα επίπεδα του 1990,
- υποστήριξη της ανάπτυξης τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου άνθρακα (CCS) για τη δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και άλλες μεγάλες εγκαταστάσεις,

- 
- Άμεση προτεραιότητα στην επίτευξη των στόχων του 2020, με εφαρμογή όλων των μέτρων που έχουν σχεδιαστεί γι' αυτό.
  - Το ενεργειακό σύστημα και η κοινωνία συνολικά θα πρέπει να γίνουν δραστικά περισσότερο ενεργειακά αποδοτικοί.
  - Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
  - Η προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για να γίνει δυνατή η εμπορική αξιοποίηση νέων τεχνολογιών.
  - Η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μια πλήρως ολοκληρωμένη εσωτερική αγορά μέχρι το 2014.
  - Το τελικό κόστος ενέργειας να αντανakλά τα πραγματικά κόστη του ενεργειακού συστήματος. Οι ευάλωτοι καταναλωτές πρέπει σε κάθε περίπτωση να προστατεύονται και να αποφευχθεί η ενεργειακή φτώχεια.
  - Η κρισιμότητα της ανάγκης ανάπτυξης νέων ενεργειακών υποδομών και δυνατοτήτων αποθήκευσης να γίνει ευρέως αντιληπτή.
  - Η ασφάλεια παραδοσιακών ή νέων μορφών πηγών ενέργειας είναι αδιαπραγμάτευτη και η ΕΕ θα συνεχίσει να αναλαμβάνει διεθνώς πρωτοβουλίες προς την κατεύθυνση αυτή.
  - Η συντονισμένη Ευρωπαϊκή δράση στις διεθνείς σχέσεις να αποτελεί κανόνα με ενίσχυση των προσπαθειών για διεθνείς δράσεις για το κλίμα.
  - Οι χώρες μέλη και οι επενδυτές χρειάζονται ορόσημα, γι αυτό είναι απαραίτητη η θέσπιση πολιτικού πλαισίου προς το 2030.

- εφαρμογή και χρήση του συστήματος εμπορίας εκπομπών (EU ETS), το οποίο αποτελεί το βασικό εργαλείο της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη βιομηχανία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), μέσω της Κοινοτικής Οδηγίας 2003/87/ΕΚ όπως αυτή τροποποιήθηκε και ισχύει, έχει θεσπίσει σύστημα εμπορίας των δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου προκειμένου να επιτευχθεί η μείωσή τους στην Κοινότητα με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Με τη βοήθεια του συστήματος αυτού, η Κοινότητα και τα κράτη μέλη της επιδιώκουν την εκ μέρους τους τήρηση των οικείων υποχρεώσεων περιορισμού των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τις οποίες ανέλαβαν στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Οι εγκαταστάσεις που δραστηριοποιούνται στους τομείς της ενέργειας, της παραγωγής και μεταποίησης των σιδηρούχων μεταλλευμάτων, της εξορυκτικής βιομηχανίας και της παραγωγής χαρτιού και χαρτονιού υπόκεινται υποχρεωτικά στο εν λόγω σύστημα ανταλλαγής δικαιωμάτων.

Σύμφωνα με το κοινοτικό σύστημα εμπορίας (EU ETS), τα δικαιώματα εκπομπών κατανέμονται από κάθε Κράτος-Μέλος στις εγκαταστάσεις που υπάγονται στο σύστημα. Τα δικαιώματα αυτά μπορούν να μεταβιβάζονται και οι επιχειρήσεις μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για εκπλήρωση μέρους των υποχρεώσεών τους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι επιχειρήσεις από την πλευρά τους έχουν την δυνατότητα πώλησης ή αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών ελεύθερα στην αγορά μέσω των χρηματιστηρίων ρύπων, μέσω τραπεζικών και χρηματιστηριακών οίκων είτε μέσω απευθείας συναλλαγών με άλλες επιχειρήσεις. Η τιμή του δικαιώματος διαμορφώνεται σε συνάρτηση με την προσφορά και ζήτηση. (Κοινοτική Οδηγία 2003/87/ΕΚ)

## 2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ορισμοί για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ποικίλλουν μεταξύ οργανισμών και επιστημόνων. Για παράδειγμα, οι ΑΠΕ ορίζονται από τον Sorensen (2000) ως «οι ενεργειακές ροές που αντικαθίστανται με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο καταναλώνονται».

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/77/ΕΚ, ΑΠΕ είναι οι μη ορυκτές, συνεχώς ανανεούμενες φυσικές πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλούμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας ως ΑΠΕ ορίζονται οι ενεργειακές πηγές (ήλιος, νερό, άνεμος, βιομάζα, κλπ.), οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον, ανανεώνονται συνεχώς και ταχέως (συγκρινόμενες π.χ. με τους χρόνους γεωλογικών περιόδων που απαιτούνται για τη δημιουργία άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου) επιτρέποντας έτσι τη σταθερή και αξιόπιστη χρήση τους.

Οι ΑΠΕ είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε ξανά έντονο, αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή απεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν αυτήν τη στροφή.

Οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (άνθρακας και πετρέλαιο).

Οι ΑΠΕ ταξινομούνται ως εξής:

- **Αιολική Ενέργεια:** η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή / και σε ηλεκτρική ενέργεια

- **Υδραυλική Ενέργεια:** αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια
- **Βιομάζα:** ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λ.π.) είτε με απ' ευθείας καύση είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών
- **Ηλιακή Ενέργεια:** αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τόσο τη θερμότητα όσο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:
  - *Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:* μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.
  - *Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα:* αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.
  - *Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα:* μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Γεωθερμική Ενέργεια:** η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα
- **Παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια από τα κύματα**

Τα κύρια πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), είναι τα εξής:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Είναι εγχώριες συνεισφέροντας στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά οδηγώντας αφενός στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, αφετέρου στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.
- Δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον

## **2.1 Εγκατεστημένη ισχύς και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ**

Απαρχή του θεσμικού πλαισίου που προέβλεπε και διευκόλυνε την είσοδο των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα αποτέλεσε ο νόμος 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 135) στο πλαίσιο του οποίου η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε έργα ισχύος 24 MW, κυρίως μικρά αιολικά πάρκα και μερικά φ/β συστήματα μικρής ισχύος. Οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης περιορίστηκαν στο επίπεδο των 3 MW μέχρι το 1995 ενώ ο ιδιωτικός τομέας δεν συμμετείχε. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 20 ετών η διείσδυση των ΑΠΕ στο εθνικό ηλεκτρικό σύστημα ήταν αναιμική έως το 2006 όταν με το νόμο 3468 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 129) εισήχθησαν διατάξεις που στόχευαν αποκλειστικά στη ρύθμιση θεμάτων ανάπτυξης, ένταξης στο Σύστημα/Δίκτυο και τιμολόγησης έργων ΑΠΕ. Τέλος, με το νόμο 3851/2010 (ΦΕΚ 85 Α') επετεύχθη περαιτέρω ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ καθώς ενισχύθηκε ο προϋφιστάμενος μηχανισμός στήριξης (σύστημα εγγυημένων τιμών και επιδοτήσεις κεφαλαίου) και προβλέφθηκαν απλοποιημένες διαδικασίες αδειοδότησης για έργα υψηλής σχετικά ισχύος με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα την τεχνολογία των φ/β όπου σταθμοί ισχύος έως 1 MW εξαιρούνται της υποχρέωσης χορήγησης αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας και σταθμοί ισχύος έως 0,5 MW εξαιρούνται της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

Το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα μεταφοράς διακρίνεται στο διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και τα αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα των νησιών.

Το διασυνδεδεμένο σύστημα καλύπτει όλη την ηπειρωτική χώρα και τα διασυνδεδεμένα με αυτό νησιά και συνδέεται και με τα συστήματα όλων των γειτονικών χωρών. Η πλειοψηφία των σταθμών παραγωγής βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της χώρας (κυρίως λιγνιτικοί και υδροηλεκτρικοί σταθμοί), όπου βρίσκονται τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιγνίτη, μακριά από το μεγαλύτερο κέντρο κατανάλωσης (Αττική). Από το 2006 σημαντική παραγωγή από σταθμούς Φυσικού Αερίου αναπτύσσεται και στην κεντρική περιοχή της χώρας (Στερεά Ελλάδα). Μη διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό σύστημα νησιά παραμένουν τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, τα οποία βρίσκονται σε μεγάλη σχετικά απόσταση από την ηπειρωτική χώρα (π.χ. Κρήτη, Δωδεκάνησα, νησιά Β. Αιγαίου).

Το κύριο μερίδιο στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής το κατέχουν οι λιγνιτικοί σταθμοί, ενώ σχετικά υψηλό είναι και το μερίδιο των πετρελαϊκών προϊόντων λόγω της κύριας χρήσης τους στα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Οι σταθμοί φυσικού αερίου συνδυασμένου κύκλου και οι σταθμοί ΑΠΕ έχουν αρχίσει ήδη να υποκαθιστούν μέρος της παραγωγής από λιγνίτη.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το έτος 2014 ήταν 54,8 TWh με εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 11.114 MW για θερμικές μονάδες και 8.062 MW για μονάδες ΑΠΕ (Πίνακας 1).



**Πίνακας 1:** Εγκατεστημένη Καθαρή Ισχύς στην Επικράτεια

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	Εγκατεστημένη Καθαρή Ισχύς στην Επικράτεια (2014) MW
Λιγνιτικές Μονάδες ΔΕΗ	4.456
Μονάδες Φ.Α. ΔΕΗ	2.337
Μονάδες Φ.Α. Ιδιωτών	2.570
Πετρελαϊκές Μονάδες ΜΔΝ	1.751
Μεγάλα Υδροηλ/κα ΔΕΗ	3.173
Αιολικά	1.933
Φωτοβολταϊκά	2.215
Φωτοβολταϊκά σε Στέγες	375
Βιομάζα - Βιοαέριο	47
Μικρά Υδροηλ/κα	220
ΣΗΘΥΑ (<35MW)	99
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>19.176</b>
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	11.114
ΑΠΕ & Μεγάλα Υδρο/κα	8.062

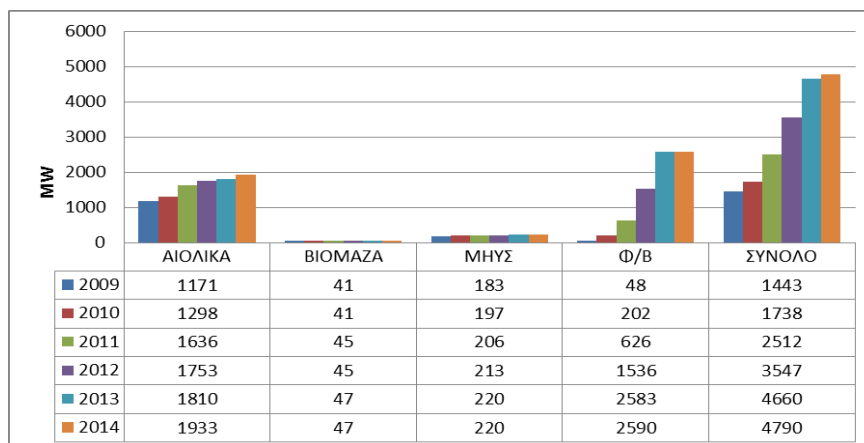
Η λιγνιτική παραγωγή κάλυψε το 41,5% της καθαρής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το φυσικό αέριο συμμετείχε στο ενεργειακό μίγμα σε ποσοστό 11,5% ενώ οι ΑΠΕ και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά παρήγαγαν το 22,6% της ηλεκτρικής ενέργειας (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2:** Σύνολο Εισαγωγών και Καθαρής Παραγωγής Η/Ε το έτος 2014 για την Επικράτεια

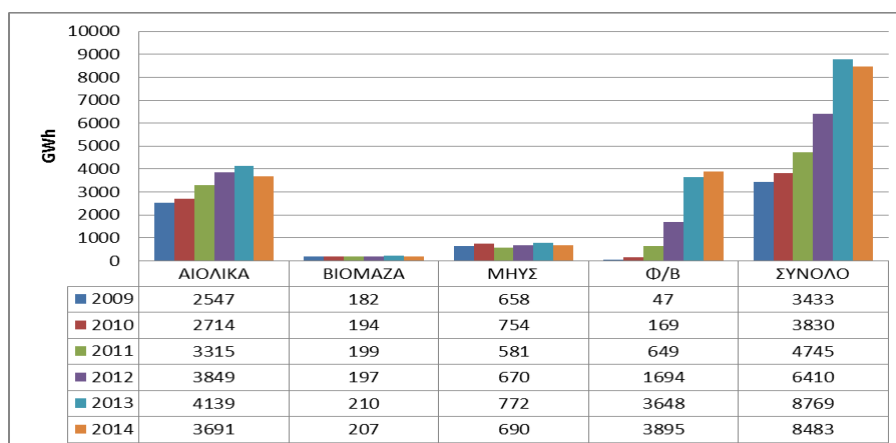
Σύνολο Εισαγωγών και Καθαρής Παραγωγής Η/Ε το έτος 2014 για την Επικράτεια		
Πηγή	TWh	Ποσοστό
Λιγνιτική	22,7	41,5%
Πετρελαϊκή	4,5	8,3%
Φυσικό Αέριο	6,3	11,5%
Υδροηλεκτρικά	3,9	7,1%
ΑΠΕ	8,5	15,5%
Εισαγωγές	8,8	16,1%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>54,8</b>	

Ο νόμος 3851/2010, όπως ήδη αναφέρθηκε, έδωσε μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη έργων ΑΠΕ. Η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος και τις παραγόμενης ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ από το έτος 2009 έως το τέλος του έτους 2014 απεικονίζεται στα διαγράμματα 1 και 2.

**Διάγραμμα 1:** Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος από σταθμούς ΑΠΕ από το έτος 2009 έως το τέλος του έτους 2014



**Διάγραμμα 2:** Η εξέλιξη της παραγόμενης ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ από το έτος 2009 έως το τέλος του έτους 2014



### 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/76/ΕΚ ως βιομάζα ορίζονται «...τα προϊόντα που συνίστανται από το σύνολο ή μέρος οποιασδήποτε φυτικής ύλης, γεωργικής ή δασικής προέλευσης, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση του ενεργειακού περιεχομένου τους» ενώ σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ βιομάζα θεωρείται «...το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων».

Με βάση τους παραπάνω ορισμούς, σε αντίθεση με την κοινή πεποίθηση ότι ως βιομάζα χαρακτηρίζονται μόνο τα φυτά και τα δέντρα, ως βιομάζα θεωρείται κάθε οργανικό υλικό φυσικής προέλευσης καθώς και υλικά, προϊόντα και παραπροϊόντα διεργασιών όπως η ζωική κοπριά, το χαρτί, τα απόβλητα σφαγείων, τα οργανικά απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων (π.χ. τυρόγαλα, κατσίγαρος), τα χρησιμοποιημένα λίπη και έλαια, το βιογενές κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λ.π.) είτε με απ' ευθείας καύση είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα. Ανάλογα με την πηγή βιομάζας που κάθε φορά είναι διαθέσιμη επιλέγεται και η αντίστοιχη διεργασία για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι υφιστάμενες μέθοδοι ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τις θερμοχημικές (καύση, αεριοποίηση και πυρόλυση), τις χημικές (μετεστεροποίηση) και τις βιοχημικές (αλκοολική ζύμωση και αναερόβια χώνευση).

Από τις παραπάνω διεργασίες οι πλέον συνήθεις για ηλεκτροπαραγωγή είναι η καύση στερεής βιομάζας και η αξιοποίηση (καύση) του βιοαερίου που προκύπτει είτε από τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης είτε από τη διεργασία της αεριοποίησης.

Το βιοαέριο μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), καυστήρες αερίου ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Δύναται επιπλέον να χρησιμοποιηθεί μετά την διαδικασία του καθαρισμού (απομάκρυνση σωματιδίων,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ) και την αναβάθμισή του (απομάκρυνση  $CO_2$  και προσθήκη προπανίου) ως καύσιμο μεταφορών. Το παραγόμενο, μετά τις διαδικασίες καθαρισμού και αναβάθμισης, αέριο ονομάζεται βιομεθάνιο και διακρίνεται σε βιομεθάνιο ποιότητας L (89%  $CH_4$ ) και ποιότητας H (96%  $CH_4$ ). Το βιομεθάνιο εκτός από καύσιμο μεταφορών, δύναται να διοχετευτεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου. Χρήση του βιομεθανίου ως καυσίμου μεταφορών απαντάται στη Σουηδία, Ελβετία, Γαλλία και Γερμανία ενώ στη Σουηδία και στη Γερμανία, διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου.

### **3.1 Μέθοδοι παραγωγής βιοαερίου**

Το βιοαέριο παράγεται σε κατάλληλους χωνευτές (digesters) από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών αποβλήτων (λύματα χοιροστασίων, πτηνοτροφείων, βουστασίων), αποβλήτων αγροτο-βιομηχανικών μονάδων (κλαδέματα, υπολείμματα τροφίμων), λυμάτων βιολογικών καθαρισμών καθώς και από την αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος απορριμμάτων. Το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) σε ποσοστό 55% έως 70% και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) σε ποσοστό 30% έως 45%, ενώ περιέχει σε μικρές συγκεντρώσεις άζωτο, υδρογόνο, αμμωνία και υδρόθειο.

Το βιοαέριο δύναται επίσης να παραχθεί με την τεχνολογία της αεριοποίησης, της θερμικής δηλαδή αποδόμησης οργανικού καυσίμου που αποτελείται από λιγνό-κυτταρινούχες πρώτες ύλες σε κατάλληλο διαμορφωμένο αεριοποιητή. Με τη διαδικασία της αεριοποίησης παράγεται αέριο σύνθεσης (Syngas). Το Syngas αποτελείται κυρίως από υδρογόνο ( $\text{H}_2$  - 22%), μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$  - 44,4%) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$  - 12,2%). Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης ψύχεται, καθαρίζεται και με προσθήκη υδρογόνου ( $\text{H}_2$ ) και νερού ( $\text{H}_2\text{O}$ ) μετατρέπεται σε βιοαέριο ( $\text{CH}_4$  και  $\text{CO}_2$ ).

#### Η διεργασία της Αεριοποίησης

Η αεριοποίηση αποτελεί μέθοδο θερμικής επεξεργασίας. Με την αεριοποίηση επιτυγχάνεται η μετατροπή της βιομάζας ή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καύσιμων αερίων, μέσω μερικής οξειδωσης αυτού (σε υποστοιχειομετρικές συνθήκες). Ως οξειδωτικό μέσο, χρησιμοποιείται είτε ατμοσφαιρικός αέρας, είτε αέρας εμπλουτισμένος με οξυγόνο ή, τέλος, καθαρό οξυγόνο.

Η διεργασία λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις (αεριοποιητές) σε υψηλές θερμοκρασίες, από 900 - 1.100°C με αέρα, σε 1.000 - 1.400°C με οξυγόνο και μπορεί να αποτελέσει είτε τμήμα (σε συνδυασμό με τη διεργασία της αποτέφρωσης) είτε το σύνολο της θερμικής επεξεργασίας Αστικών Σύμμεικτων Απορριμμάτων. Είναι αυτοσυντηρούμενη διεργασία (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και η ενέργεια που απαιτείται για την αντίδραση αεριοποίησης παράγεται με καύση μέρους του οργανικού υλικού στον αντιδραστήρα αεριοποίησης.

Στόχος είναι η ατελής καύση των υλικών και η παραγωγή αερίου (syngas) αποτελούμενου από  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  και αέριους υδρογονάνθρακες, το οποίο παρουσιάζει υψηλό θερμικό περιεχόμενο.

Οι κύριες αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία της αεριοποίησης είναι η οξείδωση (εξώθερμη), η αντίδραση Boudouard [ $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$ ] (ενδόθερμη), η αντίδραση εξάτμισης του νερού (ενδόθερμη) και η αντίδραση σχηματισμού μεθανίου (εξώθερμη).

#### Η διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης

Με τον όρο αναερόβια χώνευση νοείται η βιοχημική διεργασία κατά την οποία ο οργανικός άνθρακας μέσω διαδοχικών οξειδώσεων και αναγωγών μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα  $\text{CO}_2$  και μεθάνιο  $\text{CH}_4$  υπό την καταλυτική δράση ενός ευρέως φάσματος μικροοργανισμών, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου.

Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης διακρίνεται σε τρία ξεχωριστά στάδια: την υδρόλυση (οι οργανικές ενώσεις μακράς μοριακής αλυσίδας – πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη – διασπώνται σε ενώσεις μικρότερης μοριακής αλυσίδας), την οξυγένωση (οι οργανικές ενώσεις διασπώνται με τη δράση οξεογενών και οξικογόνων βακτηρίων σε οξικό οξύ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μικρής μοριακής αλυσίδας λιπαρά οξέα) και την μεθανογένωση (παραγωγή μεθανίου λόγω της αποδόμησης του οξικού οξέος και της αντίδρασης του διοξειδίου του άνθρακα με το υδρογόνο).

### 3.2 Συστήματα Αναερόβιας Χώνευσης

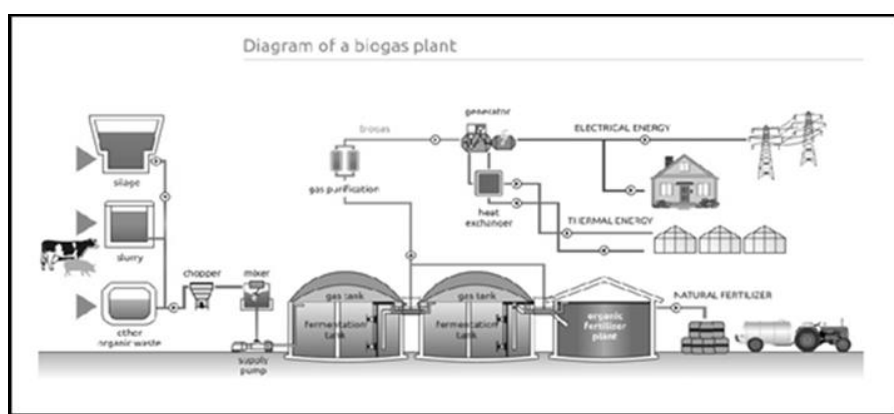
Μια μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου είναι σύνθετο έργο που αποτελείται από διάφορα τμήματα. Η διάταξη μιας τέτοιας μονάδας εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από τους τύπους και τις ποσότητες της παρεχόμενης πρώτης ύλης.

Μια τυπική μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου διαίρεται στα παρακάτω οκτώ (8) βασικά τμήματα (Εικόνα 1).

1. **Χώροι συλλογής και αποθήκευσης:** Η αποθήκευση της πρώτης ύλης είναι απαραίτητη αφενός για την αντιμετώπιση των εποχιακών διακυμάνσεων, αφετέρου για την καλύτερη ανάμειξη των προς χώνευση υποστρωμάτων. Ο τύπος των εγκαταστάσεων αποθήκευσης ποικίλει ανάλογα με το είδος της πρώτης ύλης. Όταν πρόκειται για στερεές πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται αποθήκες τύπου σιλό ενώ όταν πρόκειται για υγρές πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται σφραγισμένες, υδατοστεγείς και κατασκευασμένες από ενισχυμένο σκυρόδεμα δεξαμενές.
2. **Συστήματα τροφοδοσίας:** Μετά την αποθήκευση και την προεπεξεργασία των πρώτων υλών αυτές τροφοδοτούνται στο χωνευτή. Για ρευστές πρώτες ύλες και σε περιπτώσεις όπου η ροή από τις δεξαμενές αποθήκευσης προς το χωνευτή με τη χρήση της βαρύτητας δεν είναι δυνατή, χρησιμοποιούνται αντλίες είτε φυγοκεντρικές είτε μετατόπισης.
3. **Δεξαμενή χώνευσης:** Η μονάδα χώνευσης είναι η καρδιά μιας εγκατάστασης βιοαερίου. Εκεί συντελείται η μικροβιακή δραστηριότητα και η οργανική ύλη μετατρέπεται σε βιοαέριο. Η μονάδα χώνευσης αποτελείται από έναν ή περισσότερους χωνευτές, ενώ περιλαμβάνει επίσης το σύστημα ανάμειξης και το σύστημα θέρμανσης. Μια μονάδα προ-χώνευσης και μία μονάδα μετά-χώνευσης μπορεί να συμπληρώσουν την εικόνα της μονάδας. Οι αντιδραστήρες - χωνευτές μπορεί να είναι ξηρής ή υγρής χώνευσης, συνεχούς ή ασυνεχούς τροφοδοσίας, ενός σταδίου ή πολλαπλών σταδίων και μίας φάσης ή πολλαπλών φάσεων (Nizami et al., 2010). Οι χωνευτές μπορεί να λειτουργούν είτε στη μεσόφιλη είτε στη θερμόφιλη περιοχή.
4. **Εγκαταστάσεις βελτίωσης βιοαερίου:** Όταν το βιοαέριο εξέρχεται από το χωνευτή είναι διαποτισμένο με υδρατμούς και περιέχει, εκτός από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και ποσότητες υδρόθειου ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Λόγω των διαβρωτικών ιδιοτήτων των ενώσεων του υδρόθειου είναι απαραίτητη η αποθείωση και η

ξήρανση του βιοαερίου, η οποία πραγματοποιείται σε ειδικό πύργο - στήλη που βρίσκεται έξω από τον χωνευτή

5. **Εγκαταστάσεις αποθήκευσης βιοαερίου:** Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης βιοαερίου πρέπει να είναι αεροστεγείς και ανθεκτικές στην πίεση, την UV ακτινοβολία, τις διακυμάνσεις θερμοκρασίας αλλά και στις ακραίες καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, το σύστημα αποθήκευσης θα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με έναν αισθητήρα για την ανίχνευση διακυμάνσεων στην πίεση (υπερπίεση και υποπίεση) και αντίστοιχες βαλβίδες ασφαλείας. Πρέπει, επίσης, να είναι εγγυημένη η προστασία από έκρηξη και απαιτείται η ύπαρξη ενός πυρσού έκτακτης ανάγκης.
6. **Μονάδα ΣΗΘ:** Το παραγόμενο βιοαέριο, αφού περάσει από την διαδικασία καθαρισμού και αφύγρυνσης, οδηγείται σε μια ΜΕΚ. Η ΜΕΚ χρησιμοποιεί ως καύσιμο το βιοαέριο και παράγει ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα.
7. **Δεξαμενή αποθήκευσης χωνεμένου υπολείμματος:** Το χωνεμένο υπόλειμμα αντλείται έξω από τον χωνευτή και μεταφέρεται μέσω αγωγών στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης που βρίσκονται κοντά του όπου αποθηκεύεται προσωρινά (μερικές ημέρες). Η αποθήκευση του χωνεμένου υπολείμματος μπορεί να γίνει σε δεξαμενές από σκυρόδεμα ή τεχνητές λίμνες οι οποίες είναι καλυμμένες από φυσικά ή τεχνητά επιπλέοντα στρώματα ή από μεμβράνες.
8. **Μονάδα ελέγχου:** Για την παρακολούθηση αλλά και τη διαχείριση των διεργασιών μιας μονάδας βιοαερίου χρησιμοποιείται κατάλληλη τεχνολογία. Οι περισσότερες μονάδες χρησιμοποιούν έναν Προγραμματιζόμενο Λογικό Ελεγκτή (PLC) για τον έλεγχο των λειτουργιών. Αυτός περιλαμβάνει μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) και διάφορα επιμέρους μέρη, τα οποία μπορούν να επιλεγούν ανάλογα με τις ανάγκες της μονάδας.



Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής βιοαερίου

### **3.3 Οφέλη από τη χρήση του Βιοαερίου**

Η παραγωγή και η αξιοποίηση του βιοαερίου για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/ και θερμότητας παρέχει μια σειρά περιβαλλοντικών και κοινωνικό-οικονομικών πλεονεκτημάτων σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.

Η χρήση βιοαερίου συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα με αποτέλεσμα τη βελτίωση του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, την ενίσχυση της ασφάλειας του εθνικού ενεργειακού εφοδιασμού και τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Το χωνεμένο υπόλειμμα είναι πλούσιο σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο και ιχνοστοιχεία και μπορεί να εφαρμοστεί ως εδαφοβελτιωτικό. Σε σχέση με την ακατέργαστη ζωική στερεή κοπριά έχει βελτιωμένη ικανότητα λίπανσης, λόγω της ομοιογένειας και της υψηλότερης διαθεσιμότητας θρεπτικών. Ειδικότερα, οι απομακρυσμένες αγροτοκτηνοτροφικές περιοχές μπορούν να έχουν σημαντικό όφελος από μονάδες βιοαερίου, καθώς η ανάπτυξη τους συμβάλλει στη δημιουργία νέων δορυφόρων επιχειρήσεων, κάποιων με σημαντικό οικονομικό δυναμικό δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας.

Τέλος, η παραγωγή βιοαερίου είναι ένας άριστος τρόπος συμμόρφωσης με τους όλο και περισσότερο περιοριστικούς εθνικούς και ευρωπαϊκούς κανονισμούς στον τομέα της αξιοποίησης των αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας.

### **3.4 Ελληνική και Διεθνής εμπειρία εφαρμογής τεχνολογιών βιοαερίου**

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Βιοαερίου (European Biogas Association – EBA) η ευρωπαϊκή αγορά βιοαερίου το 2011 βρισκόταν σε ανοδική πορεία. Στο τέλος του 2011 υπήρχαν 12.400 μονάδες βιοαερίου στην Ευρώπη, ονομαστικής ισχύος περίπου 5.300 MWeI. Πάνω από το 80% του συνόλου των μονάδων βιοαερίου βρίσκονταν εγκατεστημένες στις Γερμανία, Ελβετία, Ιταλία και Γαλλία. Η ανάπτυξη μονάδων παραγωγής βιοαερίου που ως επί το πλείστον βασίζονται σε υπόστρωμα γεωργικής προέλευσης (γεωργικά απόβλητα) στη Γερμανία, την Τσεχία και την Ιταλία συνεχίστηκε και κατά τη διετία 2012 – 2014. Αντίθετα χώρες όπως η Σουηδία, η Φινλανδία και η Γαλλία επικεντρώνονται περισσότερο στην παραγωγή βιοαερίου από Χώρους Υγειονομικής Ταφής και Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων.

