

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

**ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**



Επιβλέπων Καθηγητής : Θ. Μαυριδάκης

Σπουδάστρια : Τσουβάκα Στεργιανή



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	2
Περίληψη.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	7
1.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	15
1.4 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.....	16
1.5 Κοινωνικό κόστος.....	17
1.6 Ενεργειακά κέντρα στην Ελλάδα	20
1.6.1 Περιφερειακά Ενεργειακά Κέντρα (ΠΕΚ)	21
1.6.2 Τρόποι παρέμβασης των ΠΕΚ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	23
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ,ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	23
2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Οικονομική ανάπτυξη και ενέργεια	23
2.3 Ενεργειακή Πολιτική και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας.....	27
2.4 Ενέργεια και περιβάλλον	30
2.5 Ροή ενέργειας στο οικοσύστημα	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	35



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	35
3.1 Εισαγωγή	35
3.2 Μεθοδολογία οικονομικής αξιολόγησης.....	35
3.2.1 Ορισμοί βασικών οικονομικών παραμέτρων	36
3.2.2 Οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης	40
3.2.3 Αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο ιδιώτη επενδυτή.....	43
3.3 Ανάπτυξη επιχειρηματικής δραστηριότητας υπό το ισχύον θεσμικό καθεστώς ..	49
3.3.1 Βασικοί άξονες του θεσμικού πλαισίου	50
3.3.2 Αξιολόγηση του θεσμικού πλαισίου.....	54
3.3.3 Σκοπιμότητα επενδύσεων από την άποψη του παραγωγού.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	58
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	58
4.1 Εισαγωγή	58
4.2 Παρούσα αξία χρήματος	59
4.3 Χρόνος απόσβεσης.....	61
4.4 Εκροές και εισροές συστημάτων Α.Π.Ε.	63
4.4.1 Κόστος δανειοδότησης	63
4.4.2 Διαχρονικό κόστος	64
4.4.3 Ετήσιο οικονομικό όφελος.....	64
4.5 Κριτήρια επενδύσεων	65

4.5.1 Κριτήριο καθαρής παρούσας αξίας	65
4.5.2 Κριτήριο εσωτερικού συντελεστή απόσβεσης/απόδοσης	66
4.5.3 Κριτήριο περιόδου επανάκτησης κεφαλαίου	67
4.6 Κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	73
ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ.....	73
5.1 Νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	73
Βιβλιογραφία.....	77

Περίληψη

Η κάλυψη των καθημερινών ενεργειακών αναγκών προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά, από συμβατικές πηγές ενέργειας, δηλαδή το πετρέλαιο, τη βενζίνη και τον άνθρακα. Ο ηλεκτρισμός που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις πηγές αυτές, οι οποίες, παρόλη τη σπουδαία συνεισφορά τους, ρυπαίνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον και εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς.

Αντιθέτως, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, οι οργανικές ύλες, όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας, που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Εξάλλου, η αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών μας αναγκών, συνεισφέροντας στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα, στην ελάττωση του φαινομένου του Θερμοκηπίου, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη των αποκεντρωμένων περιοχών.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, παρουσιάζονται οι μορφές και τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ στην Ελλάδα.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται καταγραφή της επιχειρηματικής δραστηριότητας στη χώρα μας. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση των ενεργειακών συστημάτων και ειδικότερα των μονάδων ΑΠΕ (παρούσα αξία χρήματος, χρόνος απόσβεσης, κόστος δανειοδότησης, κριτήρια επενδύσεων κ.λ.π.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Η εντατική χρήση των ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και της πυρηνικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια, ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας και τα οποία έχουν άμεσο αντίκτυπο στις κλιματικές συνθήκες και γενικά στις συνθήκες ζωής πάνω στον πλανήτη. Είναι φανερό ότι οι ενεργειακές ανάγκες συνεχώς θα αυξάνονται, αφού ο πληθυσμός της γης αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου πολλαπλασιάζει τις δραστηριότητές του, οι οποίες τελικά απαιτούν κατανάλωση ενέργειας. Η ανθρωπότητα καλείται να απαντήσει στο βασικό ερώτημα, αν θα συνεχίσει να καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες κυρίως με τα ορυκτά καύσιμα (μέχρι αυτά να εξαντληθούν) με την επακόλουθη περιβαλλοντική επιβάρυνση ή θα αναζητήσει σύντομα άλλες λύσεις.

Η μόνη απάντηση που προς το παρόν διαφαίνεται ότι θα περιορίσει δραστικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.). Αν και η τεχνολογία έχει κάνει σημαντικά βήματα προς τον τομέα αυτό, η εφαρμογή των Α.Π.Ε. βρίσκεται σε αρχικό ακόμη στάδιο. Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας, που αποτελούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, μπορούν και πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες ώστε να συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη, εφόσον είναι ανανεώσιμες και ρυπαίνουν ελάχιστα ή καθόλου. Στη χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης αυτών των πηγών ενέργειας, γιατί και σημαντική ηλιοφάνεια έχουμε και αιολικό δυναμικό υπάρχει, ιδιαίτερα στα νησιά, αλλά και υδάτινο δυναμικό στις ορεινές περιοχές.