Ο μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης παρατηρήθηκε στην Τσεχία και τη Γερμανία, όπου το 2011 ο συνολικός αριθμός μονάδων βιοαερίου αυξήθηκε κατά 30% και κατά 20% αντίστοιχα. Τα πρώτα σημάδια προόδου παρατηρήθηκαν στις αγορές της Πολωνίας, της Λετονίας και της Σλοβενίας όπου μεταξύ των ετών 2010 και 2011, ο αριθμός των μονάδων βιοαερίου που κάνουν χρήση γεωργικών υπολειμμάτων σχεδόν διπλασιάστηκε. Στο Ηνωμένο Βασίλειο εξαιτίας της εφαρμογής νέου μηχανισμού στήριξης (αυξημένη αποζημίωση μονάδων βιοαερίου), ο αριθμός μονάδων παραγωγής βιοαερίου από βιολογικά απόβλητα (biowaste) και λυματολάσπη αυξήθηκε σχεδόν κατά 10%. Οι αγορές της Αυστρίας και της Ελβετίας, σε αντίθεση με το παρελθόν, μάλλον παρουσιάζουν

στασιμότητα, η οποία προκλήθηκε από την επιβολή ανώτατων ορίων (caps) στις κρατικές επιχορηγήσεις.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την εκδοθείσα απόφαση «για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο», τα όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους σταθμούς βιομάζας ανέρχονται σε 200 και 350 MW για τα έτη 2014 και 2020, αντίστοιχα. Σύμφωνα με στοιχεία του Λειτουργού της Αγοράς (ΛΑΓΗΕ Α.Ε.) στην Ελλάδα λειτουργούν σήμερα (έτος 2014) 16 μονάδες βιοαερίου η εγκατεστημένη ισχύς των οποίων προσεγγίζει τα 47 MWel (Πίνακας3).

**Πίνακας 3:**Επωνυμία, Θέση και Ισχύς λειτουργούντων σταθμών βιοαερίου, (Πηγή, [www.resoffice.gr](http://www.resoffice.gr))

α/α	Επωνυμία	Περιφέρεια	Ονομαστική Ισχύς (MWel)
1.	ΒΙΟΑΕΡΙΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ ΑΕ (ΒΕΑΛ)	ΑΤΤΙΚΗΣ	13,6
2.	ΕΥΔΑΠ	ΑΤΤΙΚΗΣ	11,4
3.	ΗΛΕΚΤΩΡ ΑΕ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	5,0
4.	ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ & ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΘΕΣ/ΚΗΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	2,5
5.	ΒΙΟΑΕΡΙΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ ΑΕ (ΒΕΑΛ)	ΑΤΤΙΚΗΣ	9,5
6.	ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΕ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	1,3
7.	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	0,6
8.	ΓΚΑΣΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΑΕ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	0,3
9.	ΜΑΡΙΑ ΜΗΤΡΟΓΙΑΝΝΗ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.	ΗΠΕΙΡΟΥ	0,2
10.	ΦΑΡΜΑ - ΧΗΤΑΣ ΑΕ	ΗΠΕΙΡΟΥ	1,0
11.	ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΚΑΡΑΝΙΚΑΣ ΕΠΕ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	0,3
12.	ΒΙΟΑΕΡΙΟ - ΑΦΟΙ ΣΕΪΤΗ ΑΕ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	0,5
13.	GARDANO ENTERPRISES LIMITED	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	0,5
14.	ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ ΑΕ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ	0,3
15.	ΜΑΤΙΖΙΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	0,1
16.	ΜΑΝΤΜΟΥΑΖΕΛ Α.Β.Ε.Ε.	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	0,3
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>47,2</b>



#### 4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΕ

Οι μηχανισμοί στήριξης έχουν στόχο την αποκατάσταση ενός επιχειρηματικού περιβάλλοντος εντός του οποίου οι ΑΠΕ μπορούν να ανταγωνιστούν ισότιμα τις τεχνολογίες συμβατικών καυσίμων. Η ανάγκη αυτής της αποκατάστασης προέρχεται από την ανεπαρκή ενσωμάτωση του εξωτερικού – κοινωνικού κόστους στις τιμές ενέργειας και από την ύπαρξη, από μακρού, σημαντικών δημόσιων επιδοτήσεων που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της συμβατικής και πυρηνικής ηλεκτροπαραγωγής και στην πτώση του κόστους των εν λόγω τεχνολογιών.

Ως μηχανισμοί στήριξης νοούνται τα συστήματα καθορισμού και καταβολής αποζημίωσης της παραγόμενης από Α.Π.Ε ενέργειας. Τα εν λόγω συστήματα δύναται να συνδυάζονται και με άλλες πολιτικές ή μέτρα προώθησης των Α.Π.Ε, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν (ΥΠΕΚΑ, ΚΑΠΕ, Ψύγκα.Ι, 2012):

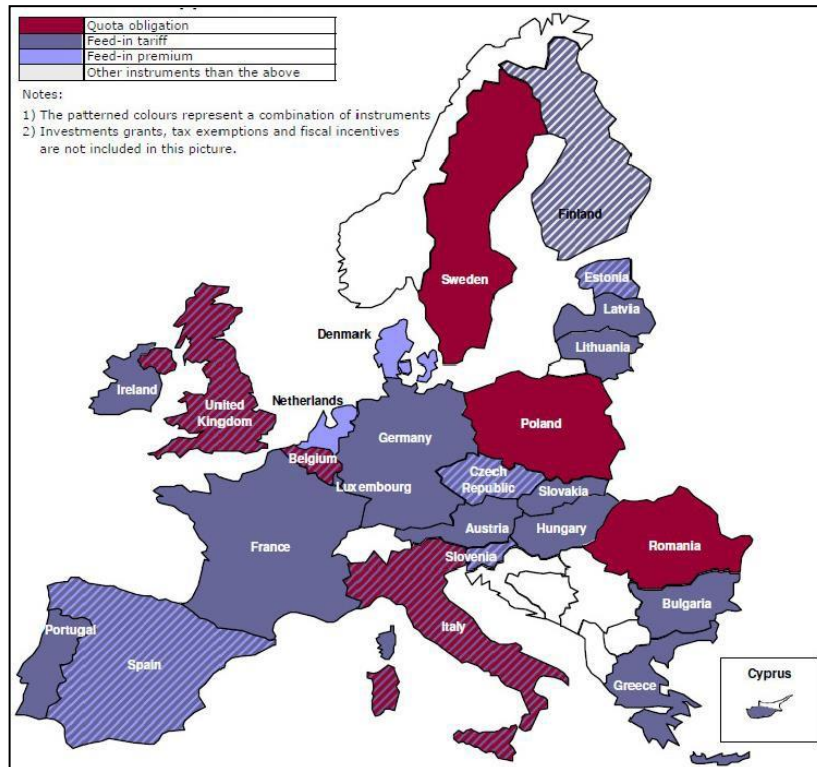
- προτεραιότητα κατά τη σύνδεση στα δίκτυα και την κατανομή του φορτίου,
- επιδότηση κεφαλαιουχικού κόστους επένδυσης,
- φορολογικά κίνητρα

Γενικά υπάρχουν τρεις κατηγορίες μηχανισμών στήριξης:

- Οι μηχανισμοί ρύθμισης της τιμής αποζημίωσης, οι οποίοι συναντώνται με τη μορφή:
  - Εγγυημένων σταθερών τιμών (feed-in-tariffs, F.I.Ts)
  - Εγγυημένων διαφορικών τιμών (feed-in-premiums, F.I.Ps)
- Οι μηχανισμοί ρύθμισης της ποσότητας ισχύος (quota systems)
- Δημοπρασίες ή/και σύστημα υποβολής προσφορών

Όπως φαίνεται στην εικόνα 7 η συντριπτική πλειονότητα των κρατών – μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εφαρμόζει μηχανισμούς ρύθμισης της τιμής αποζημίωσης. Συγκεκριμένα από το έτος 2000 ο αριθμός των χωρών αυξήθηκε από εννέα σε είκοσι τέσσερις το 2012. Ειδικότερα τα είκοσι από τα 27 κράτη – μέλη χρησιμοποιούν τον ανωτέρω μηχανισμό ως βασικό εργαλείο προώθησης των ΑΠΕ στην επικράτεια τους ενώ άλλα τέσσερα τον εφαρμόζουν για τη στήριξη συγκεκριμένων ανανεώσιμων τεχνολογιών.

Πρόσφατα χώρες όπως η Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο, το Βέλγιο και η Φινλανδία που χρησιμοποιούσαν μηχανισμούς ρύθμισης της ποσότητας ισχύος ενσωμάτωσαν στο θεσμικό τους πλαίσιο το μηχανισμό εγγυημένων τιμών ειδικά για εγκαταστάσεις ΑΠΕ μικρής ονομαστικής ισχύος (έως 500 kWel). (Ragwitz et al., 2012)



**Εικόνα 2:** Μηχανισμοί στήριξης ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση (πηγή: Ecofys, 2013)

#### **4.1 Μηχανισμός εγγυημένων σταθερών τιμών (F.I.Ts)**

Ο μηχανισμός εγγυημένων σταθερών τιμών συνίσταται σε σταθερή και εγγυημένη αποζημίωση, που παρέχεται ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, προσφέροντας μακροχρόνια συμβόλαια πώλησης (συνήθως 20-25 έτη) και τη μέγιστη επενδυτική ασφάλεια. Οι εγγυημένες σταθερές τιμές πώλησης μπορούν να διαφοροποιούνται ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, το μέγεθος του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής ή/και την περιοχή και το είδος της εφαρμογής<sup>3</sup>.

Το ύψος των εγγυημένων σταθερών τιμών μπορεί να καθοριστεί με βάση τέσσερα τουλάχιστον κριτήρια:

- το ανοιγμένο κόστος παραγωγής (levelised cost of energy) της κάθε τεχνολογίας Α.Π.Ε,
- την προστιθέμενη αξία που προσφέρει κάθε τεχνολογία Α.Π.Ε στην κοινωνία (υπολογίζοντας δηλαδή το αποφευγόμενο κόστος ή ακόμη και το εξωτερικό κόστος των συμβατικών καυσίμων),

<sup>3</sup> Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης. (Απρίλιος, 2012)

- την πολιτική παροχής, ως κίνητρο, μιας σταθερής τιμής, ανεξάρτητα από το ανοιγμένο κόστος παραγωγής ή το αποφευγόμενο κόστος, και
- μέσω διαγωνιστικής διαδικασίας, που προσφέρει μια εγγυημένη σταθερή τιμή στον μειοδότη.

Τα συστήματα εγγυημένων σταθερών τιμών διαφοροποιούνται συνήθως, ως προς τα εξής χαρακτηριστικά:

- τον τύπο της τεχνολογίας ή του καυσίμου που χρησιμοποιείται,
- το μέγεθος της εγκατάστασης,
- το διαθέσιμο δυναμικό Α.Π.Ε μιας περιοχής και
- την προστιθέμενη αξία της εν λόγω εφαρμογής Α.Π.Ε για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και τα δίκτυα (αν για παράδειγμα υποκαθιστά ακριβές αιχμιακές μονάδες ή τις θέτει σε ψυχρή εφεδρεία ή αν διαθέτει κάποιο σύστημα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας).

Οι ήδη εγγυημένες σταθερές τιμές μπορούν να διαφοροποιούνται με βάση τις ακόλουθες επιλογές, οι οποίες μπορούν να εφαρμόζονται και συνδυαστικά:

- Προσαρμογή των ετήσιων τιμών με βάση κάποιον δείκτη (π.χ το κόστος συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής ή τα τιμολόγια λιανικής ή τον πληθωρισμό κ.λ.π).
- Διαφοροποίηση των σταθερών εγγυημένων τιμών με βάση το μέγεθος και την ισχύ των συστημάτων, ώστε να παρέχονται μικρότερες ενισχύσεις στα μεγαλύτερα έργα, τα οποία λόγω οικονομίας κλίμακας, έχουν και μικρότερο επενδυτικό κόστος ανά μονάδα ισχύος.
- Διαφοροποίηση των εγγυημένων τιμών ανάλογα με το διαθέσιμο δυναμικό (π.χ. υψηλότερες τιμές ή μεγαλύτερη χρονική διάρκεια ισχύος τους για θέσεις με χαμηλότερο αιολικό δυναμικό).
- Αυτόματη απομείωση των εγγυημένων σταθερών τιμών για τις νέες εγκαταστάσεις, η οποία θα αντανάκλα την αναμενόμενη μείωση του κόστους τεχνολογίας, π.χ. στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών.
- Απομείωση των εγγυημένων σταθερών τιμών όταν και εφόσον πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις (π.χ. γρηγορότερη επίτευξη των στόχων λόγω ταχείας ανάπτυξης της αγοράς). Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι το λεγόμενο «μοντέλο διαδρόμου» ή αλλιώς του δυναμικού μηχανισμού ελέγχου της αγοράς.
- Διαφοροποίηση των εγγυημένων τιμών ενός συμβολαίου με την πάροδο του χρόνου (π.χ. υψηλότερες τιμές στην αρχή και για ένα προαποφασισμένο χρονικό διάστημα και μικρότερες στη συνέχεια).
- Διαφοροποίηση των εγγυημένων σταθερών τιμών ανάλογα με τον χρόνο έγχυσης της παραγόμενης ενέργειας (π.χ. υψηλότερες τιμές για την ενέργεια που εγχέεται τις περιόδους αιχμής).

#### **4.1.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό εγγυημένων σταθερών τιμών**

Η ανάπτυξη και ωρίμανση της αγοράς ορισμένων τεχνολογιών Α.Π.Ε έχει ως αποτέλεσμα τη διαρκή μείωση του κόστους των τεχνολογιών αυτών. Είναι εύλογο συνεπώς να υπάρχει περιοδικά μια διόρθωση των ενισχύσεων που παρέχονται προς τις αναδυόμενες ειδικά τεχνολογίες, ώστε να μην επιβαρύνονται υπέρμετρα οι καταναλωτές ενώ παράλληλα να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα και ελκυστικότητα των επενδύσεων.

Η αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης επιτυγχάνεται με εφαρμογή μηχανισμών προσαρμογής των καθορισμένων εγγυημένων σταθερών τιμών στο χρόνο, την τεχνολογία κ.ο.κ. και σε αυτούς συγκαταλέγονται:

A) Η θεσμοθέτηση αυτόματης απομείωσης των εγγυημένων τιμών για τους νεοεισερχόμενους σε τακτά και εκ των προτέρων γνωστά, χρονικά διαστήματα, με γνωστά επίπεδα διόρθωσης, για τεχνολογίες με αναμενόμενο μειούμενο κόστος εγκατάστασης. Το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται στην Ελλάδα για τα φωτοβολταϊκά.

B) Η τροποποίηση των τιμών μέσω ενός δυναμικού μηχανισμού ελέγχου της αγοράς. Τέτοια μοντέλα εφαρμόζονται με διάφορες παραλλαγές στη Γερμανία, την Ιταλία και τη Γαλλία και αποτελούν μια προσπάθεια να ρυθμίζεται η αγορά ανάλογα με το ρυθμό ανάπτυξης της, μέσω αυξομειώσεων των εγγυημένων τιμών. Όταν η αγορά αναπτύσσεται πολύ γρηγορότερα από τους τεθέντες στόχους, υπάρχει περαιτέρω μείωση των εγγυημένων τιμών, ενώ όταν για κάποιο λόγο η αγορά έχει χαμηλότερους του αναμενόμενου ρυθμούς ανάπτυξης, υπάρχει διόρθωση των εγγυημένων τιμών.

Για την αποτελεσματική λειτουργία αυτού του μοντέλου απαιτείται:

- Ωριμότητα αγοράς και υψηλοί μακροχρόνιοι στόχοι για την τεχνολογία Α.Π.Ε στην οποία εφαρμόζεται.
- Σωστή περιοδικότητα των διορθωτικών κινήσεων.
- Επιλογή του κατάλληλου δείκτη για το έναυσμα των διορθωτικών κινήσεων. Ο δείκτης αυτός σχετίζεται με την προστιθέμενη εγκατεστημένη ισχύ κατά το προηγούμενο έτος ή εξάμηνο και μπορεί να είναι ή το ίδιο το ύψος της πρόσθετης εγκαθιστάμενης ισχύος ή ένας οικονομικός δείκτης που αντικατοπτρίζει το συνολικό κόστος του μηχανισμού ενίσχυσης για τους καταναλωτές ή/και τα δημόσια οικονομικά.
- Επιλογή του κατάλληλου ποσοστού διόρθωσης.

Γ) Adhoc αναδιάρθρωση των εν ισχύ εγγυημένων τιμών. Συνιστά συνήθη τρόπο παρέμβασης σε θεσπισμένες τιμές με σκοπό την αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης.

#### **4.2 Μηχανισμός εγγυημένων διαφορικών τιμών (F.I.Ps)**

Ο μηχανισμός εγγυημένων διαφορικών τιμών (feed-in premium) προσφέρει στην ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε. μια πριμοδότηση (premium) πάνω από την τιμή άμεσης

παράδοσης (spot price) της αγοράς ηλεκτρισμού. Το στοιχείο αυτό διαφοροποιεί τον μηχανισμό FIP από τον αντίστοιχο των σταθερών εγγυημένων τιμών (FIT), αφού στο πλαίσιο του τελευταίου η αποζημίωση των Α.Π.Ε. είναι ανεξάρτητη από την τιμή της αγοράς. Αντίθετα, στην περίπτωση του μηχανισμού FIP, η συνολική αποζημίωση που λαμβάνουν οι Α.Π.Ε. εξαρτάται από την τιμή της αγοράς ηλεκτρισμού, είτε η πριμοδότηση (premium) είναι σταθερή είτε εξαρτάται και αυτή από την τιμή της αγοράς.

Θεωρητικά, η αποζημίωση που λαμβάνουν οι Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του μηχανισμού FIP μπορεί να σχεδιαστεί για να εξυπηρετήσει δύο στόχους:

- να αντιπροσωπεύει τα περιβαλλοντικά και/ή κοινωνικά οφέλη της παραγωγής από Α.Π.Ε., ή
- να προσεγγίζει αποτελεσματικότερα το κόστος παραγωγής από Α.Π.Ε. που το συνδέει με την δυναμική της τιμής άμεσης παράδοσης (spot price) της αγοράς.

Όπως και η σταθερή τιμή FIT, το ύψος της πριμοδότησης (premium) μπορεί να διαφοροποιηθεί για να διαμορφωθεί ένα συνολικό επίπεδο πληρωμών με βάση το κόστος για κάθε τύπο τεχνολογίας, καυσίμου και ανάλογα με το μέγεθος του έργου.

Κατά τον σχεδιασμό του μηχανισμού FIP μπορεί να γίνουν ποικίλες επιλογές. Η βασική επιλογή σχετίζεται με τη δυνατότητα το ύψος της πριμοδότησης (premium) να μπορεί να είναι σταθερό ή μεταβλητό:

- Στην περίπτωση του σταθερού premium, το ύψος της πριμοδότησης παραμένει αμετάβλητο ασχέτως των μεταβολών της τιμής αγοράς και έτσι απλά προστίθεται ένα εκ των προτέρων γνωστό σταθερό bonus στην τιμή αυτή.
- Εναλλακτικά, το premium μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τις μεταβολές της τιμής της αγοράς, ήτοι να αυξάνεται κατά τις ώρες χαμηλών τιμών και να μειώνεται όταν η τιμή παρουσιάζει σημαντική αύξηση, έτσι ώστε να εξομαλύνονται οι απότομες διακυμάνσεις για τον παραγωγό.

#### **4.2.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό εγγυημένων διαφορικών τιμών**

Όταν η πριμοδότηση (premium) προστίθεται στην τιμή αγοράς ως προκαθορισμένη σταθερή ποσότητα, θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα υπερβολική αποζημίωση εάν οι τιμές της αγοράς αυξηθούν σημαντικά και επομένως συνολική πληρωμή υψηλότερη από όσο χρειάζεται για να ωθήσει τις επενδύσεις. Η εισαγωγή της έννοιας του μεταβλητού premium ή η εφαρμογή του μοντέλου με την εισαγωγή ανώτατου ορίου αποζημίωσης, λειτουργεί ως μηχανισμός αποφυγής της υπερβολικής αποζημίωσης.

#### **4.3 Μηχανισμός ρύθμισης της ποσότητας ισχύος (quota systems)**

Στο πλαίσιο ενός μηχανισμού υποχρεωτικής ποσόστωσης, η Πολιτεία θέτει υποχρέωση στους καταναλωτές, τους προμηθευτές ή τους παραγωγούς, ένα συγκεκριμένο ποσοστό της

ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουν ή διαθέτουν, αντίστοιχα, να προέρχεται από Α.Π.Ε. Η συμμόρφωση με αυτή την υποχρέωση διευκολύνεται συνήθως μέσω ενός συστήματος Εμπορεύσιμων Πράσινων Πιστοποιητικών (Ε.Π.Π.). Έτσι, οι παραγωγοί Α.Π.Ε. πωλούν την ενέργειά τους στην αγορά με βάση την τιμή άμεσης παράδοσης (spot price) και επιπλέον πωλούν το πράσινο πιστοποιητικό, που αποδεικνύει την ανανεώσιμη πηγή της διατιθέμενης ενέργειας.

Οι προμηθευτές αποδεικνύουν τη συμμόρφωσή τους με την υποχρεωτική ποσόστωση αγοράζοντας αυτά τα πράσινα πιστοποιητικά, διαφορετικά υπόκεινται σε κυρώσεις μέσω ενός μηχανισμού αυτόματων ποινών που λειτουργεί ως ασφαλιστική δικλείδα του συστήματος.

Τα περισσότερα εν ισχύ συστήματα υποχρεωτικής ποσόστωσης έχουν έναν οριζόντιο χαρακτήρα σε ότι αφορά τις διάφορες τεχνολογίες Α.Π.Ε. Αυτή η προσέγγιση όμως, ενέχει τον κίνδυνο επιλεκτικής χρήσης της πιο ώριμης επενδυτικά τεχνολογίας και περιθωριοποίησης των υπολοίπων αναδυόμενων τεχνολογιών, η οποία εν μέρει αντισταθμίζεται από την επιλογή του μοντέλου με διαφοροποιημένη υποχρεωτική ποσόστωση ανά τεχνολογία (banded quota). Στην περίπτωση αυτή, κάθε τεχνολογία λαμβάνει διαφορετικό αριθμό Ε.Π.Π. για το ίδιο ενεργειακό αποτέλεσμα, έτσι ώστε η ενίσχυση που τελικά λαμβάνει να αντανακλά τον βαθμό επενδυτικής ωριμότητας της τεχνολογίας αυτής.

#### **4.3.1 Αποφυγή υπερβολικής αποζημίωσης για το μηχανισμό ρύθμισης της ποσότητας ισχύος**

Κατά την εφαρμογή του μηχανισμού υποχρεωτικής ποσόστωσης απαιτούνται επιλογές που θα περιορίζουν τη μεταβλητότητα της τιμής των Ε.Π.Π. και θα λειτουργούν ως μηχανισμοί αποφυγής υπερβολικής αποζημίωσης, όπως οι ακόλουθες:

- Παρέμβαση στο ύψος των τιμών των Ε.Π.Π. Στην περίπτωση αυτή καθορίζεται ένα εύρος τιμών εντός του οποίου οφείλουν να κινηθούν τα Ε.Π.Π.
- Υποχρέωση μακροχρόνιων συμβολαίων για την παροχή πράσινης ενέργειας (συνήθως με ορίζοντα 20ετίας).
- Χρονική μετάθεση της υποχρέωσης είτε με “αποταμίευση” (banking) Ε.Π.Π. για εξαργύρωση σε μελλοντικό χρόνο οπότε και οι τιμές τους αναμένεται να είναι πιθανώς υψηλότερες, είτε ο “δανεισμός” (borrowing) και η εξαργύρωση από σήμερα μελλοντικών Ε.Π.Π. χωρίς όμως να έχει παραχθεί ακόμη η αναλογούσα πράσινη ενέργεια.

#### **4.4 Δημοπρασίες ή/και σύστημα υποβολής προσφορών**

Οι δημοπρασίες και τα συστήματα υποβολής προσφορών για τον καθορισμό και την κατανομή της οικονομικής στήριξης έργων ΑΠΕ αποτελούν ανταγωνιστικούς και προσανατολισμένους στην αγορά μηχανισμούς με βάση το κόστος παραγωγής της

ηλεκτρικής ενέργειας. Στις δημοπρασίες η τιμή αποζημίωσης της παραγόμενης ενέργειας αποτελεί το μοναδικό κριτήριο που πρέπει να αξιολογηθεί σε αντίθεση με τη διαδικασία των προσφορών όπου μπορεί να περιλαμβάνονται πρόσθετα κριτήρια.

Την ευθύνη διοργάνωσης των δημοπρασιών – διαγωνισμών φέρει κάποιος δημόσιος φορέας που είναι υπεύθυνος για την προετοιμασία των εγγράφων, τη δημοσίευση του διαγωνισμού, την αξιολόγηση των προσφορών και την επιλογή της βέλτιστης (μειοδοτική προσφορά). Ανάλογα με το σχεδιασμό του διαγωνισμού οι προσφορές μπορεί να αναφέρονται σε εγκατεστημένη ισχύ ή σε ποσότητα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαγωνιστική διαδικασία κρίνεται ανταγωνιστική εάν οι προσφορές, σε επίπεδο ισχύος ή παραγόμενης ενέργειας, υπερβαίνουν τις ποσότητες που έχουν προκηρυχθεί. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα όρια των προκηρυσσόμενων ποσοτήτων καθορίζονται βάσει του διαθέσιμου προϋπολογισμού για τη δημόσια χρηματοδοτική στήριξη των έργων ΑΠΕ.

Η στήριξη που χορηγείται μπορεί να είναι στη μορφή εγγυημένων σταθερών ή διαφορικών τιμών, πιστοποιητικών διαθεσιμότητας ισχύος ή επιχορηγήσεων. Επιπλέον η διαγωνιστική διαδικασία δύναται να είναι τεχνολογικά ουδέτερη ή να αφορά μια συγκεκριμένη τεχνολογία ΑΠΕ (π.χ. φωτοβολταϊκοί σταθμοί, υπεράκτια αιολικά πάρκα, κτλ).

#### **4.5 Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα**

Η Ελλάδα εφαρμόζει για τη στήριξη των έργων ΑΠΕ από το 1994 το μηχανισμό εγγυημένων σταθερών τιμών (FIT) που εισήχθη με τον ν.2244/1994. Κατά την περίοδο από το 1994 έως το 2006 το ύψος των FIT ήταν ενιαίο για όλες τις τεχνολογίες και οριζόταν για το μεν Διασυνδεδεμένο Σύστημα ως το 90% του τιμολογίου γενικής χρήσης στη Μέση Τάση για τα δε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ως το 90% τιμολογίου γενικής χρήσης στη Χαμηλή Τάση. Παράλληλα, ειδικά για τις εγκαταστάσεις στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα προέβλεπε μια πρόσθετη μικρή αποζημίωση για την μέγιστη παρεχόμενη ισχύ. Η σύμβαση πώλησης ενέργειας είχε διάρκεια 10 ετών με δικαίωμα ανανέωσης στη βάση νέας σύμβασης.

Το έτος 2006 ο νόμος 3468 όρισε πλέον συγκεκριμένες αριθμητικές τιμές, διαφοροποιημένες ανά τεχνολογία που για τις βασικές τεχνολογίες (αιολικά, μικρά υδροηλεκτρικά) ήταν ίσες με αυτές που ίσχυαν με το προηγούμενο καθεστώς, ενώ για τα Φ/Β καθορίστηκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές και συμπεριλήφθηκε πρόβλεψη για μέγιστη συνολική εγκατεστημένη ισχύ στην επικράτεια για την τεχνολογία αυτή ίση με 700MW. Το συμβόλαιο πώλησης ενέργειας είχε διάρκεια 10 ετών με μονομερές δικαίωμα του παραγωγού να το ανανεώσει για άλλα 10 έτη.

Το 2009 με τον νόμο 3734 θεσπίστηκε για πρώτη φορά μηχανισμός αυτόματης απομείωσης της τιμής που καθορίστηκε σε ετήσιο ποσοστό 11% και επιμερίστηκε ανά εξάμηνο για τις νέες ΦΒ εγκαταστάσεις. Παράλληλα καταργήθηκε ο περιορισμός της ανώτατης συνολικής ισχύος 700MW στην επικράτεια για την τεχνολογία αυτή. Για τα έργα ισχύος άνω των 10MW προβλέφθηκε διαγωνιστική διαδικασία. Τέλος, για πρώτη φορά στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τις Α.Π.Ε. εισάγεται η έννοια της αποζημίωσης με χρήση μιας μορφής premium, καθώς οι τιμές FIT των ΦΒ για το χρονικό διάστημα από το 2015 και μετά

υπολογίζονται με προσαύξηση της μέσης ΟΤΣ κατά 30% – 50%, ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ και το αν οι σταθμοί εγκαθίστανται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα ή τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.

Σήμερα, ο νόμος που διέπει το σύστημα FIT στην Ελλάδα είναι ο νόμος 3851/2010 που τροποποιήθηκε με τον νόμο 4254/2014. Πλέον υφίστανται διαφοροποιήσεις στο ύψος του FIT για τεχνολογίες όπως οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και από βιοαέριο. Καθορίστηκε εξαρχής 20ετής διάρκεια σύμβασης πώλησης για όλες τις ΑΠΕ και 25ετής για τους ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και για τα φωτοβολταϊκά σε στέγες μέχρι 10kW.

Συνοπτικά, βασικές συνιστώσες του μηχανισμού στήριξης είναι:

- Αυτόματη απομείωση των εγγυημένων σταθερών τιμών για τις νέες εγκαταστάσεις ΦΒ και συσχετίσή τους, από το 2015 και μετά, με το Μέσο Μεταβλητό Κόστος των Θερμικών μονάδων.
- Αντιστάθμιση της έλλειψης καθεστώτος επιδότησης κεφαλαίου. Από το 2010 υπήρξε ριζικός ανασχεδιασμός των σχημάτων επιδότησης του κεφαλαιουχικού κόστους επένδυσης για όλες τις τεχνολογίες. Στην περίπτωση των ΦΒ θεωρήθηκε εύλογη η κατάργηση της δημόσιας ενίσχυσης στο κόστος κεφαλαίου λόγω της πτώσης του κόστους του εξοπλισμού. Για τις λοιπές τεχνολογίες, η έλλειψη δημόσιας επιδότησης κεφαλαίου επιχειρήθηκε να αντισταθμιστεί με προσαύξηση 10-20% της τιμής αποζημίωσης.
- Άλλες ειδικές διατάξεις για την αντιστάθμιση του κινδύνου αυξημένων περικοπών αιολικής ισχύος υπό συνθήκες μεγάλης διείσδυσης λόγω του μη ευέλικτου συμβατικού συστήματος και για την αξιοποίηση θέσεων χαμηλού και μέσου αιολικού δυναμικού, εάν απαιτηθεί για την επίτευξη των στόχων.
- 20ετή διάρκεια σύμβασης για όλες τις Α.Π.Ε. και 25 χρόνια για ηλιοθερμικούς σταθμούς και φωτοβολταϊκά ισχύος μέχρι 10kW που εγκαθίστανται σε στέγες.
- Ενθάρρυνση της διασύνδεσης των νησιών για την αξιοποίηση του δυναμικού ΑΠΕ που διαθέτουν για τη μείωση του κόστους ηλεκτροπαραγωγής από πετρέλαιο.

Συνοπτικά και βάσει του ανωτέρω θεσμικού πλαισίου, οι εγγυημένες σταθερές τιμές πώλησης που εφαρμόζονται σήμερα στην Ελλάδα αντανακλούν:

- τη βιωσιμότητα των επενδύσεων και
- το μέγεθος της εγκατάστασης.

Εν κατακλείδι, η τιμολόγηση των διαφόρων τεχνολογιών Α.Π.Ε. έχει γίνει με σκοπό να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων και να δημιουργείται επαρκές κίνητρο για τους επενδυτές. Στον Πίνακα 40 του Παραρτήματος φαίνονται οι ισχύουσες εγγυημένες τιμές αποζημίωσης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται ανά τεχνολογία Α.Π.Ε., πλην ΦΒ.



## 5. ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ

### 5.1 Νεοκλασική οικονομική θεωρία της ευημερίας και οικονομικά του περιβάλλοντος

Η νεοκλασική οικονομική θεωρία αναπτύχθηκε περί το 1870 εστιάζοντας στην καλύτερη κατανομή των διαθέσιμων πόρων σε εναλλακτικές χρήσεις, στην ερμηνεία της διαμόρφωσης των σχετικών τιμών των αγαθών, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγικών συντελεστών, σε κατάσταση γενικής ισορροπίας και με πρώτη θεωρητική εκδοχή της το οριακό όφελος ή την οριακή χρησιμότητα (που προϋποθέτει απόλυτα μετρήσιμη υποκειμενική χρησιμότητα). Επιπλέον, προωθεί κυρίως, την “οριακή ανάλυση” και την υπόθεση ότι η συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων διέπεται από την αρχή της μεγιστοποίησης του οφέλους. Η νεοκλασική θεωρία θεμελιώνει τη σχέση της αξίας ενός αγαθού σε συνάρτηση με τη στενότητά του επιτυγχάνοντας την ταυτόχρονη εξέταση των δυο πλευρών της αγοράς: της προσφοράς και της ζήτησης (Μπουχάριν, 1988, Τουρκολιάς,Χ, 2010).

Σε κάθε επίπεδο τιμής οι καταναλωτές ζητούν διαφορετική ποσότητα, η οποία προσδιορίζεται από την κατερχόμενη καμπύλη ζήτησης. Πιο συγκεκριμένα, αν όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση παραμένουν αμετάβλητοι:

- Όταν η τιμή μειώνεται, η ζητούμενη ποσότητα αυξάνεται
- Όταν η τιμή αυξάνεται, η ζητούμενη ποσότητα μειώνεται

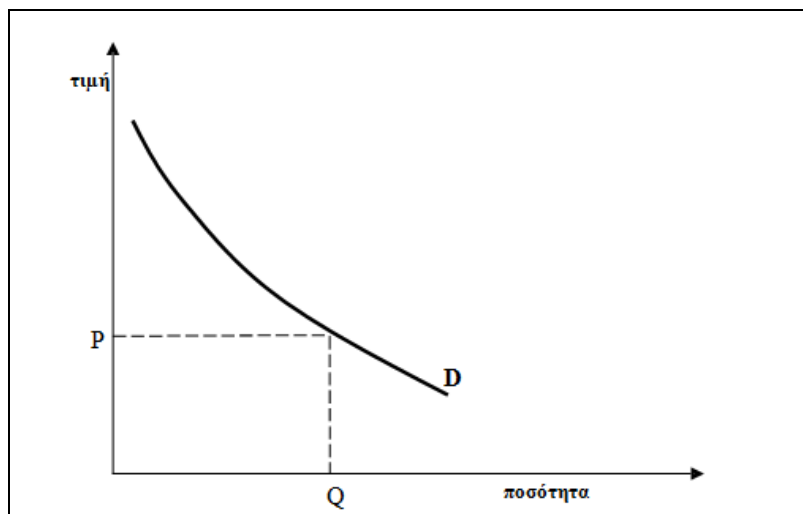
Η μείωση της ποσότητας με την αύξηση της τιμής προκύπτει:

- Ως αποτέλεσμα υποκατάστασης: οι καταναλωτές στρέφονται σε φθηνότερα προϊόντα για την κάλυψη της ανάγκης
- Ως αποτέλεσμα περιορισμού: οι καταναλωτές δε διαθέτουν το απαραίτητο εισόδημα και αρκούνται σε μικρότερη ποσότητα

Οι δύο αυτές τάσεις δεν είναι ίδιες σε όλα τα αγαθά λόγω διαφορετικής αντίδρασης των καταναλωτών. Σε αγαθά πρώτης ανάγκης ή αγαθά χωρίς υποκατάστατα η αύξηση της τιμής δεν οδηγεί σε αισθητή μείωση της ζήτησης γιατί η ανάγκη πρέπει να καλυφθεί σε βάρος άλλων - λιγότερο πιεστικών - αναγκών. Σε αγαθά πολυτελείας η αύξηση της τιμής θα μειώσει αισθητά τη ζήτηση γιατί η ανάγκη δεν είναι τόσο πιεστική.

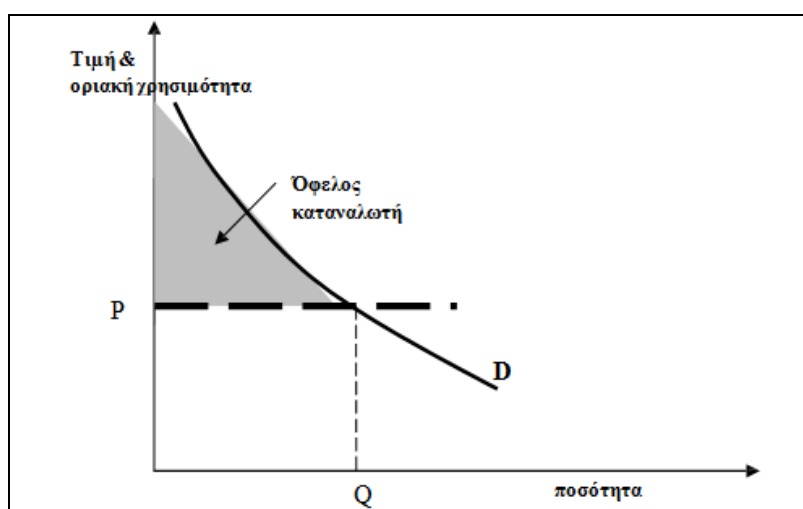
Η ερμηνεία της συμπεριφοράς των καταναλωτών απέναντι στις μεταβολές των τιμών των αγαθών στηρίζεται στην έννοια της χρησιμότητας, δηλαδή της ευχαρίστησης που αντλεί ο καταναλωτής από την απόκτηση ενός αγαθού. (Μαγνήσαλης,Κ, 1997). Η χρησιμότητα μεταβάλλεται με την ποσότητα του αγαθού. Οι αρχικές μονάδες ενός αγαθού έχουν μεγάλη χρησιμότητα, ενώ κάθε πρόσθετη μονάδα είναι λιγότερο χρήσιμη. Επομένως, η οριακή χρησιμότητα φθίνει με την αύξηση της ποσότητας, ενώ η καμπύλη ζήτησης D ουσιαστικά αποτελεί την καμπύλη της οριακής χρησιμότητας. Για το σύνολο των αγαθών η επιλογή του μίγματος και των ποσοτήτων που θα προμηθευτεί ο καταναλωτής θα στηριχθεί στην επιδίωξη του να μεγιστοποιήσει

τη συνολική του χρησιμότητα, με δεδομένο το εισόδημα του.



**Σχήμα 1:** Η κατερχόμενη καμπύλη ζήτησης.

Προφανώς ο κάθε καταναλωτής έχει διαφορετική αντίληψη για τη χρησιμότητα κάθε αγαθού, διαφορετικές ανάγκες και διαφορετική εισοδηματική ευχέρεια. Όλοι όμως ακολουθούν παρόμοιους κανόνες συμπεριφοράς. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι η καμπύλη ζήτησης ενός αγαθού στην αγορά προκύπτει ως άθροισμα των ποσοτήτων που ζητούνται από το σύνολο των καταναλωτών. Ο καταναλωτής θα αγοράσει τόσες μονάδες αγαθού ( $Q$ ) μέχρι η χρησιμότητα της τελευταίας μονάδας να εξισωθεί με την τιμή του αγαθού ( $p$ ) (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2:** Το όφελος του καταναλωτή για τιμή αγαθού  $p$

Το όφελος ή πλεόνασμα του καταναλωτή προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ της συνολικής χρησιμότητας που απολαμβάνει από την απόκτηση όλων των μονάδων που αγοράζει (το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ζήτησης στο σημείο  $p-Q$ ), και της συνολικής αξίας που πληρώνει, η οποία βασίζεται στην τιμή που προκύπτει από την (χαμηλή) οριακή χρησιμότητα της τελευταίας μονάδας  $Q$  (το εμβαδόν του τετραγώνου κάτω από την ευθεία  $p$ ).

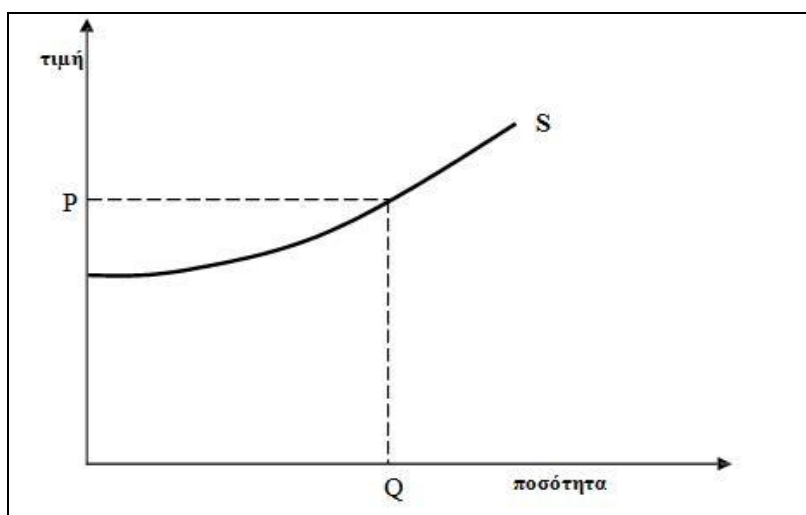
Η καμπύλη της προσφοράς (Σχήμα 3) προσδιορίζει την ποσότητα που προσφέρουν οι παραγωγοί σε κάθε επίπεδο τιμής και είναι γενικά ανερχόμενη. Δηλαδή, αν όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν το ύψος της προσφοράς παραμένουν αμετάβλητοι:

- Όταν η τιμή μειώνεται, η προσφερόμενη ποσότητα μειώνεται.
- Όταν η τιμή αυξάνεται, η προσφερόμενη ποσότητα αυξάνεται.

Η μείωση της ποσότητας με τη μείωση της τιμής προκύπτει:

- Ως αποτέλεσμα περιορισμού: οι παραγωγοί μειώνουν την παραγωγή για να περιορίσουν το κόστος παραγωγής και τις ζημιές.
- Ως αποτέλεσμα μετατόπισης της παραγωγής: οι παραγωγοί στρέφονται σε προϊόντα χαμηλότερου κόστους εγκαταλείποντας τη συγκεκριμένη παραγωγική δραστηριότητα.

Οι δύο αυτές τάσεις δεν είναι ίδιες σε όλα τα αγαθά λόγω διαφορετικής αντίδρασης των παραγωγών. Η κλίση της καμπύλης προσφοράς διαφοροποιείται ανάλογα με τις οικονομικές δυνατότητες των επιχειρήσεων και την ευελιξία της παραγωγής.



**Σχήμα 3:** Η ανερχόμενη καμπύλη προσφοράς.

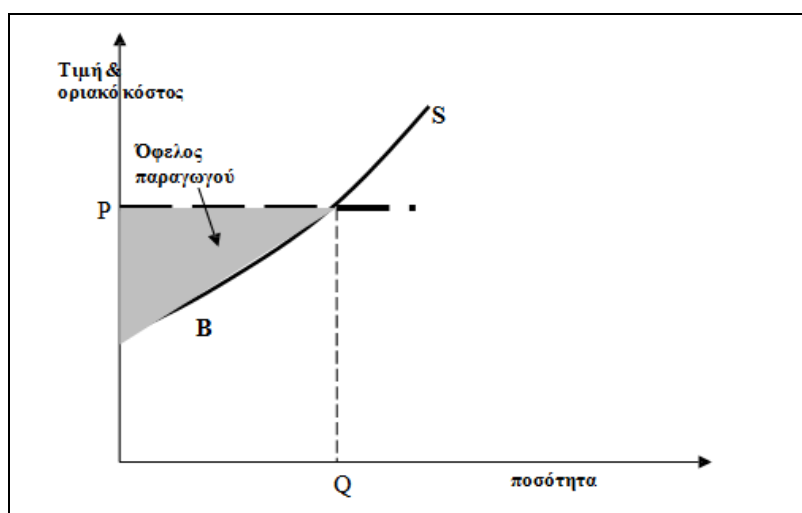
Η ερμηνεία της συμπεριφοράς των παραγωγών απέναντι στις μεταβολές των τιμών των αγαθών στηρίζεται στο κόστος παραγωγής, δηλαδή στη δυνατότητα του παραγωγού να

προσφέρει στην αγορά τη ζητούμενη ποσότητα.

Το κόστος παραγωγής μεταβάλλεται ανάλογα με την παραγόμενη ποσότητα (Τουρκολιάς,Χ, 2010). Αν ο παραγωγός αξιοποιεί ήδη πλήρως τους συντελεστές παραγωγής κάθε πρόσθετη μονάδα έχει υψηλότερο κόστος, γιατί θα πρέπει να προμηθευτεί πρόσθετους συντελεστές παραγωγής σε υψηλότερο κόστος (π.χ. υπερωριακή απασχόληση), ενώ στο βαθμό που ένας πρόσθετος συντελεστής (π.χ. εργασία) δε συνδυάζεται με την απαιτούμενη ποσότητα άλλων συντελεστών (π.χ. μηχανήματα) θα αποδίδει και λιγότερο (νόμος φθίνουσας απόδοσης). Επομένως, το οριακό κόστος αυξάνεται με την αύξηση της παραγόμενης ποσότητας, ενώ η καμπύλη προσφοράς  $S$  ουσιαστικά αποτελεί την καμπύλη του οριακού κόστους.

Ο παραγωγός θα παράγει τόσες μονάδες αγαθού ( $Q$ ) μέχρι το κόστος της τελευταίας μονάδας να εξισωθεί με την τιμή ( $p$ ). Ο παραγωγός επιλέγει την ποσότητα παραγωγής και το μίγμα των εισροών που ελαχιστοποιεί το συνολικό του κόστος, με δεδομένη την τεχνολογία του.

Ο καταναλωτής θα αγοράσει τόσες μονάδες αγαθού ( $Q$ ) μέχρι η χρησιμότητα της τελευταίας μονάδας να εξισωθεί με την τιμή του αγαθού ( $p$ ) (Σχήμα 4). Το όφελος ή πλεόνασμα του παραγωγού προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ της συνολικής αξίας που εισπράττει από την πώληση όλων των μονάδων η οποία βασίζεται στην τιμή που προκύπτει από το (υψηλό) οριακό κόστος της τελευταίας μονάδας (το εμβαδόν του τετραγώνου κάτω από την ευθεία  $p$ ) και του συνολικού κόστους που καταβάλλει για την παραγωγή όλων των μονάδων που προσφέρει στην αγορά (το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη προσφοράς στο σημείο  $p-Q$ ).



**Σχήμα 4:** Το όφελος του παραγωγού για τιμή αγαθού  $p$ .

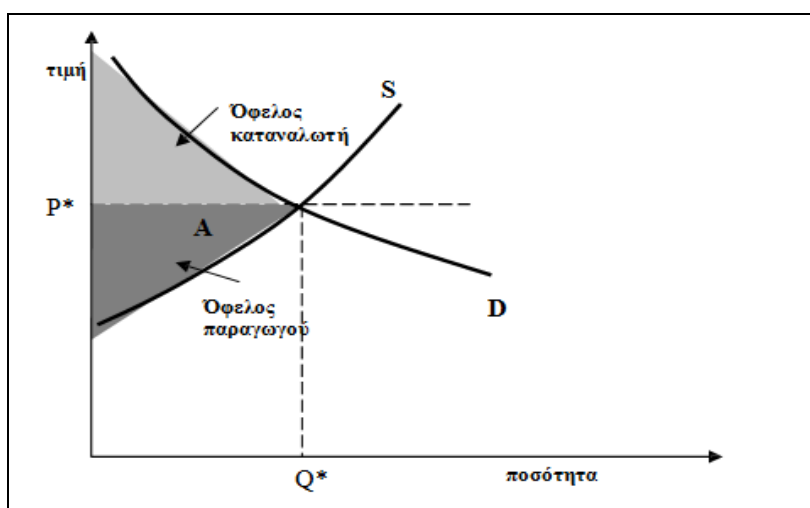
Ο Ιταλός οικονομολόγος Vilfredo Pareto (1848-1923) διαμόρφωσε, μεταξύ άλλων οικονομικών κανόνων, ένα κριτήριο για τη μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους

κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μεταξύ των μελών του κοινωνικού συνόλου, γνωστό ως «κριτήριο αριστοποίησης κατά Pareto». Σύμφωνα με αυτό, μία κατάσταση χαρακτηρίζεται βέλτιστη, όταν δεν μπορεί να βελτιωθεί η θέση κάποιου ατόμου χωρίς να επιδεινωθεί, ταυτόχρονα, η θέση κάποιου άλλου. Με τον όρο «βελτίωση» νοείται μια πιο ελκυστική επιλογή και με τον όρο «επιδείνωση» νοείται μια λιγότερο ελκυστική επιλογή από την υπάρχουσα. Το κριτήριο αυτό αποτέλεσε το βασικό θεμέλιο των «οικονομικών της ευημερίας» (welfare economics).

Με βάση τις παραπάνω αρχές η νεοκλασική οικονομική θεωρία της ευημερίας ερμηνεύει τους μηχανισμούς προσφοράς και ζήτησης των διαφόρων αγαθών. Οι διαδικασίες αυτές υλοποιούνται μέσω του μηχανισμού της αγοράς, ο οποίος καταγράφει τις ανάγκες των καταναλωτών και κατευθύνει την παραγωγή κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ικανοποιηθούν οι ανάγκες αυτές. Από τη χωριστή ανάλυση της συμπεριφοράς καταναλωτών και παραγωγών προκύπτει ότι για μια δεδομένη τιμή  $p$ :

- Η ζήτηση έχει ύψος στο οποίο μεγιστοποιείται η χρησιμότητα του καταναλωτή.
- Η προσφορά έχει ύψος στο οποίο ελαχιστοποιείται το κόστος του παραγωγού.

Αντίθετα, αν η τιμή είναι υψηλή θα υπάρχει μεγάλη προσφορά αλλά ανεπαρκής ζήτηση. Επομένως, η αγορά ισορροπεί στο επίπεδο τιμών  $p^*$  όπου το οριακό κόστος του παραγωγού ισούται με την οριακή χρησιμότητα του καταναλωτή. Οι δύο πλευρές ωθούμενες από ιδιοτελή κίνητρα καταλήγουν σε ένα αμοιβαία αποδεκτό επίπεδο τιμής και ποσότητας. Στο σημείο ισορροπίας της αγοράς μεγιστοποιείται το καθαρό όφελος για την κοινωνία, το οποίο αποτελεί το άθροισμα του οφέλους του παραγωγού και του οφέλους του καταναλωτή (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Ισορροπία προσφοράς S και ζήτησης D.

Προκειμένου να επιτευχθεί η ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, χωρίς καμία κεντρική παρέμβαση, και να προκύψει η μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους θα

πρέπει να ισχύουν κατάλληλες συνθήκες στην αγορά που επιτρέπουν να εκφραστούν απρόσκοπτα μέσω των τιμών:

- οι επιθυμίες των αγοραστών που με βάση τη χρησιμότητα των αγαθών διαμορφώνουν τη ζήτηση,
- οι περιορισμοί των πωλητών που με βάση το κόστος παραγωγής διαμορφώνουν την προσφορά.

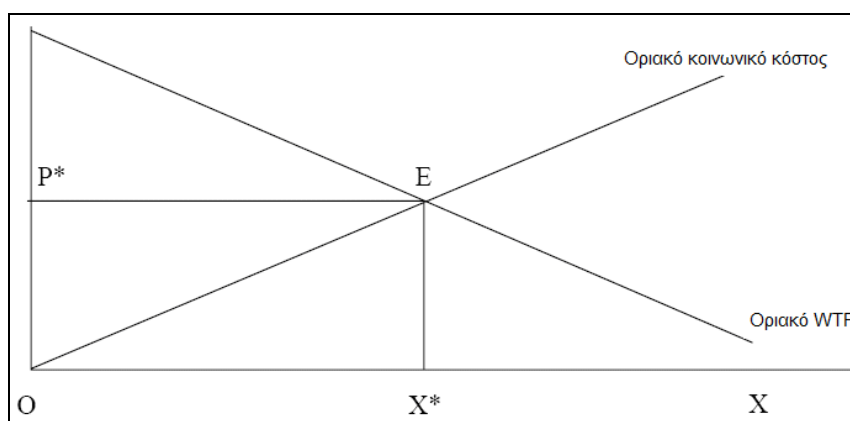
Στο επίπεδο γενικής ισορροπίας οι συνθήκες οι οποίες ικανοποιούν το άριστο κριτήριο κατά Pareto διασφαλίζονται από την «τέλεια» αγορά, την αγορά δηλαδή όπου επικρατούν συνθήκες πλήρους ανταγωνισμού (Pearce and Turner, 1990; Μοιρασγεντής, 1998, Dixon et al., 1994).

## 5.2 Εξωτερικές οικονομίες

Σύμφωνα με τη νεοκλασική οικονομική θεωρία στόχος του μηχανισμού της αγοράς είναι η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας, δηλαδή η επίτευξη μεγαλύτερης ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος με τους ίδιους ή λιγότερους παραγωγικούς συντελεστές (Καλιαμπάκος,Δ, Δαμίγος,Δ, 2008). Στις «τέλειες» αγορές η τιμή ενός προϊόντος προσδιορίζεται από το σημείο τομής των καμπυλών προσφοράς και ζήτησης. Η καμπύλη της ζήτησης εκφράζει την οριακή προθυμία πληρωμής για το αγαθό, ενώ η καμπύλη προσφοράς του το οριακό κόστος παραγωγής του. Ως εκ τούτου το σημείο ισορροπίας στην τιμή  $P^*$  και στην ποσότητα  $Q^*$  είναι αυτό για το οποίο ισχύει:

$$[\text{οριακό κόστος παραγωγής του } X] = [\text{οριακή προθυμία για πληρωμή του } X]$$

Όταν η καμπύλη του οριακού κόστους περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του κόστους παραγωγής ενός αγαθού τότε καλείται καμπύλη του οριακού κοινωνικού κόστους και η τιμή αγοράς είναι στο σημείο στο οποίο το οριακό κοινωνικό κόστος είναι ίσο με τη ζήτηση (οριακή προθυμία πληρωμής) για το αγαθό (Σχήμα 6).



**Σχήμα 6:** Προσδιορισμός τιμής προϊόντος σε συνθήκες «τέλειας» αγοράς.

Στην πράξη ωστόσο οι αγορές δεν λειτουργούν τόσο αποτελεσματικά, ειδικότερα για τα ελεύθερα και δημόσια αγαθά (κοινωνικά αγαθά). Η απουσία δικαιωμάτων ιδιοκτησίας στα περιβαλλοντικά και σε άλλα δημόσια αγαθά και η ταύτιση της αξίας ενός αγαθού με την τιμή του (για τα περισσότερα περιβαλλοντικά αγαθά η τιμή αγοράς είναι μηδενική) έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εξωτερικών οικονομιών (ή απλά εξωτερικότητων). Οι στρεβλώσεις αυτές είναι από τους σημαντικότερους λόγους για τους οποίους διαφέρει το ιδιωτικό, δηλαδή το κόστος της αγοράς, από το κοινωνικό κόστος, αφού το οριακό κόστος παραγωγής δεν ενσωματώνει το πραγματικό κόστος που δημιουργείται στην κοινωνία κατά την παραγωγική διαδικασία (π.χ. η τιμή χρέωσης του αρδευτικού νερού σε συνθήκες έλλειψης δεν λαμβάνει υπόψη το κόστος ευκαιρίας του πόρου σε άλλες ανταγωνιστικές χρήσεις). Καταγράφεται λοιπόν μια σημαντική αστοχία του μηχανισμού της αγοράς να εντάξει μια σειρά αγαθών στις διαδικασίες εξισορρόπησης μεταξύ προσφοράς και ζήτησης.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα αναγνωρίστηκε ότι οι δραστηριότητες κάποιων οικονομικών μονάδων μπορούν να έχουν επιδράσεις σε άλλες οικονομικές μονάδες που δεν λαμβάνονται υπόψη από τις πρώτες, η έννοια όμως των εξωτερικών οικονομιών αναδείχτηκε και επεκτάθηκε κυρίως από τον Ρίγου.

Μια εξωτερική οικονομία (ή εξωτερικότητα) υφίσταται εάν ισχύουν 2 συνθήκες (Τουρκολιάς,Χ, 2010):

- Οι ενέργειες ενός οικονομικού υποκειμένου Α προκαλούν μεταβολή στην ευημερία ενός άλλου οικονομικού υποκειμένου Β.
- Το οικονομικό υποκείμενο Β δεν αποζημιώνεται από το οικονομικό υποκείμενο Α (σε περίπτωση που μειώνεται η ευημερία του) ούτε πληρώνει το Α (σε περίπτωση που αυξάνεται η ευημερία του), ενώ δεν έχει τη δυνατότητα να ελέγξει ή να παρεμποδίσει τη δραστηριότητα του Α.

Όπως και κάθε παράγοντας μεταβολής του επιπέδου ευημερίας, οι εξωτερικές οικονομίες επηρεάζουν τη λειτουργία της οικονομίας, παραμένουν όμως εξωτερικές ως προς το μηχανισμό της αγοράς, καθώς δεν αποτυπώνονται στις τιμές ως παράμετροι μεταβολής της συνολικής χρησιμότητας του καταναλωτή και του συνολικού κόστους του παραγωγού.

Οι εξωτερικές οικονομίες διακρίνονται:

#### **I. Ανάλογα με την κατεύθυνση μεταβολής της ευημερίας:**

Θετική εξωτερική οικονομία ή εξωτερικό όφελος αν προκαλείται αύξηση της ευημερίας. Ενδεικτικά παραδείγματα θετικών εξωτερικών οικονομιών αποτελούν τα μειωμένα ποσοστά εγκληματικότητας που συνδέονται με την εκπαίδευση και η ευχαρίστηση που λαμβάνει κάποιος καθώς διέρχεται δίπλα από έναν κήπο σε έναν πολυσύχναστο και με υψηλά επίπεδα ρύπανσης δρόμο.

Αρνητική εξωτερική οικονομία ή εξωτερικό κόστος αν προκαλείται μείωση της ευημερίας. Η ρύπανση των νερών και του αέρα από μια βιομηχανική δραστηριότητα ή η δυνατή ένταση της μουσικής στις νυχτερινές ώρες από κέντρο διασκέδασης χωρίς να υφίσταται κάποιο είδος αποζημίωσης αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αρνητικής εξωτερικής οικονομίας.