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και ενέργεια βιομάζας έχουν τη μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτές οι «φιλικές προς το περιβάλλον» πηγές ενέργειας δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με τη

χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με άνθρακα παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φτηνή μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή τοξικών αερίων. Αυτά τα τοξικά αέρια, διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου, σε συνδυασμό με το νερό της βροχής δημιουργούν την όξινη βροχή και συμβάλλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος είναι μια αστείρευτη πηγή ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι βασικός παράγοντας κάθε μορφής ζωής στον πλανήτη γη. Η ενέργεια της ακτινοβολίας του ηλίου, η οποία προσπίπτει στην γη ισοδυναμεί κατά μέσο όρο με $1,5 \times 10^{18}$ kWh ετησίως. Από αυτή την ενέργεια το 30% περίπου ανακλάται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της γης, ενώ το 47% περίπου φθάνει μέχρι την επιφάνεια της γης.

Το 23% περίπου συμβάλλει στη δημιουργία των ανέμων, των κυμάτων και γενικά ρυθμίζει το κλίμα της γης. Οι ωκεανοί απορροφούν το 33% της ενέργειας που φθάνει στην επιφάνεια της γης και η στεριά απορροφά το 14%. Το 0,2% της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιείται από τα ρεύματα των ανέμων και των θαλασσών. Το 0,1% της ηλιακής ενέργειας απορροφάται από τα φυτά. Το μικρό αυτό ποσοστό της ενέργειας συνέβαλλε στο πέρασμα του χρόνου στη δημιουργία των συμβατικών καυσίμων της γης. Ηλιακή επιφάνεια 22 m^2 δίνει ισχύ ίση με ένα πυρηνικό σταθμό ονομαστικής ισχύος 1300 MW. Η μέση τιμή της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στα όρια της γήινης ατμόσφαιρας είναι περίπου 1395 W/m^2 . Η τιμή αυτή είναι γνωστή σαν ηλιακή σταθερά.

Η ηλιακή ενέργεια φθάνει στη γη σε μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ήλιου, η οποία είναι περίπου 6000 K. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης μπορεί να είναι άμεση ή διάχυτη. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι εκείνη, που φθάνει στην επιφάνεια της γης διαδιδόμενη ευθύγραμμα και ακολουθώντας τις αρχές της γεωμετρικής οπτικής. Διάχυτη

ηλιακή ακτινοβολία είναι εκείνη, που φθάνει στην επιφάνεια της γης από διαφορετικές κατευθύνσεις από τον ουράνιο θόλο.

Το άθροισμα των παραπάνω ηλιακών ακτινοβολιών αποτελεί την ολική ηλιακή ακτινοβολία, που φθάνει στην επιφάνεια της γης. Η μεταβολή της έντασης της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και της ποσοστιαίας σύνθεσης της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας είναι στοχαστική συνάρτηση των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες μεταβάλλονται ευρέως και συνεχώς στις διάφορες εποχές του χρόνου. Όταν η ατμόσφαιρα της γης είναι καθαρή, τότε ένα μεγάλο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας προέρχεται από μια στενή ζώνη γύρω από τον ηλιακό δίσκο και είναι δυνατόν η διεύθυνσή της να προσεγγιστεί με τη διεύθυνση της άμεσης ακτινοβολίας. Όταν όμως η ατμόσφαιρα της γης είναι καλυμμένη με σύννεφα, τότε μπορεί να θεωρηθεί, ότι η παραπάνω ακτινοβολία προέρχεται από μια διεύθυνση 600 περίπου. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, οι χρονικές εποχές και το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου επηρεάζουν τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στις διάφορες περιοχές της γης. Για να αξιοποιηθούν σημαντικές ποσότητες ηλιακής ενέργειας απαιτούνται δαπανηρές εγκαταστάσεις.

Επίσης η αιολική ενέργεια δεν είναι διαθέσιμη κάθε χρονική στιγμή, ενώ οι σχετικές εγκαταστάσεις απαιτούν μικρό λειτουργικό κόστος με μηδενική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Οι σπουδαιότερες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας είναι:

- Θέρμανση και ψύξη χώρων,
- Θέρμανση νερού χρήσης,
- Άντληση νερού,
- Αφαλάτωση νερού,
- Γεωργικές εφαρμογές (π.χ. θερμοκήπια, ξήρανση προϊόντων κ.λ.π.),
- Βιολογικός καθαρισμός,
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- Ηλιακές λίμνες.

Η δέσμευση και μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας γίνεται:

- Με φωτοχημικές ή φωτοσυνθετικές διαδικασίες, όπου η ηλιακή ενέργεια υποβοηθά ή επιταχύνει χημικές αντιδράσεις.
- Με φωτοηλεκτρικές εφαρμογές που μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ή μηχανική. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά στοιχεία και στη δεύτερη συγκεντρωτικοί συλλέκτες με ατμογεννήτριες.

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα διακρίνονται έναντι των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βάση των ακόλουθων χαρακτηριστικών τους:

- Άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος,
- Δυνατότητα σταδιακής υλοποίησης του συστήματος,
- Μηδενικές εκπομπές ρύπων,
- Αθόρυβη λειτουργία,
- Ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης,
- Μεγάλη αξιοπιστία,
- Μεγάλη διάρκεια ζωής,
- Αποδεκτή αισθητική παρουσία.

Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να αξιοποιηθούν σε πλήθος ηλεκτρικών εφαρμογών, ενώ καλύπτουν μία ευρεία περιοχή ισχύος, ανάλογα με το μέγεθος της εκάστοτε εγκατάστασης. Τα Φ/Β διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- 1) Τα απομονωμένα (stand alone)
- 2) Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο (grid connected)

Τα απομονωμένα Φ/Β συστήματα είναι δυνατό να λειτουργούν είτε απόλυτα ως αυτόνομα είτε ως υβριδικά, σε συνεργασία με άλλες συμβατικές ή μη πηγές. Βασικό κριτήριο για

τον προσδιορισμό της επιθυμητής εγκατάστασης ΦΒ συστήματος αποτελεί η μερική ή η πλήρης απαίτηση κάλυψης του φορτίου.

Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκάλλει τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη, που αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Σήμερα, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) κατατάσσονται σύμφωνα με βασικό κριτήριο την συνάρτηση παραγόμενης ισχύος και ταχύτητας ανέμου στις ακόλουθες δύο κατηγορίες:

- 1) Σταθερής Ταχύτητας – Σταθερής Συχνότητας
- 2) Μεταβλητής Ταχύτητας – Σταθερής Συχνότητας

Η παραγωγή τάσεως με σταθερή συχνότητα επιβάλλεται στην περίπτωση παράλληλης λειτουργίας της αιολικής μηχανής ή του αιολικού πάρκου με το ηλεκτρικό δίκτυο (σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας). Ακόμα όμως και στην περίπτωση αυτόνομης λειτουργίας, η Α/Γ θα πρέπει να διατηρεί την συχνότητα της εξόδου της σχετικά σταθερή και μέσα σε συγκεκριμένα όρια τιμών (± 1 Hz). Συνεπώς, θεωρείται δεδομένη η γενική απαίτηση για όσο το δυνατόν σταθερή συχνότητα.

Οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Ασύγχρονες Γεννήτριες, όπου η συχνότητα της παραγόμενης τάσης δεν είναι ακριβώς ανάλογη των στροφών, αλλά αυξάνεται (σε μικρό σχετικά ποσοστό) ανάλογα με το φορτίο, γεγονός το οποίο ορίζεται ως ολίσθηση.
- Σύγχρονες Γεννήτριες, όπου η συχνότητα της παραγόμενης τάσης είναι ακριβώς ανάλογη των στροφών του άξονα τους.

Συνεπώς, η απευθείας σύνδεση της ανεμογεννήτριας ή του αιολικού πάρκου με το ηλεκτρικό δίκτυο, προϋποθέτει σταθερότητα των στροφών των Α/Γ. Οι ανεμογεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας (μεταβλητών στροφών) είναι σε θέση να ελέγξουν μηχανικά τις στροφές τους μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων, αν και είναι περισσότερο αποδοτικό και αξιόπιστο, ο έλεγχος να πραγματοποιείται με κατάλληλη διαμόρφωση του ηλεκτρικού σήματος.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε μεγάλη και μικρή κλίμακας. Η μικρή κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφέρει σημαντικά από τη μεγάλη κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για τη συγκέντρωση νερού περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα. Τα μικρής κλίμακας συστήματα τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια και έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον οικοσύστημα. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 10 MW σε μέγεθος χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές.

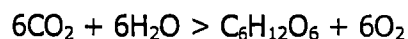
Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ να περιστρέψει τουρμπίνες, δημιουργώντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Διαφορετικά από ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Βιοχημική Ενέργεια - Βιομάζα

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου όπως π.χ. το σόργο του σακχαρούχου, το καλάμι, η αγριαγκινάρα, ο ευκάλυπτος, ο ηλίανθος κ.ά. (ενεργειακές καλλιέργειες).
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα κ.ά.
- Τα υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία παραγωγικών μονάδων, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά..
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και απορριμμάτων.

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών, χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης οφείλεται στο ηλιακό φως που απορροφάται από την χλωροφύλλη στους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων και μετατρέπεται σε χημική, ενώ παράλληλα τα φυτά προσλαμβάνουν από τον αέρα διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και από το έδαφος νερό στο οποίο βρίσκονται διαλυμένα διάφορα άλατα και ιχνοστοιχεία. Κατόπιν η παγιδευμένη ενέργεια από τον ήλιο χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει μια πολύπλοκη σειρά χημικών αντιδράσεων που το τελικό τους προϊόν είναι σάκχαρα και οξυγόνο. Η διαδικασία αυτή (φωτοσύνθεση) περιγράφεται από τη χημική αντίδραση:



Από τη στιγμή που η βιομάζα έχει σχηματιστεί με τη διεργασία που προαναφέρθηκε, αποτελεί μια αξιοποιήσιμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Σαν πρώτη ύλη η βιομάζα περιέχει σημαντική υγρασία που κυμαίνεται από 8-60% για τα κατάλοιπα των φυτικών

καλλιεργειών και τη ξυλεία, ξεπερνώντας το 75% για τα ζωικά απόβλητα και τους υδατάνθρακες. Μια σύγκριση με το γαιάνθρακα (2-30% υγρασία) και το λιγνίτη (συχνά πάνω από 35%) δείχνει ότι η πυκνότητα ενέργειας της βιομάζας είναι σαφώς μικρότερη (5×10^3 KWh/τόνο στερεής βιομάζας) από τα συμβατικά καύσιμα (6×10^3 KWh/τόνο για τον λιγνίτη και 10×10^3 KWh/τόνο για τον άνθρακα). Ως εκ τούτου η εκμετάλλευση για την παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρισμός, θερμότητα, υγρά, αέρια και στερεά καύσιμα) εμφανίζεται περισσότερο συμφέρουσα σε τοπική βάση.