## **II. Ανάλογα με το είδος του αγαθού που προκαλεί την αύξηση ή μείωση της ευημερίας:**

Περιβαλλοντική εξωτερική οικονομία αν η μεταβολή της ευημερίας σχετίζεται με μεταβολές στην κατάσταση περιβαλλοντικών αγαθών. Η έκλυση αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα ή η δενδροφύτευση ενός δημόσιου χώρου αποτελούν παραδείγματα αρνητικών και θετικών περιβαλλοντικών εξωτερικοτήτων αντίστοιχα.

Μη περιβαλλοντική εξωτερική οικονομία αν η μεταβολή της ευημερίας σχετίζεται με μεταβολές σε άλλες παραμέτρους της κοινωνικής και οικονομικής ζωής. Η μείωση των πωλήσεων ενός μικρού εμπορικού λόγω της εγκατάστασης ενός μεγάλου πολυκαταστήματος ή η ανεργία η οποία προκαλείται από τη διεύδυση τεχνολογιών υψηλού αυτοματισμού αποτελούν παραδείγματα αρνητικών εξωτερικών οικονομιών.

## **III. Ανάλογα με τη δυνατότητα μεταβίβασης τους στις τιμές:**

Χρηματική εξωτερική οικονομία αν το εξωτερικό κόστος ή όφελος εκφράζεται άμεσα σε χρηματικές μονάδες, όπως για παράδειγμα η ζημιά που υφίσταται ο μικροέμπορος από τη λειτουργία ενός εμπορικού πολυκαταστήματος, η ζημιά ενός αγρότη από τα αποτελέσματα της όξινης βροχής ή το όφελος ενός καταστηματούχου από τη δημιουργία μιας στάσης μετρό στην περιοχή του.

Τεχνολογική εξωτερική οικονομία αν το εξωτερικό κόστος ή όφελος μπορεί να μετρηθεί σε φυσικές μονάδες ή να εκτιμηθεί σε ποιοτική κλίμακα. Η επίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία ή η αυξημένη αισθητική απόλαυση που έχει κάποιος από τη δενδροφύτευση ενός γειτονικού χώρου αποτελούν παραδείγματα αρνητικών και θετικών τεχνολογικών εξωτερικών οικονομιών αντίστοιχα.

## **IV. Ανάλογα με την αύξηση ή μείωση της ευημερίας σε σχέση με τη μεταβολή του όγκου παραγωγής ενός αγαθού:**

Σταθερή εξωτερική οικονομία αν το εξωτερικό κόστος ή όφελος δεν μεταβάλλεται κατά την αύξηση ή μείωση του όγκου παραγωγής ενός αγαθού, όπως για παράδειγμα κατά την απόθεση απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ ανεξάρτητα από την ποσότητά τους η έλλειψη θελκτικότητας του χώρου αποτελεί αρνητική εξωτερική οικονομία, ενώ η πλήρωση τυχόν κοιλωμάτων με απορρίμματα αποτελεί αντίστοιχα θετική εξωτερικότητα.

Μεταβλητή εξωτερική οικονομία αν το εξωτερικό κόστος ή όφελος μεταβάλλεται ανάλογα όταν αυξάνεται ή μειώνεται ο όγκος παραγωγής ενός αγαθού. Η αύξηση του όγκου απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ προκαλεί σημαντικότερη μόλυνση της αέριας ατμόσφαιρας, του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα οδηγώντας σε υψηλότερο εξωτερικό κόστος. Ταυτόχρονα παρέχονται όμως σημαντικότερες δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων αποτελώντας θετική εξωτερική οικονομία.

Οι εξωτερικότητες οδηγούν γενικά σε μη αποδοτική κατανομή των πόρων και των παραγωγικών συντελεστών, σε μη ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και, τελικά, γενικότερα σε μη αποδεκτές κοινωνικές λύσεις.



### **5.3 Εξωτερικές οικονομίες της ηλεκτροπαραγωγής**

Από την ανάλυση που προηγήθηκε είναι φανερό ότι κάθε παραγωγική δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από δυο συνιστώσες κόστους:

- Το ιδιωτικό-οικονομικό κόστος (private cost), το οποίο αποτυπώνεται με το μηχανισμό της αγοράς και αντικατοπτρίζεται στην τελική τιμή του προϊόντος.
- Το εξωτερικό κόστος, το οποίο αποτελεί την οικονομική έκφραση των επιπτώσεων της δραστηριότητας προς τρίτους και γενικότερα προς την κοινωνία και το οποίο δεν αντικατοπτρίζεται στην τελική τιμή του προϊόντος.

Το άθροισμα του ιδιωτικού και του εξωτερικού κόστους συνιστά το κοινωνικό κόστος (social cost) του προϊόντος.

Η παραπάνω διάκριση βρίσκει εφαρμογή και στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Στο ισχύον σύστημα αξιών το ιδιωτικό-οικονομικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει με βάση το κόστος επένδυσης της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της καθώς επίσης και το κόστος καυσίμου. Ταυτόχρονα, ο τομέας της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέεται με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον με ποικίλλες αλληλεξαρτήσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εξωτερικών οικονομιών, οι οποίες δεν αντικατοπτρίζονται στην τιμή ηλεκτρισμού. Οι εξωτερικές αυτές οικονομίες όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω διακρίνονται σε περιβαλλοντικές και σε μη περιβαλλοντικές εξωτερικές οικονομίες.

#### **Περιβαλλοντικές και μη εξωτερικές οικονομίες**

Το σύνολο το περιβαλλοντικών εξωτερικών οικονομιών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές πιέσεις (αέριες εκπομπές, υγρά και στερεά απόβλητα, οπτική ρύπανση) που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές εξωτερικές οικονομίες συμβατικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής συνίστανται κατά κύριο λόγο:

- στην έκλυση σωματιδίων και αέριων ρύπων που επηρεάζουν αφενός την ανθρώπινη υγεία αφετέρου τα φυσικά οικοσυστήματα
- στην έκλυση αερίων εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Οι μονάδες ΑΠΕ εξαιτίας της αξιοποίησης φυσικών πόρων, για την παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους δεν δημιουργούν περιβαλλοντικές οχλήσεις στα ανθρώπινα και φυσικά συστήματα.

Το σύνολο των ερευνητικών προσπαθειών μέχρι σήμερα επικεντρώθηκε κυρίως στην αποτίμηση των περιβαλλοντικών εξωτερικών οικονομιών στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, αλλά οι μη περιβαλλοντικές εξωτερικές οικονομίες είναι εξίσου σημαντικές και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να αγνοούνται.

Οι μη περιβαλλοντικές εξωτερικές οικονομίες που προκαλούνται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Pearce et al., 1994; Krupnick et al., 1995).

**I. Εξωτερικές οικονομίες που σχετίζονται με θέματα ασφάλειας της ενεργειακής τροφοδοσίας.**

Η εισαγωγή ενεργειακών πόρων συνοδεύεται από τον κίνδυνο διακοπής της παροχής ενέργειας, η οποία μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές και να μειώσει το επίπεδο κοινωνικής ευημερίας. Το κόστος των μέτρων που απαιτούνται για την αποφυγή ενδεχόμενων διακοπών στην τροφοδοσία ενέργειας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να ενσωματώνεται στην τιμή της ενέργειας ειδάλλως συνιστά εξωτερική οικονομία.

**II. Εξωτερικές οικονομίες που σχετίζονται με κυβερνητικές παρεμβάσεις.**

Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η κυβέρνηση ευνοεί ή παρεμποδίζει συγκεκριμένες ενεργειακές πολιτικές με την εφαρμογή προγραμμάτων άμεσων ή έμμεσων επιχορηγήσεων, προγραμμάτων έρευνας και τεχνολογίας, φορολογικές ελαφρύνσεις κ.λπ. και τελικά οδηγούν τους καταναλωτές να πληρώνουν είτε φθηνότερα είτε ακριβότερα την ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούν να αντιμετωπιστούν ως προβλήματα εξωτερικών οικονομιών.

**III. Εξωτερικές οικονομίες που σχετίζονται με την εξάντληση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.**

Αν και η ενδεχόμενη εξάντληση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων θεωρείται ότι εσωτερικοποιείται στην τιμή πώλησης των πόρων αυτών, κατά την περίπτωση όπου το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται είναι υψηλότερο από το κοινωνικό επιτόκιο το οποίο θα έπρεπε να χρησιμοποιείται αυτή η διαφορά που προκύπτει μπορεί να θεωρηθεί ως εξωτερική οικονομία.

**IV. Εξωτερικές οικονομίες που σχετίζονται με τα ατυχήματα.**

Η περίπτωση εργατικού ατυχήματος είτε μεγάλης (πυρηνικό ατύχημα) είτε μικρής (τραυματισμός εργατικού δυναμικού) κλίμακας θα προκαλέσει σημαντικές ζημιές και θα μειώσει το επίπεδο κοινωνικής ευημερίας, οπότε πρέπει να αντιμετωπίζεται ως εξωτερική οικονομία.

**V. Εξωτερικές οικονομίες που σχετίζονται με τη δημιουργία άμεσων, έμμεσων και συνεπαγόμενων θέσεων εργασίας**

Η κατασκευή αλλά και η λειτουργία μονάδων ηλεκτροπαραγωγής συνεπάγεται τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

### **5.3.1 Εξωτερικότητες μονάδων βιοαερίου**

Οι θετικές εξωτερικότητες των μονάδων παραγωγής βιοαερίου με τη διαδικασία της ΑΧ κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους συνοψίζονται παρακάτω:

- Επεξεργασία και ενεργειακή αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων που παράγονται από γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες, από τη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και από τα νοικοκυριά.
- Χρήση του χωνεμένου υπολείμματος της επεξεργασίας αυτών των οργανικών υπολειμμάτων σε γεωργικές εκτάσεις ως καλής ποιότητας λίπασμα - εδαφοβελτιωτικό.
- Συμβολή στην αποκλιμάκωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της μειωμένης παραγωγής CO<sub>2</sub> εξαιτίας της υποκατάστασης συμβατικών καυσίμων
- Συμβολή στην αποφυγή προβλημάτων υγείας λόγω της μειωμένης παραγωγής αιωρούμενων σωματιδίων και στη βελτίωση της φυτικής παραγωγής.
- Μείωση της ρύπανσης των υδάτων (επιφανειακών και υπόγειων) λόγω της αξιοποίησης της οργανικής ύλης, η οποία σε αντίθετη περίπτωση θα κατέληγε σε υδάτινους αποδέκτες
- Μείωση των οχλήσεων από οσμές κτηνοτροφικών υπολειμμάτων
- Δημιουργία άμεσων και έμμεσων θέσεων απασχόλησης
- Συμβολή στη βελτίωση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού εξαιτίας της υποκατάστασης ορυκτών εισαγόμενων καυσίμων όπως είναι το φυσικό αέριο.

#### **5.4 Αξιοποίηση εξωτερικών οικονομιών στη διαμόρφωση πολιτικών**

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών εξωτερικών οικονομιών που προέκυψε από τις πρώτες ερευνητικές προσπάθειες που έγιναν στη δεκαετία του '90, απέδειξε ότι για ορισμένες τεχνολογίες η αξία των συνεπαγόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι ιδιαίτερα σημαντική και η αγνόησή της στη διαδικασία ενεργειακού σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων προκαλεί σοβαρές στρεβλώσεις στη λειτουργία του μηχανισμού της αγοράς. Παρά το σημαντικό βαθμό αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τα μεγέθη αυτά εκτιμάται ότι αποτελούν μία βάση εκτίμησης πιο ρεαλιστική από αυτή που προσδιορίζουν οι τιμές της αγοράς, ιδιαίτερα σε συγκριτικές αναλύσεις.

Σε επίπεδο πολιτικής όλα τα πρόσφατα επίσημα κείμενα αρχών και στρατηγικής της ΕΕ, όπως η Συνθήκη του Άμστερνταμ, η Στρατηγική Βιώσιμης Ανάπτυξης του Γκέτεμποργκ, το 6ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον (2002-2012) επισημαίνουν την ανάγκη «διόρθωσης των τιμών» ως απαραίτητο μέσο για την εξισορρόπηση της κοινωνικής και περιβαλλοντικής διάστασης με την οικονομική συνιστώσα της ανάπτυξης. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα του Προγράμματος ExternE<sup>4</sup> αρχίζουν και αξιοποιούνται ευρύτατα στην αξιολόγηση και διαμόρφωση πολιτικών και την έκδοση Οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ιδιαίτερα αυτών που αναφέρονται στην ποιότητα της ατμόσφαιρας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι Οδηγίες που έλαβαν υπόψη εκτιμήσεις εξωτερικού κόστους, με αναφορές στα σχετικά υποστηρικτικά κείμενα:

<sup>4</sup> External Costs of Energy

- Οδηγία 1999/30/EC για τα σωματίδια, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> και μόλυβδο (IVM, 1997).
- Οδηγία 2000/69/EC για το μονοξείδιο του άνθρακα και το βενζένιο (AEA Technology, 1999).
- Οδηγία 2000/76/EC για την αποτέφρωση των απορριμμάτων (AEA Technology et al., 1997).
- Οδηγία 2001/80/EC για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης (ERM, 1997).
- Οδηγία 2002/3/EC για το όζον (IIASA et al., 1998).
- Οδηγία 2004/107/EC για τον υδράργυρο, κάδμιο, νικέλιο, αρσενικό και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ENTEC, 2000; AEA Technology and TNO, 2000).

Εκτιμήσεις εξωτερικού κόστους αξιοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της Οδηγίας 2000/76/EC (αλλά και της αναθεωρημένης Οδηγίας 2001/81/EC) για τα εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών SO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub>, VOC και NH<sub>3</sub> στις χώρες ΕΕ για το 2010 (IIASA and AEA Technology, 1999), καθώς και για το προγενέστερο Πρωτόκολλο του Gothenburg (1999) για τους ίδιους ρύπους (Holland et al., 1999). Επίσης, η διαμόρφωση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της ΕΕ για τα υπό ένταξη κράτη μέλη στηρίχθηκε σε ανάλυση κόστους οφέλους στη βάση των εκτιμήσεων του ExternE (Faircloth et al., 1999).

Σε εθνικό επίπεδο αναφέρεται η διαμόρφωση εθνικής στρατηγικής για τη διασφάλιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στο Ηνωμένο Βασίλειο (IGCB, 1999), ενώ από τις υποστηρικτικές μελέτες επιμέρους πολιτικών που αξιοποιούν εκτιμήσεις εξωτερικού κόστους αναφέρονται ενδεικτικά:

- Οικονομική αξιολόγηση της διαχείρισης αποβλήτων PVC (AEA Technology and Metroeconomica, 2000).
- Μελέτη για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους των οχημάτων και εκτίμηση του ενδεχομένου ενσωμάτωσης του με τη μορφή φορολογίας (AEA Technology et al., 1999).
- Σύγκριση του περιβαλλοντικού κόστους των αυτοκινητόδρομων και των σιδηροδρομικών γραμμών στο Ηνωμένο Βασίλειο (AEA Technology and ITS, 2000).
- Ανάλυση του περιβάλλοντος, της ανταγωνιστικότητας και της υγείας (AEA Technology and Metroeconomica, 1999).

Σε επίπεδο επιχειρήσεων ηλεκτρισμού αρκετές μεγάλες επιχειρήσεις, κυρίως στη Βόρεια Αμερική, υιοθετούν την ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών σε διάφορα επίπεδα της λειτουργίας τους. Έτσι η 'Ontario Hydro' στον Καναδά έχει υιοθετήσει μια στρατηγική αποτίμησης του συνολικού κοινωνικού κόστους των ενεργειακών τεχνολογιών, η οποία θα αποτελέσει τη βάση χάραξης της μελλοντικής ενεργειακής πολιτικής της εταιρίας. Επιπρόσθετα, στις ΗΠΑ οι ηλεκτρικές επιχειρήσεις των περισσότερων πολιτειών εφαρμόζουν πολιτικές καταγραφής και αποτίμησης των εξωτερικών οικονομιών, ενώ σε τρεις από αυτές (Πολιτείες Massachusetts, Wisconsin και California) οι εξωτερικές

οικονομίες έχουν καταστεί συστατικό στοιχείο του ενεργειακού σχεδιασμού και μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους διαμόρφωσης της ενεργειακής πολιτικής τους.

Στη διεθνή βιβλιογραφία ο αριθμός των εργασιών που αναφέρονται στις διαφοροποιήσεις που υφίστανται τα ηλεκτρικά συστήματα από την υιοθέτηση πολιτικών ενσωμάτωσης των εξωτερικών οικονομιών είναι σχετικά περιορισμένος. Στις περισσότερες από αυτές υιοθετούνται βιβλιογραφικές τιμές εξωτερικών οικονομιών ανά μονάδα εκπεμπόμενου ρύπου και εξετάζονται οι διαφοροποιήσεις που ανακύπτουν από την άμεση ενσωμάτωση τους στη διαδικασία σχεδιασμού της επέκτασης της εγκατεστημένης ισχύος ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής. Έτσι για παράδειγμα στην εργασία του Sheffrin (1992) αποδεικνύεται ότι η ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών θα οδηγήσει τις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού σε στροφή μικρής κλίμακας προς επενδύσεις σε καθαρές τεχνολογίες, ενώ από την εργασία των Palmer και Dowlatabadi (1993) προκύπτει ότι μόνο υψηλές τιμές εξωτερικών οικονομιών είναι δυνατό να οδηγήσουν σε αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις τις επιλογές των επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρισμού. Στην εργασία των Bernow et al. (1991) εξετάστηκαν οι συνέπειες που θα επέφερε η ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών στη διαδικασία της επιλογής φόρτισης των μονάδων ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής και αποδείχθηκε ότι με τον τρόπο αυτό για την περίπτωση της πολιτείας Massachusetts επιτυγχάνεται μείωση του κοινωνικού κόστους από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά 17% με μικρές αυξήσεις στις τιμές του ηλεκτρισμού.

Μια πιο συστηματική προσέγγιση αυτής της φύσης των προβλημάτων πραγματοποιείται στις εργασίες των Krupnick et al. (1994) και Palmer et al. (1995) όπου εξετάζονται οι επιπτώσεις από την ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών σε διάφορα στάδια του σχεδιασμού του ηλεκτρικού συστήματος της πολιτείας του Maryland. Προκύπτει ότι η ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών τόσο στο στάδιο σχεδιασμού επέκτασης του συστήματος όσο και στην επιλογή της σειράς φόρτισης του συνόλου των μονάδων οδηγεί στην υιοθέτηση επενδύσεων σε καθαρότερες τεχνολογίες, μείωση των εκπομπών αέριων ρυπαντών και μέτριες αυξήσεις στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ερευνητικά προγράμματα NEEDS και CASES, τα οποία χρηματοδοτήθηκαν από την ΕΕ στο πλαίσιο του ExternE ([www.externe.info](http://www.externe.info)) είχαν ως στόχο, μεταξύ άλλων, θέματα που αφορούν επέκταση και εμβάθυνση της μεθοδολογικής προσέγγισης και εκτίμηση των επιπτώσεων από μία ενδεχόμενη εσωτερικοποίηση των εξωτερικών οικονομιών στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και κατέληξαν σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

## 6. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η οικονομική αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου πραγματοποιείται σε άμεση συνάρτηση με το «χρήστη» των αποτελεσμάτων. Γενικά, μπορούν να διακριθούν τρεις γενικές κατηγορίες χρηστών (Torrjes, 1998):

- Ιδιώτες επενδυτές.
- Πιστωτικά ιδρύματα (π.χ. τράπεζες, εταιρείες επιχειρηματικού κεφαλαίου, μη-κερδοσκοπικοί οργανισμοί, κ.ά.).
- Κρατικοί φορείς (σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο).

Κάθε ένας από τους παραπάνω φορείς εξετάζει το επενδυτικό σχέδιο με διαφορετικά κριτήρια και για το λόγο αυτό ενδέχεται να χρησιμοποιεί και διαφορετικές προσεγγίσεις. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, ένα επενδυτικό σχέδιο θα πρέπει να πείσει και τις τρεις αυτές κατηγορίες φορέων, καθώς – ειδικά σε μεγάλες επενδύσεις – συμμετέχουν από κοινού στη χρηματοδότησή του.

Γενικά, διακρίνονται δύο μεγάλες κατηγορίες μεθόδων αξιολόγησης, ήτοι η χρηματοοικονομική ανάλυση (financial investment analysis) και η κοινωνικοοικονομική ανάλυση ή απλά ανάλυση κόστους - οφέλους (social cost-benefit analysis). (Καλιαμπάκος, Δ, Δαμίγος, Δ, 2008)

### 6.1 Χρηματοοικονομική ανάλυση

Η χρηματοοικονομική ανάλυση στοχεύει στην αξιολόγηση της επένδυσης από την οπτική γωνία ενός ιδιώτη επενδυτή. Η ανάλυση των οικονομικών συνιστωσών λαμβάνει χώρα με βάση τις τιμές της αγοράς και το επενδυτικό σχέδιο αξιολογείται υπό το πρίσμα ιδιωτικών κριτηρίων. Η χρηματοοικονομική ανάλυση στηρίζεται στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό διερεύνηση επενδυτικού σχεδίου. Η ταμειακή ροή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια.

Σε αυτό το πλαίσιο καταstrώνεται ο πίνακας των ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης, ο οποίος απαιτεί τη γνώση των κάτωθι μεγεθών:

- του συνολικού κεφαλαίου επένδυσης,
- των ετήσιων δαπανών (σταθερά και μεταβλητά λειτουργικά έξοδα, χρηματοοικονομικά έξοδα, φόρος, επιπρόσθετες εκταμιεύσεις κεφαλαίου, κ.ά.),
- των ετήσιων εσόδων από την πώληση των προϊόντων ή υπηρεσιών της υπό εξέταση επένδυσης και
- των ετήσιων αποσβέσεων.

Η χρηματοοικονομική αξιολόγηση θα πρέπει να παρέχει τις αναγκαίες πληροφορίες σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη σε μορφή τέτοια ώστε να διαπιστώνεται η απόδοση του επενδυτικού σχεδίου για κάθε ένα εξ αυτών. Ωστόσο, επειδή, τα επενδυτικά σχέδια που εξετάζονται υπό το πρίσμα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης αφορούν, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, ιδιώτες επενδυτές, το επενδυτικό σχέδιο εξετάζεται στη βάση των ίδιων κεφαλαίων.

Προκειμένου να καταστρωθεί σωστά ο πίνακας των ετήσιων ταμειακών ροών θα πρέπει όλοι οι υπολογισμοί να πραγματοποιηθούν είτε (α) σε τρέχουσες ή ονομαστικές τιμές (current or nominal prices) είτε (β) σε σταθερές ή πραγματικές τιμές (constant or real prices). Τα μεγέθη και κατ' επέκταση οι ΚΤΡ του πίνακα ταμειακών ροών εκφράζονται σε σταθερούς όρους όταν χρησιμοποιούνται οι τιμές του «Έτους 0» της αξιολόγησης για όλη τη διάρκεια αξιολόγησης του επενδυτικού σχεδίου (με άλλα λόγια θεωρείται μηδενικός πληθωρισμός). Αντίστοιχα, ο πίνακας ταμειακών ροών εκφράζεται σε τρέχουσες τιμές όταν τα οικονομικά μεγέθη εκφράζονται σε αξίες του έτους στο οποίο πραγματοποιούνται. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση θα πρέπει να δηλώνεται σαφώς ο δείκτης πληθωρισμού που έχει χρησιμοποιηθεί για κάθε μέγεθος. Ακόμη και στην περίπτωση χρήσης ενός κοινού ρυθμού πληθωρισμού η διαφορά μεταξύ της κατάστρωσης του πίνακα των ταμειακών ροών σε σταθερές ή τρέχουσες τιμές, μπορεί να είναι σημαντική λόγω της επίδρασης των αποσβέσεων και κατ' επέκταση της φορολογίας. Εφόσον χρησιμοποιείται ο ίδιος δείκτης πληθωρισμού για τα έσοδα, τα ακαθάριστα κέρδη θα αυξάνονται. Επειδή όμως οι αποσβέσεις παραμένουν σταθερές θα αυξάνεται το φορολογητέο εισόδημα και τελικά οι φόροι. Το τελευταίο θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ετήσιων καθαρών ταμειακών ροών και κατά συνέπεια και της ΚΠΑ του επενδυτικού σχεδίου (Torries, 1998, Damodaran, 2001).

Ανεξάρτητα από την επιλογή σταθερών ή τρεχουσών τιμών, για την σωστή αξιολόγηση της επένδυσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ακόλουθος βασικός κανόνας:

- Όταν χρησιμοποιούνται ΚΤΡ εκφραζόμενες σε τρέχουσες τιμές θα πρέπει και τα επιτόκια της αξιολόγησης να εκφράζονται σε τρέχουσες τιμές, δηλ. να χρησιμοποιούνται ονομαστικά επιτόκια.
- Όταν οι ΚΤΡ εκφράζονται σε σταθερές τιμές, τα επιτόκια (δανεισμού και προεξόφλησης) που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση θα πρέπει να εκφράζονται σε σταθερές τιμές, δηλ. να αποπληθωρίζονται (Gentry & O'Neil, 1984, Torries, 1998).

Στην υπό μελέτη περίπτωση έχει υιοθετηθεί η σύνταξη του πίνακα ταμειακών ροών σε σταθερές τιμές και, κατ' επέκταση, χρησιμοποιούνται αποπληθωρισμένα επιτόκια προεξόφλησης.

## **6.2 Κοινωνικοοικονομική ανάλυση**

Η κοινωνικοοικονομική ανάλυση στοχεύει στη διόρθωση των οικονομικών μεγεθών της ιδιωτικής ανάλυσης, σύμφωνα με τις εξωτερικές οικονομίες (externalities) του έργου (θετικές και αρνητικές), δηλαδή κόστη και οφέλη που δεν αποτιμώνται με το συμβατικό

μηχανισμό και τις τιμές της αγοράς. Με την προσέγγιση αυτή αξιολογείται η συμβολή του επενδυτικού σχεδίου στην οικονομική ευημερία μιας περιφέρειας ή ολόκληρης της χώρας. Επομένως, η αξιολόγηση διενεργείται για λογαριασμό ολόκληρης της κοινωνίας και όχι μόνο του ιδιώτη επενδυτή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003).

Ήδη, από τη δεκαετία του 1930, στην Πράξη Ελέγχου Πλημμύρων (Flood Control Act-1936), περιέχονται ορισμένες παρατηρήσεις για το ρόλο των μη-μετρήσιμων οικονομικών μεγεθών. Ωστόσο, η ανάλυση κόστους – οφέλους άρχισε συστηματικά να εφαρμόζεται, τουλάχιστον για την αξιολόγηση κρατικών έργων και πολιτικών, από τη δεκαετία του '1960 ((Marglin, 1967), (McKean, 1967), (Arrow and Kurz, 1970), (Dasgupta et al., 1972), κ.ά. Στη δεκαετία του 1980, κατά την οποία το ενδιαφέρον για το περιβάλλον αυξήθηκε, η ανάλυση κόστους – οφέλους άρχισε να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των μελετών έργων με σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Χαρακτηριστικά, το Βρετανικό Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδύσεων στο Δημόσιο Τομέα (British Manual for Investment Appraisal in the Public Sector, HM Treasury) ανέφερε το 1984:

*«...Πολλά κόστη και οφέλη μετρούνται απευθείας σε χρηματικούς όρους, για παράδειγμα, οι οικονομίες από την κατανάλωση πρώτων υλών και οι πωλήσεις προϊόντων. Όπου δεν μπορεί να γίνει αυτό (για παράδειγμα για εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού, για θόρυβο και άλλες μορφές ρύπανσης, και για αρκετούς τεχνοκρατικούς ή πολιτικούς παράγοντες) τα κόστη και τα οφέλη μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να αποκτήσουν αξία, συχνά από την ανάλυση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και τη δήλωση των προτιμήσεων τους. Αυτές οι αποδιδόμενες αξίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση σαν να ήταν πραγματικές χρηματοροές. Άλλοι παράγοντες που δεν μπορούν να αποτιμηθούν, πρέπει να αναφέρονται και να ποσοτικοποιούνται κατά το δυνατόν, ώστε να είναι προφανές ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη ως επιπλέον δεδομένα... Η οικονομική εκτίμηση πρέπει ορισμένες φορές να λαμβάνει υπόψη της την τιμή που προσδίδουν σήμερα οι άνθρωποι στην πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ή να επισκεφτούν όμορφες περιοχές, έστω και αν δεν χρησιμοποιούν την υπηρεσία ή δεν επισκέπτονται την περιοχή.»*

Παράδειγμα, επίσης, αποτελεί η Προεδρική Εντολή Εκτέλεσης 12292/1981 (President's Executive Order), σύμφωνα με την οποία: «...οι κρατικές υπηρεσίες θα πρέπει να επιλέγουν κανονισμούς, που μεγιστοποιούν το Καθαρό Κοινωνικό Όφελος...». Σήμερα, είναι διαθέσιμες διάφορες μεθοδολογίες προς αυτή την κατεύθυνση (βλ. π.χ. Johansson, 1993, Karmokolias, 1996, Institute for Environmental Studies, 1998, U.S. EPA, 2000, Καρβούνης, 2000, Μέργος, 2002, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003, Treasury Department, 2006, κ.ά.).

Η ανάλυση κόστους – οφέλους δεν διαφοροποιείται τεχνικά από την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων. Η ουσιαστική διαφοροποίηση έγκειται στον προσδιορισμό της οικονομικής αξίας των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων του έργου. Η διαδικασία της αξιολόγησης του σχεδίου από αυτή την οπτική γωνία είναι σημαντική για διάφορους λόγους. Πρώτον, γίνεται σαφές ότι το περιβάλλον δεν είναι ένα ανεξάντλητο και ελεύθερο αγαθό, ακόμη και αν δεν υπάρχουν καλώς καθορισμένοι μηχανισμοί αγοράς. Ειδικά για δραστηριότητες με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων αυτών υποδεικνύει και τον πεπερασμένο χαρακτήρα της διαθεσιμότητας του περιβάλλοντος. Δεύτερον, οι διάφορες δραστηριότητες αξιολογούνται



από μια καλύτερη οπτική γωνία όταν λαμβάνονται υπόψη όλες οι παράμετροι του προβλήματος και, τελικά, λαμβάνονται πιο ορθές και δίκαιες για το κοινωνικό σύνολο αποφάσεις. Τρίτον, όταν απαιτείται η αποκατάσταση ενός διαταραγμένου περιβάλλοντος μπορεί να εκτιμηθεί ένας αποδεκτός προϋπολογισμός για το σχέδιο. Τέταρτον, η οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος απελευθερώνει την αξιολόγηση των σχεδίων από υποκειμενικές κρίσεις, καθώς ποσοτικοποιεί έναν σημαντικό αριθμό δεδομένων, που μέχρι πρόσφατα περιγράφονταν με ποιοτικό τρόπο. Πέμπτον, προσφέρει μια ρεαλιστική εικόνα για τα οικονομικά μεγέθη που προκύπτουν από την υλοποίηση ενός σχεδίου, σε τοπικό, εθνικό ή ακόμη και σε διεθνές επίπεδο (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

Σημείο έναρξης της οικονομικής ανάλυσης κόστους – οφέλους αποτελούν τα χρηματοοικονομικά δεδομένα του επενδυτικού σχεδίου. Με βάση τα δεδομένα αυτά πραγματοποιούνται μια σειρά διορθωτικών παρεμβάσεων στον πίνακα Ταμειακών Ροών της επένδυσης, σε σχέση με τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις του σχεδίου. Τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά μεγέθη που υπεισέρχονται στον πίνακα των ταμειακών ροών είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 4:** Διορθωτικές παρεμβάσεις που απαιτούνται στον πίνακα των ταμειακών ροών

Κατηγορία	Επίπτωση
<b>Επιπτώσεις στους εργαζόμενους</b>	
Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας	+
<b>Επιπτώσεις στην κοινωνία - περιβάλλον</b>	
Κοινωνικά και Περιβαλλοντικά οφέλη	+
<b>Επιπτώσεις στην τοπική κοινωνία</b>	
Έσοδα από δημοτικό τέλος	+

Ο πίνακας των ταμειακών ροών στην περίπτωση της κοινωνικοοικονομικής ανάλυσης συντάσσεται με βάση τις λεγόμενες σκιώδεις ή κοινωνικές τιμές (shadow prices)<sup>5</sup> των αγαθών. Οι σκιώδεις τιμές διαφέρουν από τις αγοραίες τιμές των εισροών και εκροών του επενδυτικού σχεδίου όταν υπάρχουν στρεβλώσεις ή ατέλειες στο μηχανισμό της αγοράς (π.χ. δασμοί σε εισαγόμενα προϊόντα, επιδοτήσεις σε αγαθά, εξωτερικές οικονομίες λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας δραστηριότητας, κ.ά.).

Σε αυτή την κατεύθυνση, το πρώτο βήμα έγκειται στη διόρθωση του πίνακα των ταμειακών ροών χρησιμοποιώντας τιμές εισροών και εκροών απαλλαγμένες από ΦΠΑ και άλλους έμμεσους φόρους. Επιπλέον, για τα εμπορεύσιμα αγαθά που εισάγονται ή εξάγονται θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τιμές στα σύνορα (τιμές CIF<sup>6</sup> για τα εισαγόμενα και τιμές FOB<sup>7</sup>

<sup>5</sup>Οι χρησιμοποιούμενες για την κοινωνική και οικονομική αξιολόγηση τιμές που αντανακλούν τις πλήρεις συνέπειες της κρατικής ενέργειας, σε περίπτωση που οι τιμές αγοράς δεν αποδίδουν το πραγματικό οριακό κοινωνικό κόστος ή όφελος. Πηγή :«Οικονομική του Δημοσίου Τομέα», J. Stiglitz, Εκδόσεις Κριτική, 1992.

<sup>6</sup>Στις τιμές c.i.f. (Cost, Insurance, Freight) περιλαμβάνεται το κόστος, η ασφάλεια και ο ναύλος του αγαθού.

για τα εξαγόμενα πάντα σε τιμές εγχώριου νομίσματος). Για τα μη εμπορεύσιμα αγαθά (π.χ. γη) πρέπει να καθορίζονται οι ισοδύναμες διεθνείς τιμές με τη βοήθεια κατάλληλου συντελεστή μετατροπής. Ο συνήθης συντελεστής μετατροπής (ΣΣΜ) μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια του ακόλουθου τύπου:

$$\Sigma\Sigma M = \frac{M + X}{(M + Tm) + (X - Tx)}$$

όπου: M = συνολικές εισαγωγές

X = συνολικές εξαγωγές

Tm = φορολογικές επιβαρύνσεις κατά την εισαγωγή

Tx = φορολογικές επιβαρύνσεις κατά την εξαγωγή

Εφόσον διορθωθούν οι αγοραίες τιμές των εισροών και εκροών με τις σκιώδεις ώστε να αντανakλούν το πραγματικό κόστος και όφελος για την κοινωνία, το τελικό βήμα για τη σύνταξη του πίνακα σε κοινωνικές τιμές είναι η ενσωμάτωση των εξωτερικών οικονομιών του έργου λόγω των επιδράσεων του στην ποιότητα του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση στη δημόσια υγεία και στην ποιότητα ζωής. Η αποτίμηση των αγαθών και των υπηρεσιών του περιβάλλοντος που επηρεάζονται από το υπό εξέταση επενδυτικό σχέδιο πραγματοποιείται με τη βοήθεια μεθόδων της Περιβαλλοντικής Οικονομίας, όπως η μέθοδος της Εξατημένης Αξιολόγησης, η Ανάλυση Αγορών Ωφέλιμων Χαρακτηριστικών, η εκτίμηση του Κόστους Αποφυγής, κ.ά. (βλ. ενδεικτικά: Pearce & Turner, 1990, Johansson, 1993, Pearce & Howarth, 2000, Freeman, 2003, κ.ά.).

### 6.3 Κριτήρια αξιολόγησης

Ο πίνακας ταμειακών ροών αποτελεί τη βάση για την αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου. Τα δύο συνηθέστερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό είναι:

- το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value – NPV) και
- το κριτήριο της Εσωτερικής Απόδοσης επί του Κεφαλαίου (Internal Rate of Return – IRR)

Η **Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)** ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Στην πράξη κι εφόσον έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

---

<sup>7</sup>Οι τιμές f.o.b. (Free On Board) δηλώνουν ότι ο πωλητής πληρώνει για τη μεταφορά του αγαθού μέχρι το λιμάνι μεταφοράς πλέον του κόστους φόρτωσης. Ο αγοραστής πληρώνει (εκτός από το κόστος του αγαθού) το μεταφορικό ναύλο, την ασφάλεια, την εκφόρτωση και τη μεταφορά του αγαθού μέχρι τον τελικό προορισμό.

$$ΚΠΑ = \sum_{\tau=1}^v \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1+\varepsilon)^{\tau}} - E_0$$

όπου: ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου

$ΚΤΡ_{\tau}$  = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$\varepsilon$  = το επιτόκιο προεξόφλησης

Ο **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)** μπορεί να οριστεί ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλ. εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον ΕΒΑ και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών (για το λόγο αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα.

Ο τύπος που δίνει τον ΕΒΑ είναι ο ακόλουθος:

$$ΚΠΑ = 0 = \sum_{\tau=1}^v \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1+ΕΒΑ)^{\tau}} - E_0$$

όπου:  $ΚΤΡ_{\tau}$  = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

ΕΒΑ = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ = 0

Όσον αφορά στην **κοινωνικοοικονομική ανάλυση**, μετά τις απαραίτητες διορθώσεις για να ληφθούν υπόψη οι εξωτερικές οικονομίες του έργου, η αξιολόγηση του σχεδίου πραγματοποιείται στη βάση της **Κοινωνικής Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΚΠΑ)** και του **Κοινωνικού Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΚΕΒΑ)**. Σημειώνεται ωστόσο ότι και στην οικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους η προεξόφληση των ταμειακών ροών για τον υπολογισμό της ΚΚΠΑ πραγματοποιείται με τη χρήση του «**κοινωνικού**» **επιτοκίου προεξόφλησης**.

Όταν εξετάζεται ένα επενδυτικό σχέδιο, τότε οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με τα δύο αυτά κριτήρια (είτε στη χρηματοοικονομική είτε στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση) διαμορφώνονται ως εξής:

α. Για την Καθαρά Παρούσα Αξία

- ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- ΚΠΑ = 0, το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό

- ΚΠΑ < 0, η επένδυση απορρίπτεται

β. Για τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης του κεφαλαίου:

- EBA > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- EBA = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- EBA < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

#### Η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης

Ο προσδιορισμός του επιτοκίου προεξόφλησης (δηλ. της ελάχιστης αποδεκτής απόδοσης) εξαρτάται (πέρα από τον πληθωρισμό, εφόσον αυτός λαμβάνεται υπόψη στην αξιολόγηση της επένδυσης) από το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου και από τον επιχειρηματικό κίνδυνο που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση. Έτσι, το απαιτούμενο επιτόκιο προεξόφλησης αντανακλά το κόστος μιας ασφαλούς επένδυσης προσαυξημένο κατά έναν αποδεκτό συντελεστή ασφάλειας, ο οποίος επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Συχνά, το απαιτούμενο επιτόκιο προεξόφλησης στηρίζεται σε υποκειμενική κρίση, με βάση την εμπειρία του επενδυτή. Έχουν όμως αναπτυχθεί και ποσοτικές μέθοδοι, οι οποίες βασίζονται στη θεωρία χαρτοφυλακίου. Στην παρούσα χρηματοοικονομική ανάλυση χρησιμοποιείται πραγματικό «ιδιωτικό» επιτόκιο προεξόφλησης 6%, λαμβάνοντας υπόψη και συναφείς κατευθυντήριες οδηγίες (MoPF and MoE, 2010).

Το κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης διαφέρει από το χρηματοοικονομικό επιτόκιο προεξόφλησης. Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για τον υπολογισμό του. Μία εξ αυτών είναι και η ακόλουθη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003):

$$r = n \cdot g + p$$

όπου:  $r$  = το πραγματικό κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης

$n$  = η ελαστικότητα της κοινωνικής πρόνοιας σε σχέση με τις δημόσιες δαπάνες

$g$  = το ποσοστό αύξησης των δημοσίων δαπανών

$p$  = ο συντελεστής διαχρονικής προτίμησης<sup>8</sup>

Λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική (π.χ. Pearce & Ulph, 1995; Girola, 2005), χρησιμοποιείται στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση πραγματικό «κοινωνικό» επιτόκιο προεξόφλησης το 3%.

<sup>8</sup>Ο συντελεστής διαχρονικής προτίμησης  $p$  είναι ένας συντελεστής προεξόφλησης που δηλώνει μια υποκειμενική αποτίμηση της σχέσης μεταξύ παρούσας και μέλλουσας κατανάλωσης. Παρά την υποκειμενικότητά του θεωρείται σταθερός ανεξάρτητα από την χρονική περίοδο (δηλαδή, είναι ο ίδιος μεταξύ χρονικής στιγμής  $t$  και  $t+1$ , και  $t+s$  και  $t+s+1$ ) και ισχύει για όλα τα άτομα στην οικονομία (Θεοχαράκης, 2007).

## 7. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

### 7.1 Μονάδες υπό αξιολόγηση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν εννέα πραγματικές περιπτώσεις εγκαταστάσεων βιοαερίου εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος έως και 3 MWel.

Συγκεκριμένα, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση προέκυψαν από τις άδειες παραγωγής και εγκατάστασης των μονάδων καθώς και από τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι εκ των εννέα μονάδων οι δύο βρίσκονται σε λειτουργία (4<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup>) ενώ οι υπόλοιπες έχουν εξασφαλίσει έγκριση περιβαλλοντικών όρων. Τέλος όλες οι μονάδες που εξετάστηκαν είναι χωροθετημένες στην επαρχία, είτε σε πεδινές είτε σε ορεινές περιοχές και όλες χρησιμοποιούν φυτικά, ζωικά υπολείμματα και υπολείμματα γεωργοδιατροφικών βιομηχανιών.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς και η τοποθεσία για τις εννέα περιπτώσεις που μελετήθηκαν.

**Πίνακας 5:** Ισχύς και τοποθεσία μονάδας βιοαερίου για τις μελέτες περίπτωσης

α/α	Εγκατεστημένη Ισχύς (MWel)	Περιοχή	Τόνοι αποβλήτων που διαχειρίζονται το έτος (tn/y)
1	0,4	Ρέθυμνο	33.120
2	3	Μεσολόγγι	89.000
3	2,262	Κιλκίς	40.627
4	0,25	Βέροια	1.350
5	1,668	Λαγκαδάς Θεσσαλονίκης	86.056
6	0,998	Σέρρες	57.000
7	2,4	Φιλιπιάδα	142.474
8	3	Φάρσαλα	132.795
9	0,19	Μέτσοβο	11.465

Οι υπό εξέταση μονάδες κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- 1 Μονάδες που ίδιο-διαχειρίζονται τα απόβλητά τους για παραγωγή βιοαερίου και
- 2 Μονάδες στις οποίες, οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του βιοαερίου, αγοράζονται από γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες της ευρύτερης περιοχής και μεταφέρονται στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου για την αναερόβια χώνευση.

## **7.2 Παραδοχές χρηματοοικονομικής αξιολόγησης**

### A. Οικονομική διάρκεια ζωής των επενδύσεων

Η οικονομική διάρκεια ζωής των επενδυτικών σχεδίων εξαρτάται από τη φύση της επένδυσης. Για τις μονάδες παραγωγής Η/Ε με βιοαέριο μια «τυπική» διάρκεια ζωής κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25 ετών (MoF and MoE, 2010).

Για την υπό εξέταση περίπτωση ελήφθη υπόψη διάρκεια ζωής 20 ετών.

### B. Απαιτούμενο κεφάλαιο επενδύσεων και πηγές χρηματοδότησης

Το συνολικό κεφάλαιο των επενδύσεων μπορεί να διακριθεί στο κεφάλαιο προ εγκατάστασης και στο κεφάλαιο εγκατάστασης της μονάδας. Το κεφάλαιο προ εγκατάστασης συνίσταται στην αγορά οικοπέδων, στις ερευνητικές δαπάνες και στις δαπάνες της απαραίτητης υποδομής. Το κεφάλαιο εγκατάστασης περιλαμβάνει την αγορά του εξοπλισμού, την κατασκευή των κύριων και βοηθητικών κτιριακών εγκαταστάσεων, τα συστήματα ασφάλειας, κ.λπ.

Επιπλέον, στο κόστος συχνά προστίθεται ένα επιπλέον κεφάλαιο, το κεφάλαιο κίνησης, το οποίο αφορά στο κόστος κάλυψης των λειτουργικών δαπανών της επιχείρησης συνήθως για ένα χρονικό διάστημα 3 – 6 μηνών μέχρις ότου αρχίσουν οι εισπράξεις και το οποίο «επιστρέφεται» κατά το τελευταίο έτος της αξιολόγησης.

Οι πηγές προέλευσης των απαιτούμενων κεφαλαίων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Ίδια κεφάλαια (μετοχικό κεφάλαιο, αδιανέμητα κέρδη, κ.λπ.).
- Δανειακά κεφάλαια.
- Επιδότησεις, οι οποίες χορηγούνται κυρίως από το Κράτος, χωρίς να υπάρχει υποχρέωση επιστροφής αυτών ή πληρωμής αναλογούντων τόκων.

Στην παρούσα εργασία για κάθε εγκατάσταση αποτυπώνεται το κόστος επένδυσης και οι πηγές χρηματοδότησης. Τέλος σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις που τμήμα του κόστους επένδυσης καλύφθηκε μέσω τραπεζικού δανεισμού ο υπολογισμός των τοκοχρεωλυτικών δόσεων υπολογίστηκε με λαμβάνοντας σταθερό επιτόκιο.

### Γ. Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Το κόστος λειτουργίας καλύπτει όλη τη διαδικασία παραγωγής, σε σχέση με το είδος του παραγόμενου προϊόντος ή υπηρεσιών, καθώς και τα γενικά έξοδα διάθεσης, διοίκησης, κ.λπ. Αφετηρία υπολογισμού του κόστους λειτουργίας αποτελεί το σχέδιο εργασιών της επένδυσης, με τη βοήθεια του οποίου καταρτίζονται οι πίνακες των απαιτούμενων μηχανημάτων και του προσωπικού. Συχνά, το λειτουργικό κόστος εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος ή ως ποσοστό του συνολικού ύψους της επένδυσης. Η πρακτική αυτή μολονότι είναι εύχρηστη θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή για την αποφυγή σφαλμάτων ειδικά, όταν χρησιμοποιούνται πληθωριστικές τιμές με διαφορετικό ρυθμό αύξησης ανά κατηγορία δαπάνης (π.χ. προσωπικό, καύσιμα), κάτι που δεν ισχύει στην υπό μελέτη περίπτωση. Πάντως, τα περισσότερα σφάλματα κατά την κοστολόγηση οφείλονται σε:

- παραδοχές σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού,
- παραλήψεις κατά τον υπολογισμό των γενικών εξόδων,
- λανθασμένες εκτιμήσεις για το κόστος ανταλλακτικών και συντήρησης των μηχανημάτων.

Σχετικά με τις υπό εξέταση μονάδες, το λειτουργικό κόστος συνίσταται στο κόστος του απασχολούμενου προσωπικού, στα έξοδα διοίκησης και διάθεσης, στο κόστος συντήρησης των εγκαταστάσεων και στο κόστος του καυσίμου (πρώτων υλών για την παραγωγή βιοαερίου). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις στις οποίες οι πρώτες ύλες που θα αποτελέσουν το υπόστρωμα για τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης (καύσιμο) δεν αποτελούν υπόλειμμα άλλης διεργασίας της ίδιας μονάδας αλλά θα πρέπει να αποκτηθούν (αγοραστούν/ μεταφερθούν) από διαφορετικές, απομακρυσμένες δραστηριότητες (κόστος προμήθειας ή/και μεταφοράς).

#### Δ. Ετήσια έσοδα

Τα έσοδα ισούνται γενικά με το γινόμενο της τιμής πώλησης του προϊόντος επί την αντίστοιχη ετήσια παραγωγή. Συνεπώς, στη συγκεκριμένη περίπτωση, τα ετήσια έσοδα ισούνται με την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε MWh επί την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής MWh.

Πιο αναλυτικά, η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής MWh, με βάση τις διατάξεις της Παρ. 1 του Άρθρου 13 του Ν.4254/2014 όπως ισχύει, ανέρχεται σε 230 € και είναι εγγυημένη για 20 έτη, ήτοι ίση με τη διάρκεια ζωής της επένδυσης. Σε περίπτωση κρατικής ενίσχυσης η τιμή διαμορφώνεται σε 209 €. (πίνακας 1, Παράρτημα)

Η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από τη ροή της πρώτης ύλης. Σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις η ροή πρώτης ύλης θεωρείται σταθερή ενώ ταυτόχρονα ο συντελεστής απωλειών δυναμικότητας μονάδας εξαιτίας συντήρησης ή/ και βλάβης κυμαίνεται κατά περίπτωση από 5% έως 10%. Στην παρούσα εργασία δεν υπολογίζονται έσοδα από την πώληση θερμότητας ή/και χωνεμένου υπολείμματος, δεδομένου ότι μόνο στην περίπτωση της μονάδας που πρόκειται να χωροθετηθεί στο Μέτσοβο προβλέπεται πώληση της παραγόμενης θερμότητας ενώ σε καμία από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις δεν υπάρχουν έσοδα από πώληση του χωνεμένου υπολείμματος.

#### Ε. Αποσβέσεις

Οι αποσβέσεις είναι η λογιστική διαπίστωση της ζημιάς που προκαλείται στην αξία του ενεργητικού με τη χρήση ή με την πάροδο του χρόνου. Η πρακτική των αποσβέσεων συνίσταται στην αφαίρεση ενός συγκεκριμένου ποσού από τα ακαθάριστα κέρδη σε ετήσια βάση, μέχρις ότου το άθροισμα των ετήσιων αποσβέσεων να γίνει ίσο με την αξία αγοράς των πάγιων στοιχείων. Η απόσβεση δεν αποτελεί ταμειακή ροή και για το λόγο αυτό κατά την κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών δεν συμπεριλαμβάνεται στις δαπάνες λειτουργίας. Σημειώνεται πάντως πως όταν επιχειρείται η κοστολόγηση επιμέρους εργασιών της παραγωγικής διαδικασίας ή η ανάλυση επιχειρηματικών αποφάσεων (π.χ. για αγορά ή ενοικίαση εξοπλισμού) με μεθόδους όπως η ανάλυση νεκρού σημείου, η

επιβάρυνση του λειτουργικού κόστους εξαιτίας των αποσβέσεων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Ο τρόπος υπολογισμού της απόσβεσης επηρεάζει τα καθαρά κέρδη κι επομένως την απόδοση της επένδυσης. Για το λόγο αυτό κατά την αξιολόγηση επενδυτικών στοιχείων είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται η μέθοδος απόσβεσης που προβλέπεται από το ισχύον φορολογικό καθεστώς.

Για τις διαχειριστικές περιόδους που αρχίζουν από 1/1/2014, ο προσδιορισμός των αποσβέσεων του κόστους κτήσης ή κατασκευής, περιλαμβανομένου και του κόστους βελτίωσης, ανανέωσης και ανακατασκευής, θα γίνεται με βάση το Άρθρο 24 του ν.4172/2013 και τους συντελεστές που δίνονται στον Πίνακα 6.

**Πίνακας 6:** Συντελεστές απόσβεσης πάγιων στοιχείων βάσει του Άρθρου 24 του Ν. 4172/2013

Κατηγορία ενεργητικού	Συντελεστής απόσβεσης (% ανά έτος)
Εδαφικές Εκτάσεις	0
Κτίρια, κατασκευές, εγκαταστάσεις, βιομηχανικές και ειδικές εγκαταστάσεις, μη κτιριακές εγκαταστάσεις, αποθήκες και σταθμοί, περιλαμβανομένων των παραρτημάτων τους (και ειδικών οχημάτων φορτοεκφόρτωσης)	4
Εδαφικές εκτάσεις που χρησιμοποιούνται σε εξόρυξη και λατομεία, εκτός αν χρησιμοποιούνται για τις υποστηρικτικές δραστηριότητες εξόρυξης	5
Μέσα μαζικής μεταφοράς, περιλαμβανομένων αεροσκαφών, σιδηροδρομικών συρμών, πλοίων και σκαφών	5
Μηχανήματα, εξοπλισμός εκτός Η/Υ και λογισμικού	10
Μέσα μεταφοράς ατόμων	16
Μέσα μεταφοράς εμπορευμάτων («εσωτερικές εμπορευματικές μεταφορές»)	12
Άυλα στοιχεία και δικαιώματα και έξοδα πολυετούς απόσβεσης	10
Εξοπλισμός Η/Υ, κύριος και περιφερειακός και λογισμικό	20
Λοιπά πάγια στοιχεία της επιχείρησης	10

Με βάση τα παραπάνω και θεωρώντας ότι ο συντελεστής απόσβεσης προκύπτει από την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του παγίου έχει ληφθεί συντελεστής απόσβεσης 5% για τις εγκαταστάσεις, τον εξοπλισμό, τα κτίρια, κ.λπ., ενώ δεν έχει ληφθεί απόσβεση για το κόστος του οικοπέδου, σύμφωνα με τις διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας.



## Ζ. Φορολογητέο εισόδημα και φόροι

Προκειμένου να υπολογιστεί το φορολογητέο εισόδημα αφαιρούνται από τα μεικτά κέρδη οι αποσβέσεις και, ακολούθως, ο φόρος υπολογίζεται με συντελεστή φορολόγησης 26% σύμφωνα με τις κείμενες φορολογικές διατάξεις (ν. 4110/2013 όπως ισχύει). Επιπλέον, σύμφωνα με την ερμηνευτική εγκύκλιο ΠΟΛ.1085/20.3.2014 επιβάλλεται παρακράτηση φόρου με συντελεστή 40% και στα κέρδη που διανέμουν ή κεφαλαιοποιούν οι ημεδαπές ανώνυμες εταιρίες. Ως εκ τούτου στην παρούσα εργασία για λόγους απλότητας ο φορολογικός συντελεστής που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι ίσος 33%.

### **7.3 Παραδοχές κοινωνικοοικονομικής αξιολόγησης**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία όπως έχει ήδη αναφερθεί μελετήθηκαν εννέα εγκαταστάσεις βιοαερίου. Οι βασικές παραδοχές για τη κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση των εννέα αυτών περιπτώσεων περιγράφονται παρακάτω.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η κοινωνικοοικονομική σκοπιμότητα των εν λόγω επενδύσεων εφαρμόστηκε το μεθοδολογικό εργαλείο της ανάλυσης κόστους – οφέλους. Η συγκεκριμένη προσέγγιση προϋποθέτει καταγραφή, συγκριτική αξιολόγηση και, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό, αποτίμηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών συνιστωσών του προβλήματος σε χρηματικούς όρους. Σημείο έναρξης της Κοινωνικής Ανάλυσης Κόστους – Οφέλους αποτέλεσαν τα οικονομικά δεδομένα του επενδυτικού σχεδίου. Με βάση τα δεδομένα αυτά πραγματοποιήθηκαν μια σειρά διορθωτικών παρεμβάσεων στον Πίνακα Ταμειακών Ροών της επένδυσης, σε σχέση με τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις του σχεδίου. Με τον τρόπο αυτό ενσωματώθηκαν οι εξωτερικές οικονομίες του έργου στην οικονομική ανάλυση, ακολουθώντας τις γενικές κατευθύνσεις που ορίζουν συναφή κείμενα (π.χ. Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2003 & 2007, MoPF and MoE, 2010) και κατέστη εφικτός ο προσδιορισμός του Κοινωνικού Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΚΕΒΑ) και της Κοινωνικής Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΚΠΑ).

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να υπολογιστούν αφενός οι εξωτερικότητες αφετέρου οι αναγκαίες διορθωτικές παρεμβάσεις.

#### **7.3.1 Εξωτερικό όφελος από τη δημιουργία άμμεσων θέσεων εργασίας**

Σύμφωνα με τη δημοσίευση των Τουρκογιά και Μοιρασγεντή, σχετικά με την ποσοτικοποίηση των πλεονεκτημάτων από τη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα των Α.Π.Ε., οι μονάδες φωτοβολταϊκών και βιομάζας παρουσιάζουν και στα 4 σενάρια που εξετάστηκαν στην εν λόγω δημοσίευση τις υψηλότερες τιμές αναφορικά με τα οφέλη δημιουργίας θέσεων εργασίας. Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς η χαμηλότερη τιμή των 3,41 €/MWh, προκειμένου τα αποτελέσματα που θα

προκύψουν να είναι ασφαλή, δεδομένων των αβεβαιοτήτων, όπως αυτές παρουσιάζονται στην προαναφερθείσα εργασία.<sup>9</sup>

- Όσον αφορά τις άμεσες επιπτώσεις στην απασχόληση, η μεθοδολογία των πινάκων εισροών – εκροών που εφαρμόζεται για την περίπτωση των ενεργειακών έργων εξαρτάται άμεσα από τους οικονομικούς δείκτες της περιοχής στην οποία βρίσκεται το έργο.
- Η άμεση απασχόληση που συνδέεται με την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΑΠΕ υπολογίζεται με βάση την κατανομή των δαπανών στους διάφορους τομείς της οικονομίας, αντί να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα για την απασχόληση που έχουν καταγραφεί σε συγκεκριμένα ενεργειακά έργα.
- Επιπλέον, οι παράμετροι του εισοδήματος των εργαζομένων σε διάφορες τομείς της οικονομίας, η αξία του ελεύθερου χρόνου και οι επιπτώσεις που σχετίζονται με την υγεία και την ανεργία είναι πρόσθετες πηγές αβεβαιότητας.

Η επίδραση του έργου σε συμπληρωματικά αγαθά, σε έμμεσες θέσεις εργασίας, κ.λπ. δεν ελήφθη υπόψη, καθώς στην ανάλυση κόστους - οφέλους προτείνεται να λαμβάνονται υπόψη μόνο οι επιδράσεις του έργου στις πρωτογενείς αγορές (σε εκείνες δηλαδή που επηρεάζονται άμεσα) και να αγνοούνται τυχόν επιπτώσεις στις δευτερογενείς.

Δεν έχουν συνυπολογιστεί τα σχετικά οικονομικά στοιχεία και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Η απουσία τους οδηγεί σε συντηρητικότερες εκτιμήσεις.

### **7.3.2. Εξωτερικό όφελος από τη μείωση της αέριας ρύπανσης και της διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων**

#### **7.3.2.1 Αέρια Ρύπανση**

Προκειμένου να υπολογιστούν τα περιβαλλοντικά οφέλη ή κόστη από τη λειτουργία μιας μονάδας βιοαερίου θα ληφθούν υπόψη οι «διαφορικές» (incremental) εκπομπές αέριων ρύπων με και χωρίς το προτεινόμενο έργο και πιο συγκεκριμένα οι εκπομπές NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, σωματίδια (PM10) και CO<sub>2</sub>.