Η μέγιστη απόδοση στην παραγωγή της βιομάζας επιτυγχάνεται αν έχουμε:

- Συνεχή παραγωγή σε μια θέση για όλο το χρόνο.
- Η φωτοσύνθεση δεν θα επηρεασθεί από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα ή ξηρασία το καλοκαίρι.
- Επαρκή τροφικό εμπλουτισμό του εδάφους.
- Δεν υπάρχουν απώλειες που συνδέονται με φυτοπαθολογικές ασθένειες.

Γεωθερμική ενέργεια

Βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης το θερμό μάγμα ζεσταίνει το νερό και ο ατμός που παράγεται χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Οι γεωθερμικές πηγές διαφέρουν στη θερμοκρασία. Πηγές χαμηλής ή μέτριας θερμοκρασίας ($50\text{ }^{\circ}\text{C} - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$) χρησιμοποιούνται για να παρέχουν άμεσα θερμότητα στα σπίτια και στις βιομηχανίες, ενώ οι υψηλής θερμοκρασίας (πάνω από $150\text{ }^{\circ}\text{C}$) γεωθερμικές πηγές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι πολύ οικονομικές και έχουν πολύ μικρή αρνητική επίδραση στο περιβάλλον καθώς παράγουν μόνο το $1/6$ του διοξειδίου του άνθρακα από ότι θα παρήγαγε μια μονάδα που λειτουργεί με φυσικό αέριο.

Κινητική ενέργεια κυμάτων

Η ενέργεια των κυμάτων δεν επηρεάζεται από βραχυπρόθεσμες τοπικές κλιματικές επιδράσεις, καθώς οι ωριαίες και ημερήσιες διακυμάνσεις της είναι χαμηλότερες απ' αυτές της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Τα θαλάσσια κύματα μπορούν να αποδώσουν ενεργειακή ισχύ ανώτερη των 2 TW σε παγκόσμιο επίπεδο. Σημαντικό χαρακτηριστικό

των θαλάσσιων κυμάτων αποτελεί η υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα, η οποία είναι και η υψηλότερη όλων των υπόλοιπων ΑΠΕ. Η ενέργεια του κύματος είναι ευθέως ανάλογη του τετραγώνου του εύρους και της περιόδου της κίνησής του. Μακράς περιόδου (> 7-10 s) και μεγάλου εύρους (> 2 m) κύματα έχουν ενεργειακές εκροές που υπερβαίνουν τα 40-50 KW ανά μέτρο εύρους μετώπου κύματος. Στις ευρωπαϊκές ακτές της Μεσογείου η συνολική ετήσια ισχύς της κυματικής ενέργειας φθάνει τα 30 GW, με τις υψηλότερες τιμές των 13 KW/m μήκους κορυφής κύματος να εντοπίζονται στην περιοχή του νοτιοδυτικού Αιγαίου. Η οικονομικά αποδοτική απόσπαση ενέργειας από τη θάλασσα, όμως, αποτελεί μια αρκετά δύσκολη τεχνολογικά δοκιμασία, γι' αυτό πολλές χώρες δίνουν ήδη μεγάλη έμφαση στη σχετική έρευνα και ανάπτυξη (R&D).

Όπως ισχύει και για τις υπόλοιπες ΑΠΕ, η διαθεσιμότητα της κυματικής ενέργειας και η διακύμανσή της είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες που πρέπει αρχικά να καθοριστούν. Οι μηχανισμοί μετατροπής κυματικής ενέργειας εντάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: στους σταθερούς και στους πλωτούς. Οι σταθεροί μηχανισμοί ή μηχανισμοί ακτογραμμής (fixed or shoreline devices) εγκαθίστανται είτε στο βυθό είτε στην ακτή και βασικό τους πλεονέκτημα έναντι των πλωτών είναι η εύκολη εγκατάσταση και συντήρησή τους. Εν δυνάμει περιορισμό τους μπορεί να αποτελέσει η προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της παράκτιας γεωλογίας, της διατήρησης του τοπίου των ακτών και ιδιαίτερα, όσον αφορά τα κράτη - μέλη της Ε.Ε., η συμμόρφωσή τους προς τα σχέδια διαχείρισης (χρήσεις γης, οικονομικές αναλύσεις, επιπτώσεις ανθρώπινων δραστηριοτήτων, προγράμματα μέτρων κ.ά.) που επιβάλλει η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 για την προστασία -εκτός των επιφανειακών, υπόγειων, μεταβατικών- και των παράκτιων υδάτων.

Οι πλωτοί μηχανισμοί μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική μέσω της αρμονικής κίνησης (ανύψωσης και πτώσης συγχρόνως με την κίνηση του κύματος) του επιπλέοντος τμήματός τους.

Παλιρροϊκή ενέργεια

Ενώ η κυματική ενέργεια προκαλείται από τον άνεμο, οι παλίρροιες είναι το αποτέλεσμα της βαρυτικής έλξης της Σελήνης, τροποποιημένης απ' αυτήν του Ήλιου. Το παλιρροϊκό ύψος επηρεάζεται και από την παροχτευτική ικανότητα των σημείων εκβολής, ενώ η ενέργεια που μπορεί να αποσπασθεί είναι ανάλογη της περιοχής του νερού που

παγιδεύεται, της μάζας του και της απόστασης που αυτό διανύει από την υψηλή (πλημμυρίδα) στη χαμηλή παλίρροια (άμπωτης). Έτσι, εκβολές μεγάλου μήκους αποδίδουν μεγαλύτερη παλιρροϊκή ενέργεια. Τα παλιρροϊκά φράγματα (tidal barrages) δεν λειτουργούν συνεχώς, αφού σε καθημερινή βάση σημειώνονται μόνο δύο παλιρροϊκά φαινόμενα κατά τόπο. Η βασική τεχνολογία ενεργειακής μετατροπής που εφαρμόζεται είναι παρόμοια μ' αυτή των υδροηλεκτρικών φραγμάτων. Σε αντίθεση με τα τελευταία, όμως, τα παλιρροϊκά φράγματα δεν απαιτούν τη δέσμευση και καταβύθιση μεγάλων εκτάσεων γης, αν και έχουν εκφραστεί αντιρρήσεις από περιβαλλοντολόγους σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις τους σε τοπικά οικοσυστήματα λόγω της αλλαγής που προκαλούν στην παλιρροϊκή έκταση.

Αντί της κατασκευής μεγάλων και περιβαλλοντικά μη φιλικών παλιρροϊκών φραγμάτων, υπάρχει και η εναλλακτική τεχνολογική λύση της χρήσης βυθισμένων μηχανισμών, που μοιάζουν με ανεμογεννήτριες και εκμεταλλεύονται τα γρήγορα παλιρροϊκά ρεύματα σε κανάλια κοντά σε παράκτιες περιοχές. Μία παλιρροϊκή γεννήτρια (Π/Γ, tidal turbine) εκμεταλλεύεται τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια ανά m^2 ή στροφέιο από μια ανεμογεννήτρια, λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας των παλιρροϊκών ρευμάτων.

1.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα

χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.

- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ διατίθενται σε μικρά μεγέθη και έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας, με επαναλαμβανόμενα συστήματα σε πολλές περιπτώσεις.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

1.4 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η αξιοποίηση των ΑΠΕ μέχρι σήμερα είναι πολύ μικρή και σε μερικές περιπτώσεις ανύπαρκτη. Και αυτό παρότι η Ελλάδα είναι χώρα ιδιαίτερα προικισμένη με όλες σχεδόν τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ηλιοφάνεια στη χώρα μας είναι η μεγαλύτερη στην Ευρώπη, ισχυροί άνεμοι επικρατούν στα νησιά του Αιγαίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ έχει αξιόλογο γεωθερμικό και υδροδυναμικό δυναμικό, καθώς και δυναμικό βιομάζας. Από μελέτες που έχουν γίνει για τον προσδιορισμό του δυναμικού της χώρας σε ΑΠΕ προκύπτει ότι με συντηρητικές εκτιμήσεις το συνολικό δυναμικό είναι περίπου 20 φορές μεγαλύτερο από αυτό που εκμεταλλεύεται σήμερα. Συγκεκριμένα:

- Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση νερού θα μπορούσε να τριπλασιαστεί.

- Η αιολική ενέργεια μπορεί να συνεισφέρει το 20% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το έτος 2010 ανταγωνιζόμενη οικονομικά τις συμβατικές πηγές.
- Το δυναμικό της γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας από τα ήδη γνωστά πεδία ανέρχεται σε 600-800 MW.
- Το τεχνοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των μικρών υδροηλεκτρικών έργων θα μπορούσε να δώσει 6000 GWh/έτος.
- Το 50% της διαθέσιμης κάθε χρόνο ποσότητας δασικών και γεωργικών υπολειμμάτων έχει δυναμικό ίσο με 2 ΜΤΙΠ (εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου).
- Επίσης από τα 10 εκατ. στρέμματα περιθωριακής γης που μένουν ακαλλιέργητα, μπορεί να παραχθεί εύκολα με ενεργειακές καλλιέργειες βιομάζα δυναμικού ίσου τουλάχιστον με 8 ΜΤΙΠ.
- Εάν το 10% των κατοίκων εφαρμόσουν παθητικά ηλιακά συστήματα, είναι δυνατόν να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας (από τη θέρμανση) της τάξης του 0.5% της πρωτογενούς ηλεκτρικής κατανάλωσης.