Βάσει αναλύσεων που προέκυψαν από μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και από σχετικά εγχειρίδια χρησιμοποιήθηκαν ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οι μέσοι συντελεστές εκπομπής του Ελληνικού ηλεκτρικού συστήματος (στοιχεία της πλέον πρόσφατης εθνικής απογραφής εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου (ΑΦΘ) και άλλων αερίων<sup>10</sup> που υποβάλλεται από το ΥΠΕΚΑ στη Γραμματεία της Σύμβασης – Πλαίσιο

<sup>9</sup> Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. C. Tourkolias,\*, S. Mirasgedis

<sup>10</sup> Η εθνική απογραφή εκπομπών ΑΦΘ περιλαμβάνει την έκθεση της απογραφής και τους κοινούς πίνακες αναφοράς (common reporting format). Η εθνική απογραφή υποβάλλεται έως την 15η Απριλίου κάθε έτους (έτος Χ) και καλύπτει την περίοδο από το 1990 έως το έτος Χ – 2. Η εθνική απογραφή είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση:

[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/items/2715.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/2715.php), ενότητα: National Inventory Submissions.

των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική). Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι εκπομπές των υπό εξέταση μονάδων, στη βάση βιβλιογραφικών δεικτών. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 7).

**Πίνακας 7:** Υπολογισμός μείωσης αέριων εκπομπών από την υλοποίηση του έργου

Συντελεστές εκπεμπόμενων αέριων εγκαταστάσεων βιομάζας				
	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Μέσοι Συντελεστές Εκπομπής Ελληνικού Ηλεκτρικού Συστήματος (kg/MWh)	815	2,79	1,915	0,45
Μέσοι Συντελεστές Εκπομπής Μονάδων Βιοαερίου από ΑΧ Φυτικής Ύλης (kg/tn material)	9,8	0,0023	0,046	0,0017
Μέσοι Συντελεστές Εκπομπής Μονάδων Βιοαερίου από ΑΧ Ζωικής Ύλης (kg/tn material)	3,1	0,0008	0,015	0,0006
Μέσοι Συντελεστές Εκπομπής Μονάδων Βιοαερίου από ΑΧ Υπολειμμάτων Βιομηχανίας Τροφίμων. (kg/tn material)	3,6	0,0004	0,011	0,0004

(Πηγή: EEA, 2011<sup>11</sup>, Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions)

Προκειμένου να αποτιμηθούν τα εξωτερικά οφέλη από τη μείωση των αέριων εκπομπών ελήφθησαν υπόψη τα αποτελέσματα της σύμβασης Παροχής Υπηρεσιών για τη Διεξαγωγή αναλύσεων Κόστους–Οφέλους για την ποιότητα του αέρα στην Ευρώπη (CAFE, 2005<sup>12</sup>). Το κόστος για τα NO<sub>x</sub>, το SO<sub>2</sub> και τα PM10 για την Ελλάδα, σε τιμές 2005 σύμφωνα με την εν λόγω έκθεση, έχει υπολογιστεί στη βάση πέντε παραμέτρων που στηρίζονται στην αξία των απολεσθέντων ετών προσδόκιμου ζωής (Value of a Life Year lost - VOLY), στην αξία της στατιστικής ζωής (Value of Statistical Life – VSL), στη δημόσια υγεία, στην ευαισθησία στην υγεία, και στην αγροτική παραγωγή.

<sup>11</sup> European Environment Agency, 2011. Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe, EEA Technical Report, 15/2011, 72 pp

<sup>12</sup> Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme

**Πίνακας 8:** Εξωτερικό κόστος αέριων εκπομπών (€/tn)

Εξωτερικό Κόστος Αερίων (€/tn)	
Ρύπος	<i>VOLY + VSL + health core + health sensitivity + crops</i>
SO <sub>2</sub>	4.000
PM <sub>10</sub>	28.774
NO <sub>x</sub>	1.900
CO <sub>2</sub>	33,6

Πηγή: (EEA, 2011), (IPCC, 2007), (DECC, 2011),(CAFE programme,2005),( Environmental External Costs from Power Generation by Renewable Energies,2004)

Σε ότι αφορά στην αποτίμηση του κόστους εκπομπών CO<sub>2</sub>, η EEA (2011) υιοθέτησε την τιμή των 33,6 €/tn, στηριζόμενη σε μια μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από την Κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου για την αποτίμηση του άνθρακα στη λήψη αποφάσεων για χάραξη πολιτικής (DECC<sup>13</sup>, 2011). Η τιμή αυτή αντανακλά το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών και κυμαίνεται περίπου στο μέσο της εκτίμησης του σχετικού κόστους από την Έκθεση του Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), η οποία αναφέρει ένα εκτιμώμενο εύρος (σε σημερινές τιμές) μεταξύ 3–70 €/tn CO<sub>2</sub>.

### 7.3.2.2 Διαχείριση κτηνοτροφικών αποβλήτων

Στο πλαίσιο του υπολογισμού των εξωτερικοτήτων υπολογίστηκε το όφελος από τη διαχείριση των αποβλήτων. Συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια αποτίμησης του περιβαλλοντικού οφέλους που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση των κτηνοτροφικών αποβλήτων και των αποβλήτων μονάδων επεξεργασίας κτηνοτροφικών προϊόντων και τον συνεπαγόμενο περιορισμό της διάθεσής τους ανεξέλεγκτα σε αγρούς και υδάτινα σώματα.

Η οικονομική αποτίμηση έγινε στη βάση του αποφευγόμενου κόστους, το οποίο προκύπτει από τη μη διάθεσή τους σε Χ.Υ.Τ.Α. ή Χ.Α.Δ.Α..

Σύμφωνα με τη Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής<sup>14</sup> το εξωτερικό κόστος από την απόρριψη των αποβλήτων σε Χ.Υ.Τ.Α αντιστοιχεί σε 11 € ανά τόνο αποβλήτου, ενώ σε Χ.Α.Δ.Α, αντιστοιχεί σε 20 € ανά τόνο αποβλήτου.

Σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο και συγκεκριμένα με την ενότητα Β του νόμου 4042<sup>15</sup> και του παραρτήματος 2 του νόμου 2727<sup>16</sup> περί διαχείρισης αποβλήτων καθώς και

<sup>13</sup> Department of Energy and Climate Change, United Kingdom

<sup>14</sup> European Commission, DG Environment, A Study on the Economic Valuation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste, Final Main Report, October 2000

του Κώδικα ορθής Γεωργικής Πρακτικής<sup>17</sup> τα αγροτικά υπολείμματα δε θεωρούνται απόβλητα δεδομένου ότι η προτεινόμενη πρακτική διαχείρισης τους συνίσταται στην καύση και ενσωμάτωσή τους στο έδαφος για λίπανση. Αντίθετα, τα υπολείμματα κτηνοτροφικών μονάδων απαιτούν κατάλληλη διαχείριση σε κοπροσορούς, όπου παραμένουν έως ότου χωνευθούν και αποβάλλουν τα στραγγίσματά τους, προτού διατεθούν στο έδαφος, ενώ τα υπολείμματα μονάδων επεξεργασίας κτηνοτροφικών προϊόντων πρέπει να διατεθούν σε Χ.Υ.Τ.Α.

Στο πλαίσιο αυτό το όφελος που προκύπτει από την αξιοποίηση των αγροτοκτηνοτροφικών υπολειμμάτων περιορίζεται στα κτηνοτροφικά απόβλητα και αντιστοιχεί όπως αναφέρθηκε σε 11€/tn.

### 7.3.3 Διόρθωση τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας

Η Οριακή Τιμή του Συστήματος είναι η τιμή στην οποία εκκαθαρίζεται η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και είναι η τιμή που εισπράττουν όλοι όσοι εγχέουν ενέργεια στο Σύστημα και πληρώνουν όλοι όσοι ζητούν ενέργεια από το Σύστημα. Συγκεκριμένα, η Οριακή Τιμή του Συστήματος διαμορφώνεται από τον συνδυασμό των προσφορών τιμών και ποσοτήτων που υποβάλλουν κάθε μέρα οι διαθέσιμες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και του ωριαίου φορτίου ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, που διαμορφώνεται σε καθημερινή βάση από τους καταναλωτές.

Επιχειρώντας μια απλή περιγραφή του τρόπου υπολογισμού της Οριακής Τιμής του Συστήματος, σύμφωνα με τις βασικές αρχές της μικροοικονομικής θεωρίας, μπορεί να αναφερθεί ότι οι μονάδες παραγωγής κατατάσσονται αναλόγως των προσφορών τους σε αύξουσα σειρά, ξεκινώντας από την χαμηλότερη προσφερόμενη τιμή για ορισμένη ποσότητα ενέργειας και καταλήγοντας στην υψηλότερη προσφερόμενη τιμή.

Στο σημείο όπου οι προσφερόμενες ποσότητες ενέργειας εξυπηρετούν το ζητούμενο φορτίο καθορίζεται και η Οριακή Τιμή του Συστήματος. Στην ουσία, η Οριακή τιμή του Συστήματος συμπίπτει με την προσφορά της τελευταίας μονάδας που πρέπει να λειτουργήσει για να καλυφθεί η ζήτηση.

Για την κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση του έργου είναι απαραίτητη η «διόρθωση» της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από την εξεταζόμενη μονάδα δεδομένου ότι παρουσιάζει «στρέβλωση», καθώς είναι επιδοτούμενη. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι υπολογισμοί που πραγματοποιούνται λαμβάνουν υπόψη την Οριακή Τιμή του Συστήματος

---

<sup>15</sup> ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4042 Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

<sup>16</sup> Αριθ. Η.Π. 50910/2727 Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης

<sup>17</sup> ΥΑ 125347/568 (ΦΕΚ Β' 142/29.1.2004). Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής

(ΟΤΣ). Η μέση τιμή για το 2012 κυμάνθηκε σε επίπεδα υψηλότερα των 50 €/MWh, ενώ για το 2013 κυμάνθηκε περί τα 40 €/MWh. Σύμφωνα με εκτιμήσεις ειδικών, η ΟΤΣ θα ανέλθει σε επίπεδα άνω των 60 €/MWh το 2015. Εκτιμάται δε ότι θα κυμαίνεται σε επίπεδα της τάξης των 70 €/MWh μέχρι το 2020. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, για τους υπολογισμούς ελήφθη τιμή ίση προς 65 €/MWh.

### **7.3.4 Φόροι – Δασμοί – Επιχορηγήσεις – Κόστος Επένδυσης**

#### Φόροι επί των κερδών

Δεν υπολογίστηκαν στις ταμειακές ροές της επένδυσης.

#### Τελωνειακοί δασμοί

Δεν υπήρχαν αναλυτικά στοιχεία διαθέσιμα στην οικονομική μελέτη και δεν ελήφθησαν υπόψη στους υπολογισμούς. Εφόσον ο εισαγόμενος εξοπλισμός προέρχεται κατά βάση από την ΕΕ δεν υφίστανται.

#### Επιχορηγήσεις

Ελήφθησαν υπόψη όπου υπήρχαν στοιχεία σχετικά και προσμετρήθηκαν τόσο στη χρηματοοικονομική, όσο και στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση.

#### Κόστος επένδυσης

Έγινε από-φορολόγηση του συνολικού κόστους επένδυσης.

### **7.3.5 Λογιστική τιμή για τον μισθό – Σκιώδης μισθός**

Η λογιστική τιμή για τον μισθό (σκιώδης μισθός, shadow wage) ορίζεται ως:

$$\alpha = \frac{(1-U)(1-T)(1-t)}{(1+TE)}$$

- Το ποσοστό ανεργίας για το σύνολο της χώρας εκτιμάται στο επίπεδο του 25%. Επομένως  $U = 0,25$ .
- Η εισφορά των εργοδοτών για την κοινωνική ασφάλιση των εργαζομένων τίθεται ίση με  $TE=0,29135$ , ως μέσος όρος των εισφορών της γενικής κατηγορίας επαγγελματιών (0,2806) .
- Η εισφορά των εργαζομένων για την κοινωνική τους ασφάλιση τίθεται ίση με  $T=0,16725$ .
- Η μέση φορολογική επιβάρυνση είναι  $t = 0,18$ .

Άρα λοιπόν η σκιώδης τιμή για τη μισθοδοσία ορίζεται σε  $\alpha = 0,403404654$

### **7.3.6 Χρήση Υποδομών – Έμμεσοι Φόροι**

Στους υπολογισμούς δεν ελήφθησαν υπόψη, επίσης, τα ακόλουθα μεγέθη:

#### Επιπτώσεις λόγω χρήσης κοινών υποδομών

Τα μεγέθη αυτά δεν είναι σημαντικά λόγω της φύσης και των χαρακτηριστικών των έργων και κατά συνέπεια τα σχετικά οικονομικά μεγέθη κρίνονται αμελητέα.

#### Οφέλη από έμμεσους φόρους

Μια σημαντική επίδραση του έργου προέρχεται από το ΦΠΑ των πωλήσεων και των αγορών που εισπράττεται από το ελληνικό Κράτος. Δεδομένου ότι οι έμμεσοι φόροι δεν ελήφθησαν υπόψη στη χρηματοοικονομική μελέτη του έργου, δεν ήταν αναγκαίος ο υπολογισμός τους. Σημειώνεται ότι εάν τα παραπάνω μεγέθη είχαν συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς θα αυξανόταν το κοινωνικό όφελος του έργου.

## 8. ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ και ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως ήδη αναφέρθηκε ο μηχανισμός εγγυημένων σταθερών τιμών συνίσταται σε σταθερή και εγγυημένη αποζημίωση, που παρέχεται ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, προσφέροντας μακροχρόνια συμβόλαια πώλησης (συνήθως 20-25 έτη). Εν γένει το ύψος των εγγυημένων σταθερών τιμών μπορεί να καθορισθεί με βάση τέσσερα τουλάχιστον κριτήρια:

- 1 το ανοιγμένο κόστος παραγωγής (levelised cost of energy) της κάθε τεχνολογίας Α.Π.Ε,
- 2 την προστιθέμενη αξία που προσφέρει κάθε τεχνολογία Α.Π.Ε στην κοινωνία (υπολογίζοντας δηλαδή το αποφευγόμενο κόστος ή ακόμη και το εξωτερικό κόστος των συμβατικών καυσίμων),
- 3 την πολιτική παροχής, ως κίνητρο, μιας σταθερής τιμής, ανεξάρτητα από το ανοιγμένο κόστος παραγωγής ή το αποφευγόμενο κόστος, και
- 4 μέσω διαγωνιστικής διαδικασίας, που προσφέρει μια εγγυημένη σταθερή τιμή στον μειοδότη.

Στην περίπτωση της χώρας μας το ύψος των υφιστάμενων εγγυημένων τιμών καθορίζεται στη βάση της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης (ελκυστικότητα επένδυσης) και διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και το μέγεθος του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. Σύμφωνα με τον τελευταίο νόμο περί τιμολόγησης των Α.Π.Ε (Ν.4254/2014), η εγγυημένη τιμή αποζημίωσης των μονάδων βιοαερίου διαμορφώνεται σε 230€/MWh και σε 209€/MWh, όταν η μονάδα έχει χρησιμοποιήσει κρατική επιχορήγηση.

Ο δείκτης του σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας (levelised cost of electricity - LCOE) αντιπροσωπεύει την τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας που απαιτείται ώστε να αποσβένονται όλα τα επιμέρους κόστη της επένδυσης σε όλη τη διάρκεια ζωής της. Πιο συγκεκριμένα, εκφράζει σε τιμές παρούσας αξίας το κόστος που απαιτείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη τη διάρκεια ζωής μιας μονάδας ηλεκτροπαραγωγής σταθμισμένο ως προς τη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συνυπολογίζοντας όλες τις επιμέρους συνιστώσες κόστους (κόστος επένδυσης, λειτουργίας, καυσίμου, δανειοδότησης, ασφάλισης κ.λπ.).

Στις περισσότερες εφαρμογές του σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται η απλουστευμένη έκφραση του όπου λαμβάνεται υπόψη το συνολικό επενδυτικό κόστος, τα ετήσια λειτουργικά έξοδα και η τελική υπολειμματική αξία της εξεταζόμενης επένδυσης. Ωστόσο η αναλυτική του έκφραση πρέπει να περιλαμβάνει και τις συνιστώσες που αφορούν τις αποσβέσεις, τους όρους δανεισμού αλλά και την φορολογική επιβάρυνση της επένδυσης (Darling et al., 2001; NREL and ECN, 2011).

Η αναλυτική εκτίμηση του σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:



$$LCOE = \frac{IK - \sum_{n=1}^N \frac{A\Pi_n + TK_n}{(1+r)^n} \cdot \Sigma\Phi + \sum_{n=1}^N \frac{TXP_n}{(1+r)^n} + \sum_{n=1}^N \frac{\Lambda K_n}{(1+r)^n} \cdot (1 - \Sigma\Phi) - \frac{YA}{(1+r)^n}}{\sum_{n=1}^N \frac{H\Lambda_n}{(1+r)^n} \cdot (1 - \Sigma\Phi)}$$

όπου,

IK: είναι τα ίδια κεφάλαια που απαιτήθηκαν για την υλοποίηση της επένδυσης,

ΑΠ: το ετήσιο κόστος επανάκτησης του κεφαλαίου της επένδυσης (αποσβέσεις),

TK: το ετήσιο κόστος εξυπηρέτησης των τόκων του δανείου που απαιτήθηκε,

TXP: το ετήσιο κόστος εξυπηρέτησης των τοκοχρεολυσίων του δανείου που απαιτήθηκε,

ΛΚ: το συνολικό ετήσιο λειτουργικό κόστος συμπεριλαμβανομένου όλων των συνιστωσών κόστους όπως μπορεί να είναι το (πιθανό) κόστος εξασφάλισης της πρώτης ύλης, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του έργου, το κόστος ασφάλισης του εξοπλισμού και των εσόδων, το κόστος που αντιστοιχεί στην πληρωμή του ανταποδοτικού τέλους προς τους ΟΤΑ και διάφορα άλλα έξοδα),

YA: η υπολειμματική αξία της επένδυσης,

HΛ: η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια,

ΣΦ: ο συντελεστής φορολόγησης των εσόδων,

r: το επιτόκιο προεξόφλησης,

n: το έτος λειτουργίας της μονάδας.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας διαμορφώθηκαν δύο διαφορετικά σενάρια αξιολόγησης. Στο πρώτο σενάριο η αποτίμηση του κόστους εκπομπών CO<sub>2</sub> υπολογίζεται κάνοντας χρήση της τιμής των 33,6 €/tn που αντανάκλα το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών, ενώ στο δεύτερο σενάριο χρησιμοποιείται η τιμή των 5,94 €/tn όπως αυτή υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος τιμής πώλησης των δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> για το 2014 μέσα από την ηλεκτρονική πλατφόρμα της ΕΕ, [www.eex.com](http://www.eex.com).

**Διάγραμμα 3:** Εξέλιξη τιμής πώλησης δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> για το 2014, (Πηγή, www.eex.com)



### 8.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

#### 1<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 0,4 MWe<sub>el</sub>, η οποία παράγει περίπου 2.780 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 33120 tn ζωικών υπολειμμάτων χοιροτροφείου. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 1.172.000,00 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 25% με ίδια κεφάλια, σε ποσοστό 30% μέσω επιχορήγησης και σε ποσοστό 45% με τραπεζικό δανεισμό. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 7% και ο χρόνος αποπληρωμής δανείου είναι 11 έτη. Εξαιτίας του γεγονότος ότι τμήμα του κόστους επένδυσης καλύπτεται με κρατική επιχορήγηση η εγγυημένη τιμή αποζημίωσης θα ισούται με 209 €/MWh.

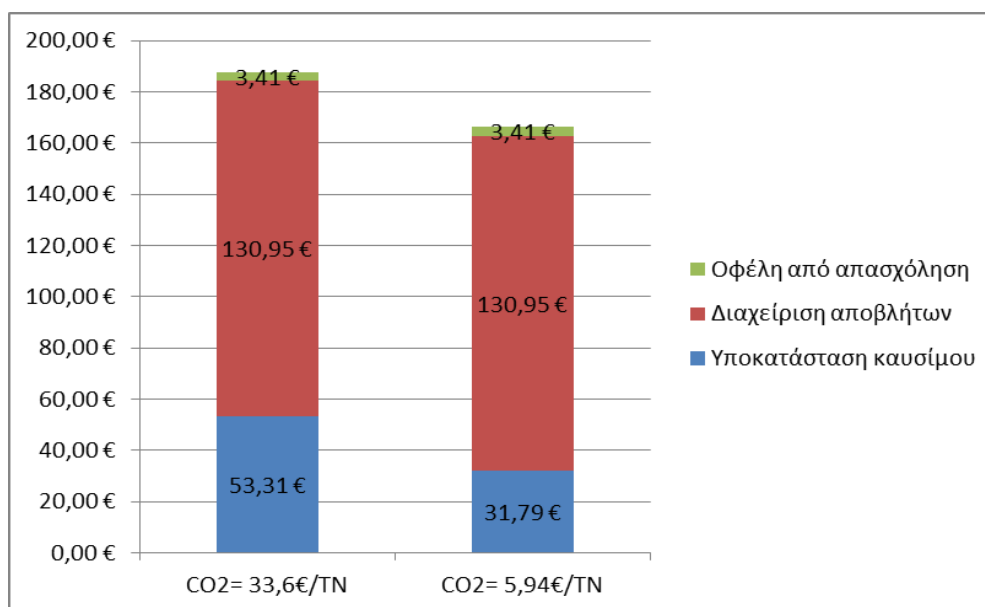
**Πίνακας 9:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 1<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	EBA
	1.525.058,03 €	59%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	8.356.649,30 €	48%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	7.465.809,79 €	43%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>75,5€</b>	

**Πίνακας 10:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 1<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,31€	130,95€	3,41€	187,67€
CO <sub>2</sub> =5.94	31,79 €	130,95€	3,41€	166,14 €

**Διάγραμμα 4:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 1<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 48% στο πρώτο σενάριο και 43% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 187,67€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 166,14 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 75,5€/MWh.

## 2<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου 3 MWel που παράγει ετησίως περίπου 21.000 MWh. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται 79.000 tn ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων όπως υγρά απόβλητα χοιροτροφείων, ενσίρωμα καλαμποκιού, ray grass, σόργου και triticale. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 9.000.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 75% με τραπεζικό δανεισμό και το υπόλοιπο ποσό από ίδια κεφάλαια. Το επιτόκιο δανεισμού ισούται με 7,5% και ο χρόνος αποπληρωμής είναι δέκα έτη.

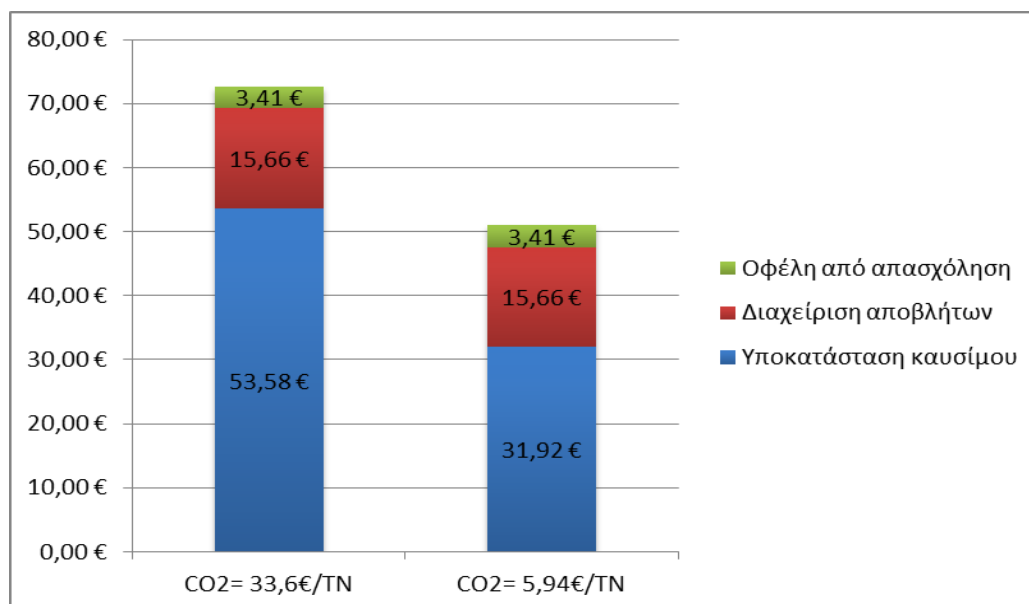
**Πίνακας 11:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 2<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

<b>Χρηματοοικονομική ανάλυση</b>	<b>ΚΠΑ</b>	<b>ΕΒΑ</b>
	7.795.845,39 €	29%
<b>Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση</b>	<b>ΚΚΠΑ</b>	<b>ΚΕΒΑ</b>
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	-847.205,17 €	1.6%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	-7.639.041,20 €	-%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>181,9€</b>	

**Πίνακας 12:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 2<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,58 €	15,66 €	3,41€	72,65€
CO <sub>2</sub> =5.94	31,92 €	15,66 €	3,41€	50,99 €

**Διάγραμμα 5:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 2<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα δεν είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 1,6% στο πρώτο σενάριο και -% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 72,65€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και

50,99 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 181,9€/MWh.

### 3<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 2,262 MW<sub>el</sub>, η οποία παράγει περίπου 16.900 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 40.600 tn ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 10.000.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 30% με ίδια κεφάλια και σε ποσοστό 70% με τραπεζικό δανεισμό. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 8% και ο χρόνος αποπληρωμής του δανείου είναι 9 έτη.

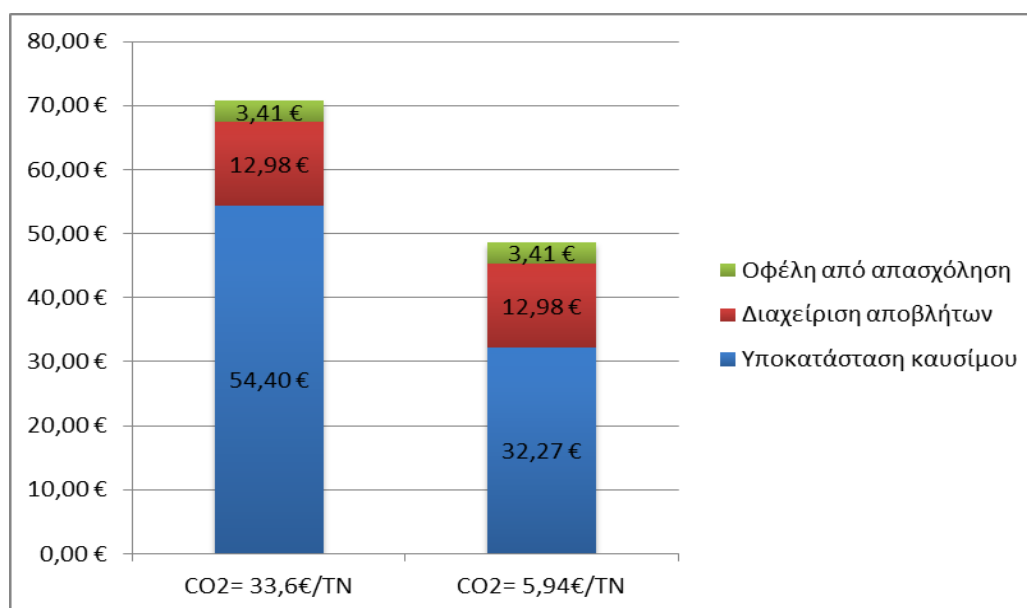
**Πίνακας 13:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 3<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	ΕΒΑ
	3.189.243,76 €	13%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	-3.591.722,41 €	-2.9%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	-9.169.463,45 €	-%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>187,1€</b>	

**Πίνακας 14:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 3<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	54,40 €	12,98 €	3,41€	70,80 €
CO <sub>2</sub> =5.94	32,27 €	12,98 €	3,41€	48,67 €

**Διάγραμμα 6:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 3<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα δεν είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με -2,9% στο πρώτο σενάριο και -% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 70,8€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 48,67 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 187,1€/MWh.

#### 4<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 0,25 MWeI, η οποία παράγει περίπου 2.000 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 4560 tn ζωικών υπολειμμάτων. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 960.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 50% με ίδια κεφάλια και σε ποσοστό 50% με τραπεζικό δανεισμό. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 5,75% και ο χρόνος αποπληρωμής δανείου είναι 10 έτη.

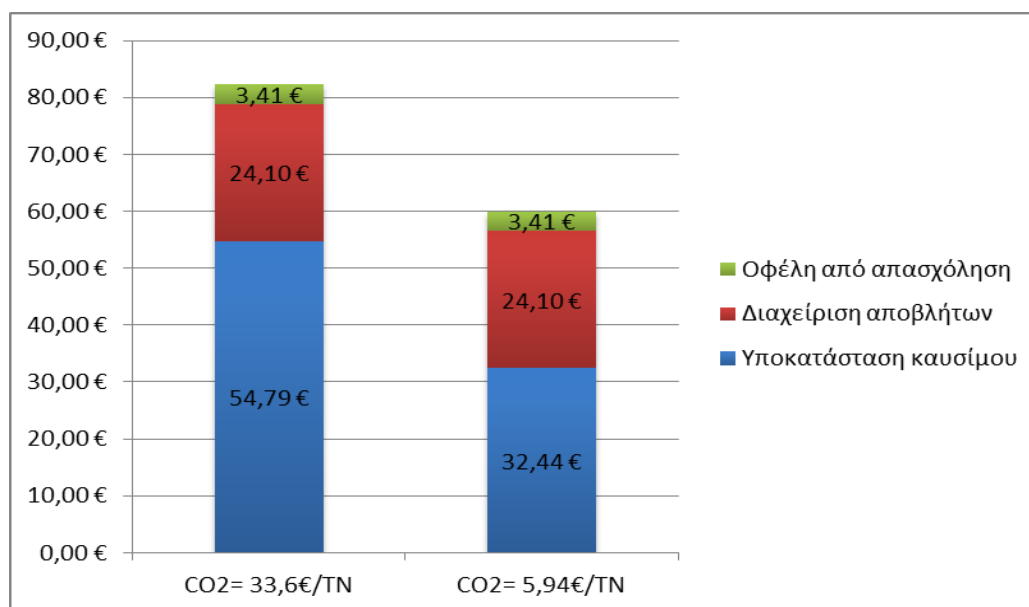
**Πίνακας 15:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 4<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	ΕΒΑ
	2.577.373,92 €	51%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	3.534.451,01 €	39%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	2.842.372,92 €	32%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>68,8€</b>	

**Πίνακας 16:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 4<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	54,79€	24,1€	3,41€	82.31€
CO <sub>2</sub> =5,94	32,44 €	24,1€	3,41€	59,96 €

**Διάγραμμα 7:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 4<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 39% στο πρώτο σενάριο και 32% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 82,31€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 59,96 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 68,8€/MWh.