1.5 Κοινωνικό κόστος

Η δημιουργία της αγοράς των νέων τεχνολογιών που βασίζονται στους ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους, όπως η αιολική ενέργεια και η ηλιακή ενέργεια, εξαρτάται κυρίως από την αγοραία τιμή της προσφερόμενης ενέργειας από αυτές τις νέες τεχνολογίες. Η χρήση κάθε τεχνολογίας για παραγωγή ενέργειας συνοδεύεται από κάποιο κοινωνικό κόστος, δηλαδή το κόστος που επιβαρύνει την κοινωνία ολόκληρη από την εκμετάλλευση ενός φυσικού πόρου ή μιας πηγής ανανεώσιμης ενέργειας. Μέσα από τον ανταγωνισμό των συμβατικών και των νέων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας μπορεί να επιτύχουμε μείωση του κοινωνικού κόστους. Βέβαια, η επικράτηση της εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που σήμερα καλύπτουν ένα μικρό μέρος της αγοράς ενέργειας, θα επιφέρει σημαντική μείωση του κοινωνικού κόστους. Είναι παγκόσμια γνωστό και επιθυμητό ότι μπαίνουμε στην περίοδο που η ηλιακή και αιολική ενέργεια θα αποτελέσουν τις κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για αρκετό χρονικό

διάστημα. Είναι σκόπιμο να αναλυθεί το κοινωνικό κόστος των συμβατικών τεχνολογιών ηλεκτρικής παραγωγής με εκείνο των νέων τεχνολογιών αιολικής και ηλιακής ενέργειας και η επίδραση του στην αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού. Ο μη συνυπολογισμός του κοινωνικού κόστους στην αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού οδηγεί σε χαμηλού κόστους επενδύσεις, αλλά με υπερβολικό κόστος για την κοινωνία. Στην περίπτωση αυτή η πολιτεία πρέπει να παρεμβαίνει και να επιβάλλει το κοινωνικό κόστος σαν στοιχείο απαραίτητο για την αξιολόγηση μιας επένδυσης για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Επίσης μπορεί να επιβάλλει μεγαλύτερους φόρους στα ενεργειακά συστήματα με υψηλό κοινωνικό κόστος ή να παρέχει επιδοτήσεις και να επιβάλλει χαμηλή φορολογία στα συστήματα με χαμηλό κοινωνικό κόστος. Σε μία ανταγωνιστική οικονομία το βασικό πρόβλημα της κατανομής των σπανίων φυσικών πόρων μπορεί να λυθεί με το μηχανισμό της αγοράς που βασίζεται στις αγοραίες τιμές των πόρων. Για να λειτουργήσει σωστά αυτή η διαδικασία κατανομής πρέπει η αγοραία τιμή να απαρτίζεται από όλα τα είδη κόστους που βαρύνουν την παραγωγή. Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία των επιχειρήσεων (μικρο-οικονομικά) θα μπορούσε να οδηγήσει σε ένα άριστο σημείο την διαδικασία κατανομής για την κοινωνία (μακρο-οικονομικά). Εάν κάποιο κόστος της παραγωγικής διαδικασίας δεν περιλαμβάνεται στην αγοραία τιμή, διότι ίσως να επιβαρύνουν τρίτους εκτός των καταναλωτών και των παραγωγών (εξωτερικό ή κοινωνικό κόστος) (external or social cost), τότε ο μηχανισμός της αγοράς δεν μπορεί να εξασφαλίσει μια άριστη μακροοικονομική κατανομή.

Αυτή η άριση κατανομή επιφέρει επιβεβαιωμένη απώλεια για την κοινωνία. Τυπικά το κόστος περνάει σε τρίτους και περιλαμβάνει περιβαντολλογικό κόστος (π.χ καταστροφή δασών), κόστος υγείας, κόστος περιοδικής ανισοκατανομής των εξαντλούμενων πόρων και κόστος από τις επιδοτήσεις για έρευνα και ανάπτυξη (R&D). Η ηλεκτρική ενέργεια εμφανίζει κατάλοιπα ή πυρηνικά απόβλητα και για αυτό το λόγο περιλαμβάνει αξιόλογο εξωτερικό κόστος σε αντίθεση με την χρήση των ανανεώσιμων πόρων που επιφέρει μικρότερα εξωτερικά κόστη. Ένα βασικό ερώτημα είναι πόσο μεγάλη διαφορά υπάρχει μεταξύ του προτεινόμενου ή εξωτερικού κόστους (ή κέρδους) από την χρήση των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων και αυτού που επέρχεται από την συμβατική ηλεκτρική παραγωγή. Ο προσδιορισμός του εξωτερικού κόστους από την εκμετάλλευση μιας πηγής ενέργειας είναι πολύ δύσκολος αν όχι ανέφικτος σε κάποιες περιπτώσεις. Ιδιαίτερα αυτό

συμβαίνει όταν αφορά την υγεία και την καταστροφή περιβάλλοντος. Παρ' όλα αυτά μπορεί να συγκριθεί ένα εκτιμώμενο ελάχιστο καθαρό εξωτερικό κόστος συμβατικής ηλεκτρικής παραγωγής με αυτό που προέρχεται από αιολική και φωτοβολταϊκή ηλιακή ενέργεια. Η πλήρη νομισματοποίηση του κόστους δεν βοηθάει τόσο όσο η γνώση ενός ελάχιστου καθαρού εξωτερικού κόστους (κατώτερος πιθανός πραγματικός δείκτης) η οποία μπορεί να εκτιμηθεί για να βελτιωθεί μια διαδικασία κατανομής που δεν υπολογίζει το κοινωνικό κόστος στο σύνολο του. Για να εξετασθεί το εξωτερικό κόστος πρέπει να δεχθούμε ότι το εξωτερικό κόστος ενός συστήματος που χρησιμοποιεί πηγές ανανεώσιμης ενέργειας είναι κατώτερο από αυτό του συστήματος που χρησιμοποιεί συμβατικές πηγές ενέργειας. Έτσι αν και προτείνονται πάντα διορθωτικά μέσα μπορεί αυτά να μην είναι άριστα. Αν και η ποσοτική και νομισματική ανάλυση δεν είναι άμεσα εφαρμόσιμη, η γενική προσέγγιση ισχύει για κάθε οικονομία που λειτουργεί με το σύστημα της αγοράς. Για τον υπολογισμό των εξωτερικών αποτελεσμάτων των ενεργειακών συστημάτων υπάρχουν τρεις περιοχές που συνήθως λαμβάνονται υπόψη:

- 1) Περιβαντολογικά αποτελέσματα που περιλαμβάνουν τις επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία,
- 2) Γενικά οικονομικά αποτελέσματα, όπως αλλαγές στην απασχόληση και στην προστιθέμενη αξία και
- 3) Επιδοτήσεις (subsidies) που πληρώνονται από την πολιτεία άμεσα ή έμμεσα σαν κρατική μέριμνα στο συγκεκριμένο είδος ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων και των δαπανών για την έρευνα και ανάπτυξη των ενεργειακών τεχνολογιών.

Υπάρχουν βέβαια και κάποια αποτελέσματα ή επιδράσεις που δεν μπορούν να εκτιμηθούν νομισματικά ή ποσοτικά , όπως:

- Το ψυχολογικό κοινωνικό κόστος σοβαρών παθήσεων ή θανάτων, όπως παράλληλα και το κόστος του συστήματος νοσοκομειακής περίθαλψης,
- Το κόστος των κλιματικών αλλαγών,
- Ο περιβαντολογικός κίνδυνος της τακτικής λειτουργίας των εργοστασίων πυρηνικής ενέργειας κλπ..

Σύμφωνα με την έρευνα τα εξωτερικά αποτελέσματα για την παραγωγή 1 kWh ηλεκτρισμού με συμβατικά ενεργειακά συστήματα βασιζόμενων σε ορυκτά καύσιμα κυμαίνεται από 0.04 έως 0.09 DM82/kWh. Για ηλεκτρισμό που παράγεται από πυρηνικούς αντιδραστήρες το εξωτερικό κόστος κυμαίνεται από 0.1 έως 0.2 DM82/kWh . Μία μέση εκτίμηση γι' αυτό το ακαθάριστο εξωτερικό κόστος στην Δ.Γερμανία το 1981 βρέθηκε από 0.05 έως 0.12 DM82/kWh παραγόμενου ηλεκτρισμού γενικά.

Για παραγωγή ηλεκτρισμού από την αιολική ενέργεια, θεωρούμενου του εξωτερικού κόστους της παρούσας ηλεκτρικής παραγωγής σαν διαφυγόν κέρδος , το εξωτερικό κέρδος κυμαίνεται από 0.06 έως 0.12 DM82/kWh , σαν ελάχιστη εκτίμηση.

Για παραγωγή ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια με φωτοβολταϊκά το εξωτερικό κέρδος κυμαίνεται από 0.07 έως 0.17 DM82/kWh σαν εκτίμηση ενός επιπέδου ελάχιστου εξωτερικού καθαρού κέρδους.

Τα πραγματικά εξωτερικά κέρδη είναι υψηλότερα από τα εκτιμώμενα ελάχιστα. Είναι κοινά παραδεκτό ότι ακόμα και με μια μονομερή εξέταση των εξωτερικών αποτελεσμάτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού, που βασίζεται σ' αυτές είναι τουλάχιστον ίδια σήμερα με αυτή των συμβατικών πηγών ενέργειας. Η πολιτική των εξωτερικών αποτελεσμάτων έχει σημαντική επίδραση στην διαδικασία διανομής και την τρέχουσα δημιουργία της αγοράς της αιολικής ενέργειας αλλά και στην μελλοντική δημιουργία αγοράς της φωτοβολταϊκής ηλιακής ενέργειας.

1.6 Ενεργειακά κέντρα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα σήμερα έχει παρατηρηθεί ότι οι περιφέρειες δεν έχουν τη δυνατότητα να υλοποιήσουν στον ίδιο βαθμό και με την ίδια αποτελεσματικότητα, ενεργειακά προγράμματα χωρίς τη συνδρομή κάποιου εξειδικευμένου φορέα. Για την αποτελεσματική εφαρμογή μιας ενεργειακής πολιτικής χρειάζεται μια συνδυασμένη υποστήριξη των Περιφερειακών Ενεργειακών Γραφείων από το ελληνικό κράτος και την ευρωπαϊκή πολιτική. Τα πρώτα ενεργειακά γραφεία της Θράκης και της Κρήτης ιδρύθηκαν το 1994, σε περιφερειακό επίπεδο, ενώ της Καρδίτσας το 1994, σε τοπικό επίπεδο.