### 5<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 1,6 MWel, η οποία παράγει περίπου 13.300 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 82.000 tn ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων, υπολειμμάτων βιομηχανιών τροφίμων καθώς και λάσπης βιολογικού καθαρισμού. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 6.400.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 13% με ίδια κεφάλαια και σε ποσοστό 87% με τραπεζικό δανεισμό. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 8% και ο χρόνος αποπληρωμής δανείου είναι 12 έτη.

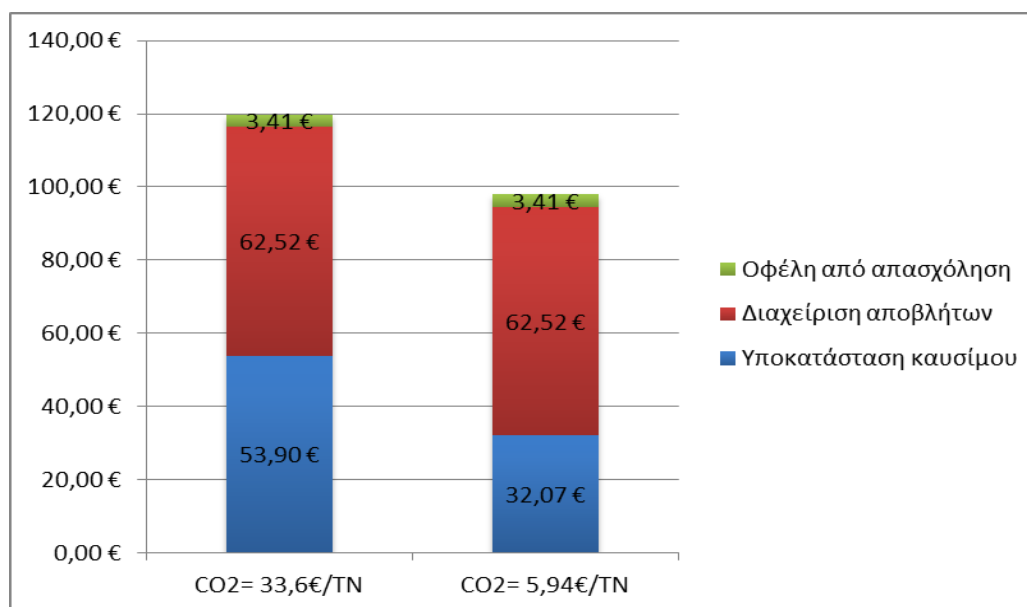
**Πίνακας 17:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 5<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

<b>Χρηματοοικονομική ανάλυση</b>	<b>ΚΠΑ</b>	<b>ΕΒΑ</b>
	7.515.705,13 €	73%
<b>Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση</b>	<b>ΚΚΠΑ</b>	<b>ΚΕΒΑ</b>
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	13.394.928,05 €	25%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	9.048.588,07 €	18%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>155,1€</b>	

**Πίνακας 18:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 5<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,90 €	62,52 €	3,41 €	119,84 €
CO <sub>2</sub> =5.94	32,07 €	62,52 €	3,41 €	98,00 €

**Διάγραμμα 8:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 5<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 25% στο πρώτο σενάριο και 18% στο δεύτερο. Επιπλέον το



εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 119,84€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 98,00 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 155,1€/MWh.

## 6<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 0,19 MWeI, η οποία παράγει περίπου 1419,12 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 11465 tn ζωικών, φυτικών υπολειμμάτων. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 1.570.000€, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 70% με ίδια κεφάλια και σε ποσοστό 30% μέσω τραπεζικής δανειοδότησης. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 8% και ο χρόνος αποπληρωμής δανείου είναι 10 έτη.

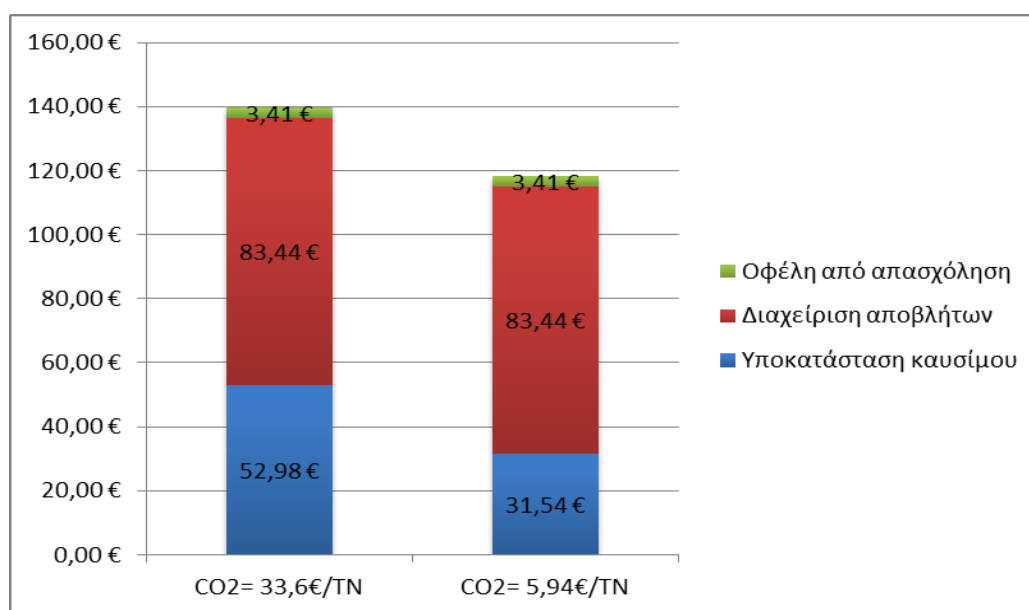
**Πίνακας 19:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 6<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	EBA
	692.186€	12%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	2.327.058,43 €	19%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	1.874.378,81 €	16%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>166,5€</b>	

**Πίνακας 20:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 6<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	52,98 €	83,44 €	3,41€	139,83 €
CO <sub>2</sub> =5.94	31,54 €	83,44 €	3,41€	118,39 €

**Διάγραμμα 9:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 6<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 19% στο πρώτο σενάριο και 16% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 139,83€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 118,39 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανηγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 166,5 €/MWh.

### 7<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 0,99 MWeI, η οποία παράγει περίπου 7.960 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 59.000 tn ζωικών υπολειμμάτων χοιροτροφείου. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 10.400.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 50% με ίδια κεφάλαια και σε ποσοστό 50% μέσω επιχορήγησης. Εξαιτίας του γεγονότος ότι τμήμα του κόστους επένδυσης καλύπτεται με κρατική επιχορήγηση η εγγυημένη τιμή αποζημίωσης θα ισούται με 209 €/MWh.

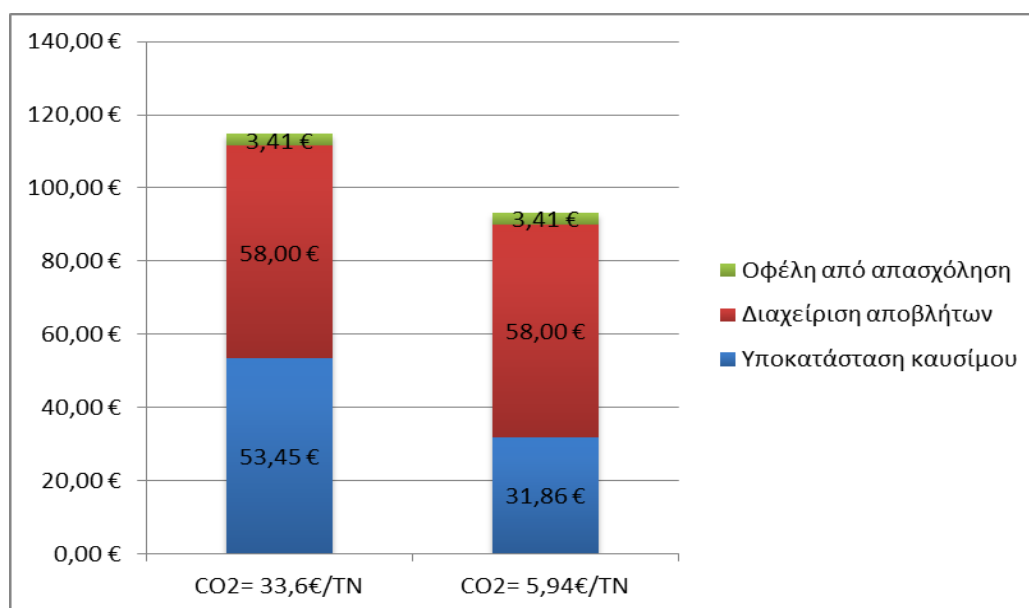
**Πίνακας 21:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 7<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	ΕΒΑ
	3.314.131,72 €	13%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	7.905.091,22 €	12%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	5.346.122,12 €	9%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>158,34€</b>	

**Πίνακας 22:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 7<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,45 €	58,00 €	3,41€	114,86 €
CO <sub>2</sub> =5.94	31,86 €	58,00 €	3,41€	93,27 €

**Διάγραμμα 10:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 7<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 12% στο πρώτο σενάριο και 9% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 114,86€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 93,27 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5,94€/tn, ενώ το ανοιγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 158,34 €/MWh.

### 8<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου 0,24 MWeI που παράγει ετησίως περίπου 18.918 MWh. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται 142.473 tn ζωικών υπολειμμάτων όπως υγρά απόβλητα χοιροτροφείων, υπολείμματα πτηνοτροφείου απόβλητα σφαγείου και τυροκομείου. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 7.000.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 50% με τραπεζικό δανεισμό και το υπόλοιπο ποσό από ίδια

κεφάλαια. Το επιτόκιο δανεισμού ισούται με 6,5% και ο χρόνος αποπληρωμής είναι οκτώ έτη, με περίοδο χάριτος το πρώτο έτος.

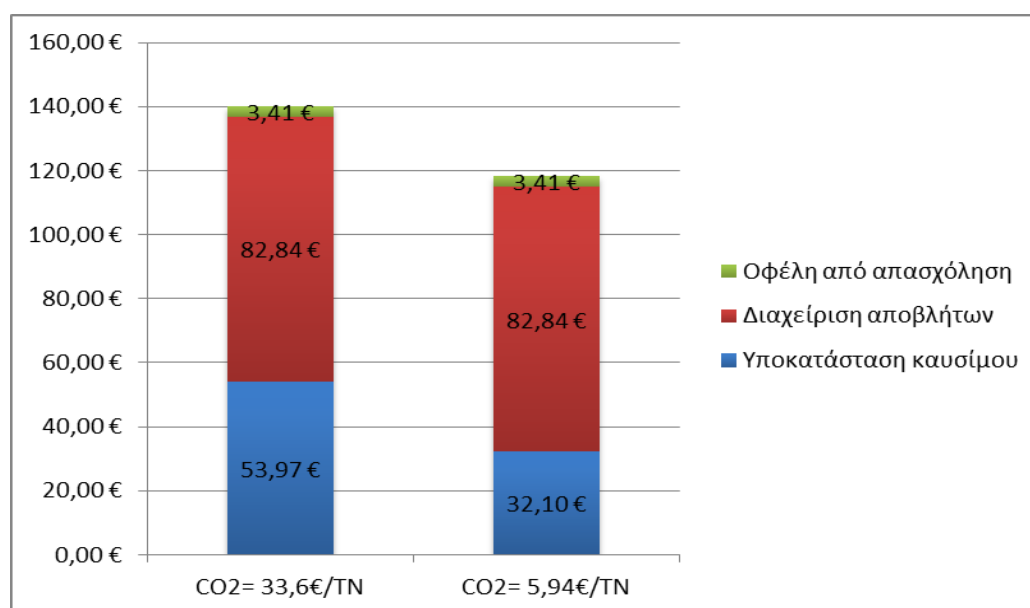
**Πίνακας 23:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 8<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	EBA
	23.246.990,69 €	58%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	48.897.947,30 €	68%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	42.742.062,49 €	60%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>70,1€</b>	

**Πίνακας 24:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 8<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,97 €	82,84 €	3,41€	140,23 €
CO <sub>2</sub> =5,94	32,10 €	82,84 €	3,41€	118,36 €

**Διάγραμμα 11:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 8<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 68% στο πρώτο σενάριο και 60% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 140,23€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 118,36 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανηγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 70,1 €/MWh.

### 9<sup>η</sup> Μονάδα Βιοαερίου

Πρόκειται για μονάδα παραγωγής βιοαερίου ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 3 MW<sub>e</sub>, η οποία παράγει περίπου 22.000 MWh το έτος. Η συγκεκριμένη μονάδα θα διαχειρίζεται ετησίως 132.000 tn ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων καθώς και υπολειμμάτων βιομηχανιών τροφίμων. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των 12.000.000 €, το οποίο καλύπτεται σε ποσοστό 25% με ίδια κεφάλια και σε ποσοστό 75% με τραπεζικό δανεισμό. Το επιτόκιο δανεισμού αντιστοιχεί σε 9% και ο χρόνος αποπληρωμής δανείου είναι 10 έτη.

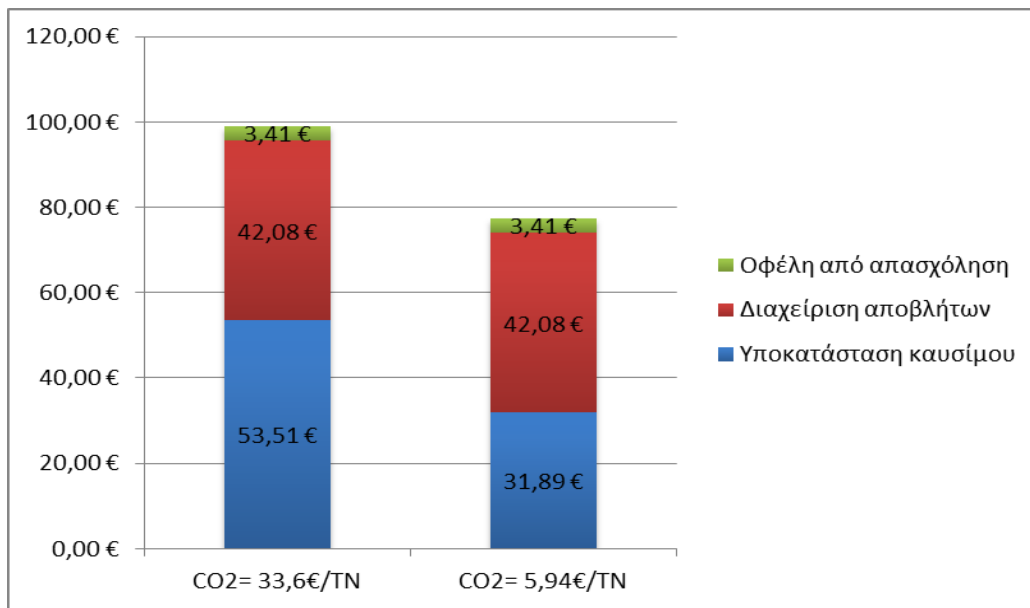
**Πίνακας 25:** Αποτελέσματα αξιολόγησης 9<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Χρηματοοικονομική ανάλυση	ΚΠΑ	ΕΒΑ
	4.070.015,21 €	13%
Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
CO <sub>2</sub> =33,6€/tn	-290.656,67 €	3%
CO <sub>2</sub> =5.94€/tn	-7.412.055,76 €	-6%
<b>LCOE (€/MWh)</b>	<b>206,08€</b>	

**Πίνακας 26:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 9<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου

Τιμή CO <sub>2</sub> €/tn	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
CO <sub>2</sub> =33,6	53,51 €	42,08 €	3,41€	99,01 €
CO <sub>2</sub> =5.94	31,89 €	42,08 €	3,41€	77,39 €

**Διάγραμμα 12:** Περιβαλλοντικό και Κοινωνικό όφελος 9<sup>ης</sup> μονάδας βιοαερίου



Σύμφωνα με την ανάλυση κόστους – οφέλους η συγκεκριμένη μονάδα δεν είναι κοινωνικά συμφέρουσα με ΚΕΒΑ ίσο με 3% στο πρώτο σενάριο και -6% στο δεύτερο. Επιπλέον το εξωτερικό όφελος υπολογίστηκε σε 99,01€/MWh, για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =33,6€/tn και 77,39 € για τιμή πώλησης CO<sub>2</sub> =5.94€/tn, ενώ το ανηγμένο κόστος ενέργειας ισούται με 206,08 €/MWh.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά κόστη όπως αυτά υπολογίστηκαν κατά την ανάλυση (Πίνακας 27 και Πίνακας 28).

**Πίνακας 27:** Εξωτερικό όφελος ανά MWh για τιμή CO<sub>2</sub> = 33,6€/tn

	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
1 <sup>η</sup> μονάδα –(0,4MW)	53,31€	130,95€	3,41€	187,67€
2 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	53,58 €	15,66 €	3,41€	72.65€
3 <sup>η</sup> μονάδα –(2,262 MW)	54,40 €	12,98 €	3,41€	70,80 €
4 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	54,79€	24,1€	3,41€	82.31€
5 <sup>η</sup> μονάδα –(1,66 MW)	53,90 €	62,52 €	3,41 €	119,84 €
6 <sup>η</sup> μονάδα – (0.19 MW)	52,98 €	83,44 €	3,41€	139,83 €
7 <sup>η</sup> μονάδα –(0,998 MW)	53,45 €	58,00 €	3,41€	114,86 €
8 <sup>η</sup> μονάδα – (0,25MW)	53,97 €	82,84 €	3,41€	140,23 €
9 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	53,51 €	42,08 €	3,41€	99,01 €

**Πίνακας 28:** Εξωτερικό όφελος ανά MWh για τιμή CO<sub>2</sub> = 5.94€/tn

	Περιβαλλοντικό όφελος από υποκατάσταση καυσίμου (€/MWh)	Περιβαλλοντικό όφελος από διαχείριση αποβλήτων (€/MWh)	Κοινωνικό όφελος από δημιουργία θέσεων εργασίας (€/MWh)	Σύνολο Περιβαλλοντικού και Κοινωνικού Οφέλους (€/MWh)
1 <sup>η</sup> μονάδα – (0,4MW)	31,79 €	130,95€	3,41€	166,14 €
2 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	31,92 €	15,66 €	3,41€	50,99 €
3 <sup>η</sup> μονάδα –(2,262 MW)	32,27 €	12,98 €	3,41€	48,67 €€
4 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	32,44 €	24,1€	3,41€	59,96 €
5 <sup>η</sup> μονάδα – (1,66 MW)	32,07 €	62,52 €	3.41 €	98,00 €
6 <sup>η</sup> μονάδα – (0.19 MW)	31,54 €	83,44 €	3,41€	118,39 €
7 <sup>η</sup> μονάδα –(0,998 MW)	31,86 €	58,00 €	3,41€	93,27 €
8 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	32,10 €	82,84 €	3,41€	118,36 €
9 <sup>η</sup> μονάδα – (3MW)	31,89 €	42,08 €	3,41€	77,39 €



## 8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιώντας πραγματικά στοιχεία από εννέα μονάδες βιοαερίου, οι δύο από τις οποίες λειτουργούν (4<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup>) ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται σε διάφορα στάδια της αδειοδοτικής διαδικασίας, επιχειρήθηκε:

- να καταγραφούν και υπολογιστούν τα εξωτερικά οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία τους
- να αξιολογηθούν κοινωνικοοικονομικά χρησιμοποιώντας το εργαλείο της ανάλυσης κόστους – οφέλους και
- να συγκριθεί η υφιστάμενη εγγυημένη τιμή αποζημίωσής τους με την τιμή που προκύπτει εάν ληφθούν, επιπλέον, υπόψη το ανοιγμένο κόστος παραγωγής, η προστιθέμενη αξία που παράγεται μέσω της δημιουργίας άμεσων θέσεων απασχόλησης και οι εξωτερικότητες που προκύπτουν από την ηλεκτροπαραγωγή μονάδων συμβατικών καυσίμων.

Το περιβαλλοντικό όφελος, σε ότι αφορά στην αποτίμηση του κόστους εκπομπών CO<sub>2</sub>, υπολογίστηκε κάνοντας χρήση αφενός της τιμής των 33,6 €/tn που αντανακλά το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών, αφετέρου των 5,94 €/tn που προκύπτει από το μηχανισμό δημοπράτησης.

Από την ανάλυση προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- i. Το ανηγμένο περιβαλλοντικό όφελος από την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος των μονάδων και κυμαίνεται στα 53 €/MWh για τιμή CO<sub>2</sub> ίση με 33,6 €/tn και στα 32 €/MWh για τιμή CO<sub>2</sub> ίση με 5,94 €/tn (Πίνακας 27 και Πίνακας 28).
- ii. Το ανοιγμένο περιβαλλοντικό όφελος από την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων μειώνεται κατά 40% όταν για την αποτίμηση του κόστους των εκπομπών CO<sub>2</sub> χρησιμοποιείται η τιμή που προκύπτει από το χρηματιστήριο ρύπων. Γεγονός που υποδηλώνει ότι σύμφωνα με τους μηχανισμούς της αγοράς, σε αντίθεση με τις εκτιμήσεις επιστημονικών φορέων όπως το IPCC, το άριστο επίπεδο ρύπανσης, δηλαδή το επίπεδο στο οποίο μεγιστοποιείται το κοινωνικό όφελος είναι η τιμή 5,94 €/tn CO<sub>2</sub>.
- iii. Το όφελος από τη διαχείριση των αποβλήτων εξαρτάται από το είδος του αποβλήτου και το μέγεθος της μονάδας, το οποίο συνδέεται άμεσα με την ποσότητα των διαχειριζόμενων αποβλήτων (Πίνακας 27 και Πίνακας 28).
- iv. Το ανοιγμένο κόστος παραγωγής εξαρτάται από τα λειτουργικά έξοδα της μονάδας και ειδικότερα από το κόστος μεταφοράς και απόκτησης της πρώτης ύλης που θα αποτελέσει το υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση. Μάλιστα, οι μονάδες που παρουσιάζουν υψηλό κόστος μεταφοράς και απόκτησης πρώτης ύλης (2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> και 9<sup>η</sup>) έχουν ιδιαίτερα υψηλό ανοιγμένο κόστος παραγωγής.

- v. Τρεις από τις εννέα εγκαταστάσεις (2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> και 9<sup>η</sup>) εμφανίζουν αρνητική κοινωνική καθαρή παρούσα αξία γεγονός που οφείλεται στο υψηλό κόστος μεταφοράς και απόκτησης της πρώτης ύλης (Πίνακας 29).
- vi. Όλες οι μονάδες είναι χρηματοοικονομικά βιώσιμες και κάποιες από αυτές παρουσιάζουν μεγάλα επίπεδα κερδοφορίας κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους πρώτης ύλης, αφού διαχειρίζονται υπολείμματα από ίδιες δραστηριότητες.

**Πίνακας 29:** ΚΚΠΑ και ΚΕΒΑ για τιμή CO<sub>2</sub> = 33,6€/tn και για τιμή CO<sub>2</sub> = 5.94€/tn

Μονάδες βιοαερίου	Τιμή CO <sub>2</sub> = 33,6€/tn		Τιμή CO <sub>2</sub> = 5.94€/tn	
	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ	ΚΚΠΑ	ΚΕΒΑ
1 <sup>η</sup> μονάδα – (0,4MW)	8.356.649,30 €	48%	7.465.809,79 €	43%
2 <sup>η</sup> μονάδα – (3MW)	-847.205,17 €	1.6%	-7.639.041,20 €	-%
3 <sup>η</sup> μονάδα – (2,262 MW)	-3.591.722,41 €	-2.9%	-9.169.463,45 €	-%
4 <sup>η</sup> μονάδα – (0,25MW)	3.534.451,01 €	39%	2.842.372,92 €	32%
5 <sup>η</sup> μονάδα – (1,66 MW)	13.394.928,05 €	25%	9.048.588,07 €	18%
6 <sup>η</sup> μονάδα – (0.19 MW)	2.327.058,43 €	19%	1.874.378,81 €	16%
7 <sup>η</sup> μονάδα – (0,998 MW)	7.905.091,22 €	12%	5.346.122,12 €	9%
8 <sup>η</sup> μονάδα – Α.Ε (0,25MW)	48.897.947,30 €	68%	42.742.062,49 €	60%
9 <sup>η</sup> μονάδα – (3MW)	-290.656,67 €	3%	-7.412.055,76 €	-6%

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σύμφωνα με το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο, το ύψος της στήριξης που απολαμβάνουν οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ καθορίζεται είτε από την αγορά μέσω διαγωνιστικής διαδικασίας είτε, στην περίπτωση που ρυθμίζεται διοικητικά, λαμβάνοντας υπόψη ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω κριτήρια:

- το ανηγμένο κόστος παραγωγής κάθε τεχνολογίας ΑΠΕ,
- το αποφευγόμενο κόστος του υποκαθιστάμενου ορυκτού καυσίμου,
- την προστιθέμενη αξία που προσφέρει κάθε τεχνολογία ΑΠΕ και
- τις εξωτερικότητες που προκύπτουν από την ηλεκτροπαραγωγή μονάδων συμβατικών καυσίμων ή ΑΠΕ.

Στην Ελλάδα από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 (Ν. 2244/1994) για τη στήριξη των ΑΠΕ εφαρμόζεται το σύστημα των εγγυημένων σταθερών τιμών (Feed in Tariffs). Οι εγγυημένες σταθερές τιμές πώλησης που εφαρμόζονται σήμερα έχουν επιλεγεί με σκοπό να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων και να δημιουργείται επαρκές κίνητρο για τους επενδυτές ενώ μόνο στην περίπτωση των υβριδικών σταθμών αντανakλούν επιπλέον και το κόστος του υποκαθιστάμενου ορυκτού καυσίμου.

Στην παρούσα εργασία αφού υπολογίστηκε το ανοιγμένο κόστος της παραγόμενης ενέργειας για κάθε εγκατάσταση (Πίνακας 30) αθροίστηκε σε αυτό το αντίστοιχο συνολικό ανοιγμένο περιβαλλοντικό και κοινωνικό όφελος προκειμένου να συγκριθεί, το εν λόγω άθροισμα (Προτεινόμενη Τιμή), με την υφιστάμενη εγγυημένη τιμή (Πίνακας 31 και Πίνακας 32).

**Πίνακας 30:** Ανοιγμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (LCOE)

Μονάδες βιοαερίου	LCOE
1 <sup>η</sup> μονάδα –(0,4MW)	75,5€
2 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	181,9€
3 <sup>η</sup> μονάδα –(2,262 MW)	187,1€
4 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	68,8€
5 <sup>η</sup> μονάδα – (1,66 MW)	155,1€
6 <sup>η</sup> μονάδα – (0.19 MW)	166,5€
7 <sup>η</sup> μονάδα –(0,998 MW)	158.34€
8 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	70,1€
9 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	206,08€

Όπως παρατηρείται η προτεινόμενη τιμή που λαμβάνει υπόψη της και τα κοινωνικά περιβαλλοντικά οφέλη είναι υψηλότερη από την εγγυημένη για τις επτά από τις εννέα μονάδες. Επιπλέον, στον Πίνακα 31 οι διαφορές μεταξύ προτεινόμενης και εγγυημένης τιμής είναι μεγαλύτερες σε σχέση με τις αντίστοιχες του Πίνακα 32, όπου η τιμή του κόστους του CO<sub>2</sub> καθορίζεται από την αγορά.

**Πίνακας 31:** Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή για τιμή CO<sub>2</sub>=33,6€/tn

Μονάδες βιοαερίου	LCOE + Εξωτερικό όφελος (Προτεινόμενη τιμή)	Εγγυημένη τιμή	Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή
1 <sup>η</sup> μονάδα – (0,4MW)	263,17€	209€	54,17€
2 <sup>η</sup> μονάδα – (3MW)	254,55€	230€	24,55€
3 <sup>η</sup> μονάδα – (2,262 MW)	257,9€	230€	27,9€
4 <sup>η</sup> μονάδα – (0,25MW)	151,11€	230€	-78,89€
5 <sup>η</sup> μονάδα – (1,66 MW)	274,94€	230€	44,94€
6 <sup>η</sup> μονάδα – (0.19 MW)	306,3€	230€	76,36€
7 <sup>η</sup> μονάδα – (0,998 MW)	273,2€	209€	64,2€
8 <sup>η</sup> μονάδα – (0,25MW)	210,33€	230€	-19,67€
9 <sup>η</sup> μονάδα – (3MW)	299,09€	230€	69,09€

**Πίνακας 32:** Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή για τιμή CO<sub>2</sub>=5,94€/tn

Μονάδες βιοαερίου	LCOE + Εξωτερικό όφελος (Προτεινόμενη τιμή)	Εγγυημένη τιμή	Διαφορά LCOE + Εξωτερικού οφέλους με την εγγυημένη τιμή
1 <sup>η</sup> μονάδα –(0,4MW)	241,64€	209€	42,64€
2 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	232,89€	230€	2,89€
3 <sup>η</sup> μονάδα –(2,262 MW)	235,77€	230€	5,77€
4 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	128,76€	230€	-101,24€
5 <sup>η</sup> μονάδα –(1,66 MW)	253,1€	230€	23,1€
6 <sup>η</sup> μονάδα –(0.19 MW)	284,89€	230€	54,89€
7 <sup>η</sup> μονάδα –(0,998 MW)	251,61€	209€	42,61€
8 <sup>η</sup> μονάδα –(0,25MW)	188,46€	230€	-41,54€
9 <sup>η</sup> μονάδα –(3MW)	283,47€	230€	53,47€

Η 4<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> εγκατάσταση αποζημιώνονται με μεγαλύτερη εγγυημένη τιμή σε σχέση με την προτεινόμενη. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι εν λόγω εγκαταστάσεις ήδη λειτουργούν. Σύμφωνα με την χρηματοοικονομική ανάλυση παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς EBA (51% και 58% αντίστοιχα). Αντικαθιστώντας την εγγυημένη τιμή με την προτεινόμενη προκύπτει ότι οι εν λόγω επενδύσεις συνεχίζουν να είναι ιδιαίτερα ελκυστικές με EBA 30% και 51% αντίστοιχα.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν την ανάγκη αλλαγής του τρόπου υπολογισμού της εγγυημένων τιμών ώστε να λαμβάνονται υπόψη τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν αποτιμήθηκαν οι θετικές εξωτερικότητες των μονάδων που σχετίζονται με τη χρήση του χωνεμένου υπολείμματος, τη μείωση των οχλήσεων από τις οσμές των κτηνοτροφικών αποβλήτων και τη βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού σχεδιασμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΔΕΣΜΗΕ, 2009. *Μηνιαία Δελτία Ισοζυγίου Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα - Έτη 2007 και 2008*. Αθήνα.
- Andres Menind, Jüri Olt, 2009. *BIOGAS PLANT INVESTMENT ANALYSIS, COST BENEFIT AND MAIN FACTORS», , Estonian University of Life Sciences, Institute of Technology*
- Bakos, C. G. (2009). *Distributed Power Generation: A Case Study of Small Scale PV Power Plant in Greece*. *Applied Energy*, 86:1757-1766
- Barr, S. (2004). *Are we all environmentalists now? Rhetoric and reality in environmental action*. *Geoforum*, 35:231–249
- Beenstock, M., Goldin, E., Haitovsky, Y., 1998. *Response bias in a conjoint analysis of power outages*. *Energy Economics*, 20, 2, 135-156.
- Bernow, S., Biewald, B., Marron, D., 1991. *Full cost dispatch: Incorporating environmental externalities in electric system operation*. *The Electricity Journal*, 4(2), 20-34.
- Cline, W.R., 1992. *Global Warming: The Economic Stakes*. Institute for International Economics.
- Coller M., Harrison G.H. (1995). *On the use of the contingent valuation method to estimate environmental costs*. In: *Advances in Accounting*. Reckers, P.M.J. (ed.), Greenwich, CT: JAP Press volume 13.
- Coller M., Harrison G.H., 1995. *On the Use of the Contingent Valuation Method to Estimate Environmental Costs*. In: *Advances in Accounting*. Reckers, P.M.J. (Ed), Greenwich, CT: JAP Press, volume 13.
- COM/2005/446, 2005. *Thematic Strategy on air pollution*. European Commission, Brussels.
- COM/2006/105, 2006. *Πράσινη Βίβλος - Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια*. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- CPB, 2004. *Capacity to spare? A cost-benefit approach to optimal spare capacity in electricity production*. CPB document No. 60, The Hague.
- Dagoumas, S.A., Kalaitzakis, E., Papagiannis, K.G., Dokopoulos, S.P. (2007). *A Post-Kyoto analysis of the greek electric sector*. *Energy Policy*, 35: 1551–1563
- Dagoumas, S.A., Panapakidis, P. I., Papagiannis, K.G., Dokopoulos, S.P. (2008) *Post-Kyoto energy consumption strategies for the Greek interconnected electric system*. *Energy Policy*, 36: 1980–1999
- Damigos, D., Kaliampakos, D. (2003). *Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: A CVM analysis*. *Landscape and Urban Planning*, 64:249-258
- Damigos, D., Tourkolias, C., Diiakoulaki, D. (2009). *Households' willingness to pay for safeguarding security of natural gas supply in electricity generation*. *Energy Policy*, 37:2008-2017
- European Commission DG Environment, August 2005. *Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme*.
- European Commission DG Environment, February 2005. *Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality, Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment*

- European Commission, DG Environment, October 2000. *A Study on the Economic Valuation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste. Final Report.*
- European Environment Agency, 2011. *Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe, EEA Technical Report, 15/2011, 72 pp*
- Eurostat, «Share of renewable energy up to 13% of energy consumption in the EU27 in 2011,» *Newsrelease 65/2013 - 26 April 2013.*
- International Energy Agency, 2004. *Security of Gas Supply in Open Markets.*
- IPCC, 1995. *Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change: Scientific- Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, USA.*
- Muradin and Zenon Foltynowicz, 2014. *Potential for Producing Biogas from Agricultural Waste in Rural Plants in Poland. Poland*
- Nancy Fabiola María Chacón Calderón de Del Cid, Carl von Ossietzky, 2010. *Technical and Financial Feasibility Study of Anaerobic Digestion Plants in Spain and Italy, from Dairy Cattle and Swine Manure. University of Oldenburg*
- Niels I. Meyer, March 2004. *Renewable energy policy in Denmark. Denmark*
- Nielsen J. and P. Oleskowicz-Popiel, 2007. *The future of Biogas in Europe: Visions and Targets until 2020, European Biogas Workshop the Future of Biogas in Europe – III, Esbjerg, Denmark.*
- Nikolas M. Katsoulakos, Dimitris C. Kaliampakos, , 18 March 2014. *What is the impact of altitude on energy demand? A step towards developing specialized energy policy for mountainous areas.*
- S. Blegaa, F. Hvelplund, J. Jensen, L. Josephsen, H. Linderoth, N.I. Meyer, N. Balling, B. Sørensen, 1976. *Outline of Alternative Danish Energy Plan (in Danish), OVE Publishers, Copenhagen, Denmark*
- Tinnium, K.N., Rastgoufard, P., Duvoisin, P.F. *Cost-benefit analysis of electric power system reliability. In: Proceedings 26th Institute of Electrical & Electronics Engineering (IEEE), Southeastern Symposium on System Theory (SSST'1994), Athens, Ohio, USA, March 1994.*
- Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, April 2004. *Environmental External Costs from Power Generation by Renewable Energies Martin Braun*
- Varun, Prakash, B, Bhat, K.I. (2009). *Energy, economics and environmental impacts of renewable energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews;13: 2716– 2721*
- Αλλάζοντας το μέλλον της Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2014. *Η κοινωνία των πολιτών ως βασικός παράγοντας στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Μελέτη της ΕΟΚΕ σχετικά με τον ρόλο της κοινωνίας των πολιτών στην εφαρμογή της οδηγίας της ΕΕ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .*
- Αριθ. Η.Π. 50910/2727 *Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης*
- Γομάτου Ι. Κατερίνα., *Περιβαλλοντικού Φόροι και Ανταγωνιστικότητα: Διεθνής Εμπειρία. Διπλωματική Εργασία, Μυτιλήνη, 2007*
- ΕΟΚΕ (Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή), 2006. *Γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής με θέμα "Ο ενεργειακός*

- εφοδιασμός της ΕΕ: Στρατηγική για το βέλτιστο ενεργειακό μίγμα”. 2006/С 318/31, 185-194.
- ΕΟΚΕ (Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή), 2006. Γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής με θέμα “Ο ενεργειακός εφοδιασμός της ΕΕ: Στρατηγική για το βέλτιστο ενεργειακό μίγμα”. 2006/С 318/31, 185-194.
- Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ. (2004). *Ανάλυση Κόστους — Οφέλους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ. (2004). *Χρηματοοικονομική αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων, Βοηθητικές σημειώσεις*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ. (2010). *Βοηθητικές σημειώσεις για το ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»* Αθήνα, ΕΜΠ
- Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ. (2010). *Περιβάλλον και Ανάπτυξη υπό το πρίσμα της Οικονομίας, Σημειώσεις Μαθήματος*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ. (2004). *Περιβαλλοντική Οικονομία*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Καλλιόπη Θ. Λιαντινιώτη (2011). *Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίησης βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου*. Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, ΕΜΠ
- Κάπρος, Π., 2000. *Ενεργειακή πολιτική για την Ελλάδα: σύγκλιση ή απόκλιση από την Ευρωπαϊκή προοπτική*. Ε3Μ - Lab, Εθνικό Μέτσοβο Πολυτεχνείο, Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://e3mlab.ntua.gr/papers/Naftem00.pdf>
- Λίβας, Χ.Π., 1994. *Ανάλυση εισροών - εκροών*. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα - Πειραιάς.
- Μαγνήσαλης, Κ., 1997. *Η συμπεριφορά του καταναλωτή*. Αθήνα: Εκδόσεις Interbooks
- Μακρύνβελιος Δ. Ευάγγελος. *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι μηχανισμοί στήριξής τους*. Διπλωματική Εργασία, Πειραιάς, 2012
- Μαριάμου Σταυρούλα, (2014). *Αξιολόγηση επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ και βελτιστοποίηση κινήτρων με χρήση διεπίπεδου προγραμματισμού*. Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, ΕΜΠ
- Μοιρασγεντής, Σ., 1998. *Εξωτερικές Οικονομίες στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας: Αποτίμηση και επιπτώσεις στον ενεργειακό σχεδιασμό*. Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα.
- Νόμος ΥΠ’ ΑΡΙΘ. 4042 Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- Οδηγία 2004/67/ΕΚ, 2004. *Οδηγία σχετικά με τα μέτρα διασφάλισης του εφοδιασμού με φυσικό αέριο*. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Οδηγία 2005/89/ΕΚ, 2006. *Οδηγία περί μέτρων διασφάλισης του εφοδιασμού με ηλεκτρισμό και περί επενδύσεων υποδομής*. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Οδηγία 2006/67/ΕΚ, 2006. *Οδηγία περί υποχρέωσης διατηρήσεως ενός ελαχίστου επιπέδου αποθεμάτων αργού πετρελαίου ή/και προϊόντων πετρελαίου από τα κράτη μέλη*. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ, 2009. *Οδηγία περί προώθησης και χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ*. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Οικονομίδης, Χ., 2007. *Εισαγωγή στο σύστημα και την ανάλυση εισροών - εκροών*. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.
- Πανάγος, Γ., 2009. *Πορεία και προοπτικές διεξόδου των ΑΠΕ στην Ελλάδα*. Συνέδριο «Ζητήματα της Πράσινης Ενέργειας», Διεθνές Παν. Θεσσαλονίκης.
- ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας), 2009. *Έκθεση της ΡΑΕ για την ασφάλεια εφοδιασμού της χώρας με φυσικό αέριο*. Αθήνα.



- ΣΕΕΣ (Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής), 2008. *Μέτρα και μέσα για μια βιώσιμη και ανταγωνιστική ενεργειακή πολιτική*. Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα.
- ΣΕΕΣ (Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής), 2009. *Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός - Έκθεση 2009*. Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα.
- Τζήμος, Χ., 2006. *Η ανάλυση δεδομένων στις διακλαδικές σχέσεις και δομές της Ελληνικής οικονομίας: διακλαδική διερεύνηση παραγωγής, απασχόλησης και εισαγωγών στο πλαίσιο του υποδείγματος εισροών - εκροών*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη.
- ΥΑ 125347/568 (ΦΕΚ Β' 142/29.1.2004). *Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής*
- ΥΠΕΚΑ. *Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξη*. Αθήνα, 2012
- Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ), 2007. *1η Έκθεση για το μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ελλάδας 2008-2020*. Αθήνα.
- Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ), 2007. *1η Έκθεση για το μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ελλάδας 2008-2020*. Αθήνα.
- Υπουργείο Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας, 2007. *Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Απασχόληση και Επαγγελματική Κατάρτιση"*, Διαθέσιμο στον ιστότοπο: [www.prosonolotachos.gr](http://www.prosonolotachos.gr).
- Κατζηαργυρίου, Ν., 2009. *Προοπτικές ανάπτυξης του ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας*. Συνέδριο «Ζητήματα της Πράσινης Ενέργειας», Διεθνές Παν. Θεσσαλονίκης.
- Κατζηαργυρίου, Ν., 2009. *Προοπτικές ανάπτυξης του ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας*. Συνέδριο «Ζητήματα της Πράσινης Ενέργειας», Διεθνές Παν. Θεσσαλονίκης.
- Ragwitz M., Winkler J., Klessmann C., Gephart K., Gustav R., 2012. Recent developments of feed-in systems in the EU. A research paper for the International Feed-In Cooperation. A report commissioned by the Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).
- Darling, S., You, F., Veselka, T., and Velosa, A., 2011. *Assumptions and the levelized cost of energy for photovoltaics*. Energy Environ. Sci., 2011, 4, 3133-3139, DOI: 10.1039/C0EE00698J.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL) and Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), 2011. *IEA Wind Task 26 Multi-national Case Study of the Financial Cost of Wind Energy. Work Package 1, Final Report*, IEA Wind agreement, Contract No. DE-AC36-08GO28308.

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Agroenergy A.E. Μονάδες και εργοστάσια παραγωγής βιοαερίου. Διαθέσιμο στο: <http://www.agroenergy.gr/en/content/%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE%CF%82-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85>

Ecofys, Sustainable energy for everyone. Διαθέσιμο στο: <http://www.ecofys.com/en/publication/effective-renewable-energy-support-policies-in-the-eu>

European Commission, Climate Change, Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050. Διαθέσιμο στο: [http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm)

European Commission, Climate Change, The 2020 climate and energy package. Διαθέσιμο στο: [http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm)

European Commission, Press Release Database, Brussels, 2007. Climate change and the EU's response. Διαθέσιμο στο: [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-07-515\\_en.htm#format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-07-515_en.htm#format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en)

IPCC. PRINCIPLES AND PROCEDURES. Διαθέσιμο στο: [http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_procedures.shtml](http://www.ipcc.ch/organization/organization_procedures.shtml)

UNCED, Agenda 21, 1997. Earth Summit, Agenda 21. Διαθέσιμο στο: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400>

United Nations Framework Convention on Climate Change, 2005. Kyoto Protocol. Διαθέσιμο στο: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)

Δικαιολογητικά Συμβάσεων Αγοραπωλησίας ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ. Διαθέσιμο στο: [http://www.lagie.gr/systima-eggyimenon-timon/ape-sithya/dikaiologitika-symbaseon-agorapolisias-ape-sithya/.](http://www.lagie.gr/systima-eggyimenon-timon/ape-sithya/dikaiologitika-symbaseon-agorapolisias-ape-sithya/)

ΟΗΕ, 2007. Πολιτικές για την αλλαγή του κλίματος: Διαθέσιμο στο: <http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/policy-context>

Παραγωγή Η/Ε από ΑΠΕ. Διαθέσιμο στο: [www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesis-ape/periechomena/timologisi-energeias-ape/.](http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesis-ape/periechomena/timologisi-energeias-ape/)

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΥΟΤΟ: Διαθέσιμο στο <http://www.ypeka.gr/?tabid=443>

Η δέσμευση των κρατών με υποχρεωτικούς στόχους σε εθνικές και διεθνείς πολιτικές συμφωνίες είναι η βάση για την καίρια αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος. Διαθέσιμο στο: [http://climate.wwf.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=62&Itemid=1](http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=1)

31

The EU Emissions Trading System. Διαθέσιμο στο: [http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm)

Εμπορία δικαιωμάτων εκπομπής αερίων ρύπων (CO<sub>2</sub>). Διαθέσιμο στο:

[http://www.protergia.gr/el/production\\_intro/emission-trading](http://www.protergia.gr/el/production_intro/emission-trading)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 33: Τιμή υπολογισμού NOx

Table 9 – Marginal NOx, damage (€) per tonne emission for 2010, with three sets of sensitivity analysis.

PM mortality	VOLY - median	VSL - median	VOLY - mean	VSL - mean
O3 mortality	VOLY - median	VOLY - median	VOLY - mean	VOLY - mean
Health core?	Yes	Yes	Yes	Yes
Health sensitivity?	No	No	Yes	Yes
Crops	Yes	Yes	Yes	Yes
O3/health metric	SOMO 35	SOMO 35	SOMO 0	SOMO 0
Austria	€ 8,700	€ 13,100	€ 16,000	€ 24,000
Belgium	€ 5,200	€ 8,200	€ 9,100	€ 14,000
Cyprus	-	-	-	-
Czech Republic	€ 7,300	€ 11,000	€ 13,700	€ 20,000
Denmark	€ 4,400	€ 6,700	€ 8,300	€ 12,100
Estonia	€ 810	€ 1,100	€ 1,600	€ 2,200
Finland	€ 750	€ 1,100	€ 1,500	€ 2,000
France	€ 7,700	€ 12,000	€ 14,000	€ 21,000
Germany	€ 9,600	€ 15,000	€ 18,000	€ 26,000
Greece	€ 840	€ 1,100	€ 1,400	€ 1,900
Hungary	€ 5,400	€ 8,100	€ 10,000	€ 15,000
Ireland	€ 3,800	€ 5,600	€ 7,500	€ 11,000
Italy	€ 5,700	€ 8,600	€ 11,000	€ 16,000
Latvia	€ 1,400	€ 1,900	€ 2,700	€ 3,700
Lithuania	€ 1,800	€ 2,700	€ 3,700	€ 5,000
Luxembourg	€ 8,700	€ 13,000	€ 16,000	€ 24,000
Malta	€ 670	€ 930	€ 1,300	€ 1,700
Netherlands	€ 6,600	€ 10,000	€ 12,000	€ 18,000
Poland	€ 3,900	€ 5,800	€ 7,100	€ 10,000
Portugal	€ 1,300	€ 1,900	€ 2,200	€ 3,200
Slovakia	€ 5,200	€ 7,800	€ 9,700	€ 14,000
Slovenia	€ 6,700	€ 10,000	€ 13,000	€ 18,000
Spain	€ 2,600	€ 3,800	€ 5,200	€ 7,200
Sweden	€ 2,200	€ 3,200	€ 4,100	€ 5,900
United Kingdom	€ 3,900	€ 6,000	€ 6,700	€ 10,000
Baltic Sea	€ 2,600	€ 4,000	€ 4,900	€ 7,200
Mediterranean Sea	€ 530	€ 760	€ 990	€ 1,400
North East Atlantic	€ 1,600	€ 2,400	€ 3,500	€ 4,800
North Sea	€ 5,100	€ 7,900	€ 9,500	€ 14,000

Πίνακας 34: Τιμή υπολογισμού SO<sub>2</sub>

**Table 11 – Marginal SO<sub>2</sub> damage (€) per tonne emission for 2010, with three sets of sensitivity analysis.**

PM mortality	VOLY - median	VSL - median	VOLY - mean	VSL - mean
O3 mortality	VOLY - median	VOLY - median	VOLY - mean	VOLY - mean
Health core?	Yes	Yes	Yes	Yes
Health sensitivity?	No	No	Yes	Yes
Crops	Yes	Yes	Yes	Yes
O3/health metric	<b>SOMO 35</b>	<b>SOMO 35</b>	<b>SOMO 0</b>	<b>SOMO 0</b>
Austria	€ 8,300	€ 13,000	€ 16,000	€ 24,000
Belgium	€ 11,000	€ 16,000	€ 21,000	€ 31,000
Cyprus	-	-	-	-
Czech Republic	€ 8,000	€ 12,000	€ 16,000	€ 23,000
Denmark	€ 5,200	€ 8,100	€ 10,000	€ 15,000
Estonia	€ 1,800	€ 2,800	€ 3,600	€ 5,200
Finland	€ 1,800	€ 2,700	€ 3,500	€ 5,100
France	€ 8,000	€ 12,000	€ 16,000	€ 23,000
Germany	€ 11,000	€ 17,000	€ 22,000	€ 32,000
Greece	€ 1,400	€ 2,100	€ 2,700	€ 4,000
Hungary	€ 4,800	€ 7,300	€ 9,400	€ 14,000
Ireland	€ 4,800	€ 7,500	€ 9,500	€ 14,000
Italy	€ 6,100	€ 9,300	€ 12,000	€ 18,000
Latvia	€ 2,000	€ 3,100	€ 3,900	€ 5,700
Lithuania	€ 2,400	€ 3,600	€ 4,700	€ 6,800
Luxembourg	€ 9,800	€ 15,000	€ 19,000	€ 28,000
Malta	€ 2,200	€ 3,300	€ 4,300	€ 6,200
Netherlands	€ 13,000	€ 21,000	€ 26,000	€ 39,000
Poland	€ 5,600	€ 8,600	€ 11,000	€ 16,000
Portugal	€ 3,500	€ 5,400	€ 6,900	€ 10,000
Slovakia	€ 4,900	€ 7,500	€ 9,600	€ 14,000
Slovenia	€ 6,200	€ 9,500	€ 12,000	€ 18,000
Spain	€ 4,300	€ 6,600	€ 8,400	€ 12,000
Sweden	€ 2,800	€ 4,300	€ 5,500	€ 8,100
United Kingdom	€ 6,600	€ 10,000	€ 13,000	€ 19,000
Baltic Sea	€ 3,700	€ 5,800	€ 7,400	€ 11,000
Mediterranean Sea	€ 2,000	€ 3,200	€ 4,000	€ 5,900
North East Atlantic	€ 2,200	€ 3,400	€ 4,300	€ 6,300
North Sea	€ 6,900	€ 11,000	€ 14,000	€ 20,000

Πίνακας 35: Τιμή υπολογισμού PM10

**Table 3-1:** Damage factors (€<sub>2003</sub>/kg) of emissions in EU-15 /European Commission 2004/

Emissions	Lower estimate	Damage factor	Upper estimate
SO <sub>2</sub>	0.937	3.750	7.499
NO <sub>x</sub>	0.804	3.214	6.429
<b>PM10</b>	20.141	<b>28.774</b>	37.406
NMVOc	1.196	1.196	1.196

### Πίνακας 36: Τιμή υπολογισμού άμεσων θέσεων εργασίας

**Table 7**  
Estimated economic values of employment benefits for the examined RES technologies (€/MWh).

	Wind		PV		Hydro		Geothermal		Biomass	
	Construction	Operation	Construction	Operation	Construction	Operation	Construction	Operation	Construction	Operation
Direct	0.55	0.63	2.12	0.78	0.49	0.88	0.17	0.28	0.71	2.70
Indirect	0.24	0.17	0.92	0.17	0.11	0.11	0.09	0.09	0.16	0.38
Induced	0.16	0.18	0.63	0.24	0.08	0.13	0.06	0.10	0.11	0.33
Total	0.95	0.99	3.67	1.18	0.68	1.13	0.32	0.47	0.98	3.42

### Πίνακας 37: Τιμή υπολογισμού εξωτερικού κόστους διάθεσης απορριμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α.

(Πηγή, Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Environmental External Costs from Power Generation by Renewable Energies Martin Braun.)

*Table 9.3 Summary of external costs for landfill disposal of waste in examples L1 and L2 (EURO/tonne waste disposed at landfill)*

<b>Example no.</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>
<b>Impact</b>		
Global warming <sup>1)</sup>	5 (1 – 14)	8 (2 – 23)
Damage from air pollution	0.1 (0.02 – 0.2)	0 (-)
Damage from leachate	0 (0 – 1)	1.5 (1 – 2)
Disamenity	10 (6 – 19)	10 (6 – 19)
<b>Total external costs</b>	<b>15</b> <b>(7 – 34)</b>	<b>20</b> <b>(9 – 44)</b>
Pollution displacement <sup>2)</sup>	-4 (-10 – -1)	0 (-)
<b>Net external costs</b>	<b>11</b> <b>(6 – 24)</b>	<b>20</b> <b>(9 – 44)</b>

**Πίνακας 38:** Παράδειγμα πίνακα υπολογισμού ταμειακών ροών στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Επένδυση	1.772.000,00 €																						
Εξοδα - Οφέλη	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	
από πώληση Η/Ε	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	381.474,78 €	
από πώληση λιπώματων	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
από ιδιοκαταστήματα	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Εξοδα - κέρδη	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	99.234,24 €	
κέρδη λειτουργίας	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	81.910,00 €	
Σημαντικό τίτλος	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	
Μικτό κέρδος	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	482.120,34 €	
Αποβλήματα	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	88.600,00 €	
Τέλη	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	30.320,80 €	
Καταβολή	337.702,34 €	341.238,00 €	345.023,00 €	348.071,38 €	351.404,20 €	355.039,77 €	362.988,84 €	369.307,10 €	373.983,88 €	380.062,17 €	386.363,80 €	393.520,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €	399.320,34 €
Φόροι	111.441,84 €	112.608,87 €	113.837,39 €	115.193,72 €	116.623,39 €	118.153,13 €	119.789,83 €	121.541,34 €	123.413,34 €	125.420,52 €	127.566,05 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €	129.861,78 €
Καθαρά κέρδη	228.280,70 €	228.630,13 €	231.185,41 €	233.878,17 €	236.780,82 €	239.888,65 €	243.209,89 €	246.785,76 €	250.570,34 €	254.641,83 €	259.997,74 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €	263.658,76 €
Ταμειακή ροή	-1.772.000,00 €	364.339,91 €	263.172,88 €	261.924,15 €	260.368,02 €	259.138,36 €	257.628,62 €	255.991,90 €	254.240,40 €	252.366,40 €	250.361,23 €	248.219,69 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €	252.238,76 €
προεξόφλησης	0,06 €																						
ΥΠΑ	1.323.038,03 €																						
ΣΕΑ	14%																						

**Πίνακας 39:** Παράδειγμα πίνακα υπολογισμού ταμειακών ροών στη χρηματοοικονομική ανάλυση.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Επένδυση	1.364.440,00 €																					
Εξοδα - Οφέλη	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €	720.409,01 €
από πώληση Η/Ε	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €	180.841,44 €
από πώληση λιπώματων	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
από ιδιοκαταστήματα	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Εξοδα - κέρδη	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €	17.444,24 €
κέρδη λειτουργίας	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €	148.312,11 €
Σημαντικό τίτλος	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €	9.487,22 €
Μικτό κέρδος	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €	364.320,00 €
Αποβλήματα	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €	66.995,12 €
Τέλη	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €
Καθαρά κέρδη	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €
Ταμειακή ροή	-1.364.440,00 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €	633.409,90 €
προεξόφλησης	0,03 €																					
ΥΠΑ	8.538.649,30 €																					
ΣΕΑ	42%																					

**Πίνακας 40:** Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας βάση του (Ν.4254/2014)

	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) χωρίς ενίσχυση (ΧΕ)	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) με ενίσχυση (ΜΕ)
1	Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος ≤5 MW	105	85
2	Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος > 5 MW	105	82
3	Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με	110	90

	<i>χερσαίες εγκαταστάσεις στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά</i>		
4	<i>Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ <math>\leq 1</math> MWe</i>	105	85
5	<i>Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1 MWe έως και 5 MWe</i>	105	83
6	<i>Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 5 MWe έως και 15 MWe</i>	100	80
7	<i>Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής χωρίς σύστημα αποθήκευσης</i>	260	200
8	<i>Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο</i>	280	220
9	<i>Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)</i>	143	130
10	<i>Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)</i>	110	100

11	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	198	180
12	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)	170	155
13	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $>5\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	148	135
14	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 ιλύ/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 2\text{MW}$	131	114
15	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 ιλύ/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $>2\text{MW}$	108	94



16	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιεργειών, ενσιρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 3\text{MW}$	230	209
17	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιεργειών, ενσιρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 3\text{MW}$	209	190
18	Λοιπές Α.Π.Ε. εκτός Φωτοβολταϊκών (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων μη εντασσόμενων σε άλλη κατηγορία του πίνακα, που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	90	80
19	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1\text{ MW}$ για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστρόβιλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	88 + ΠΤ	76 + ΠΤ
20	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1\text{ MW}$ λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της	92 + ΠΤ	80 + ΠΤ

	Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)		
21	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος >1 MW και ≤ 5 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστρόβιλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420))	80 + ΠΤ	70 + ΠΤ
22	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου >1 MW και ≤ 5 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	84 + ΠΤ	74 + ΠΤ
23	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου >5 MW και ≤ 10 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστρόβιλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	74 + ΠΤ	65 + ΠΤ
24	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου >5 MW και ≤ 10 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	78 + ΠΤ	70 + ΠΤ
25	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου > 10 MW και ≤ 35 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστρόβιλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	68 + ΠΤ	62 + ΠΤ
26	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου > 10 MW και ≤ 35 MW λοιπών κατηγοριών του	72 + ΠΤ	66 + ΠΤ

	άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5- ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)		
27	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου > 35 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστρόβιλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	61 + ΠΤ	57 + ΠΤ
28	ΣΗΘΥΑ με χρήση Φυσικού Αερίου > 35 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	65 + ΠΤ	60 + ΠΤ
29	Λοιπές ΣΗΘΥΑ που συνδέονται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα	85	80
30	Λοιπές ΣΗΘΥΑ που συνδέονται στο δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών	95	90

Οι κατηγορίες «με ενίσχυση» (ΜΕ) και «χωρίς ενίσχυση» (ΧΕ) του ανωτέρω πίνακα Α έχουν ως ακολούθως:

«Με ενίσχυση» (ΜΕ): Για την υλοποίηση της επένδυσης γίνεται χρήση δημόσιας ενίσχυσης, και συγκεκριμένα χρήση άμεσης ενίσχυσης (επιχορήγηση) ή ισοδύναμης ενίσχυσης με άλλα μέσα (αφορολόγητα αποθεματικά, απαλλαγή από φόρο εισοδήματος, επιδότηση επιτοκίου) σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20% επί του κόστους της επένδυσης όπως αυτό έχει διαμορφωθεί έως την ημερομηνία έναρξης της δοκιμαστικής λειτουργίας του σταθμού ή ενεργοποίησης της σύνδεσής του, κατά περίπτωση, και αποτυπώνεται στο λογιστικό σύστημα και τις λογιστικές καταστάσεις του παραγωγού.