Επίσης, φέτος θα μπου σε λειτουργία γραφεία στις Περιφέρειες της Θεσσαλίας, των Ιονίων Νήσων, της Ηπείρου και του Βορείου Αιγαίου, ενώ προβλέπεται η ίδρυση ενός νομαρχιακού γραφείου στις Κυκλάδες και τοπικών ενεργειακών γραφείων στο Δήμο Καλλιθέας.

Τα περισσότερα ενεργειακά γραφεία που αναφέρονται παραπάνω, είχαν ξεκινήσει ως μια πρωτοβουλία στα πλαίσια του προγράμματος Περιφερειακός και Αστικός Ενεργειακός Σχεδιασμός (που από το 1996, εντάσσεται στο πρόγραμμα SAVE II), της 17ης Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Εξάιρεση αποτελεί το Γραφείο της Ηπείρου που έχει ξεκινήσει ως πρωτοβουλία στο πρόγραμμα SYNERGY και το γραφείο της Καρδίτσας που ιδρύθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ALTENER. Επίσης, στην περιφέρεια Ηπείρου, το Ίδρυμα Εγνατία, στα πλαίσια του Κοινοτικού Προγράμματος SYNERGY, δημιουργεί ένα οργανισμό παρακολούθησης και συντονισμού των δραστηριοτήτων που αφορούν τον ενεργειακό τομέα. Ο οργανισμός αυτός έχει λάβει τη μορφή ενός άτυπου Ενεργειακού Γραφείου με προοπτική εξέλιξής του, σε Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο. Ο φορέας αυτός μπορεί να εφαρμόσει τη χαραχθείσα περιφερειακή πολιτική και να προβεί σε ανταλλαγή εμπειριών και πληροφόρησης με άλλες περιφέρειες, καθώς επίσης να συνεργάζεται άμεσα με τις αρμόδιες υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα Περιφερειακά και Τοπικά Ενεργειακά Κέντρα και Γραφεία (ΠΕΚ) μπορούν να συμβάλουν στην υλοποίηση δύο κύριων πολιτικών:

- Στην οικονομική περιφερειακή ανάπτυξη,
- Στην προστασία του περιβάλλοντος στην περιφέρεια, μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας, την αξιοποίηση των νέων και ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών και την εφαρμογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών.

1.6.1 Περιφερειακά Ενεργειακά Κέντρα (ΠΕΚ)

Η αναγκαιότητα χρήσης των Περιφερειακών Ενεργειακών Κέντρων (ΠΕΚ) έγκειται:

- Στην ανάπτυξη κατάλληλης τοπικής υποδομής για τη διασφάλιση επαρκούς, καθαρής και οικονομικά προσιτής ενέργειας.

- Στον περιφερειακό ενεργειακό προγραμματισμό, με στόχο την ορθολογική διαχείριση της ενέργειας και τη βέλτιστη αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων.
- Στην ανάπτυξη και αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας για την ορθολογική χρήση εξοικονόμηση ενέργειας και την ανταγωνιστική αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
- Στην συστηματική εκπαίδευση και πληροφόρηση όλου του φάσματος των εμπλεκόμενων παραγόντων της περιφέρειας από την παραγωγή έως και την κατανάλωση της ενέργειας, με στόχο την ανάπτυξη ή την υιοθέτηση σύγχρονων ρεαλιστικών στόχων και αποτελεσματικών πρακτικών.
- Στην πραγματική και βιώσιμη αποκέντρωση των ενεργειακών δραστηριοτήτων μέσω των περιφερειακών και τοπικών ενεργειακών κέντρων και γραφείων στα πλαίσια υλοποίησης της σχετικής εθνικής αλλά και κοινοτικής πολιτικής.

1.6.2 Τρόποι παρέμβασης των ΠΕΚ

Οι τρόποι παρέμβασης των ΠΕΚ παρουσιάζονται ακολούθως:

- Η αποτελεσματική διαχείριση, οι επενδύσεις ή οι δραστηριότητες που υλοποιούνται από τα ΠΕΚ, επηρεάζουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών έχοντας τη δυνατότητα να διαμορφώνουν ένα οικονομικό σύστημα με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και με μικρότερη παραγωγή ρύπων και απορριμμάτων (αποβλήτων) διατηρώντας την ίδια ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών.
- Η αξιοποίηση των τοπικών ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών όπως η ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, η γεωθερμία, η υδραυλική ενέργεια ή η αιολική, οι νέες οικονομικές δραστηριότητες αποβλέπουν στη σχεδόν μηδενικού κόστους αξιοποίηση των πηγών ενέργειας και στη δημιουργία απασχόλησης για τον τοπικό πληθυσμό

Με την εκπόνηση μελετών σκοπιμότητας, επιδεικνύονται οι δυνατότητες και το κόστος διαφόρων ενεργειακών εφαρμογών και η σημασία τους, για την τοπική ανάπτυξη, π.χ. η διασύνδεση ενός ηλεκτρικού δικτύου ή ενός δικτύου φυσικού αερίου μιας περιφέρειας με ένα άλλο, μιας άλλης περιφέρειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

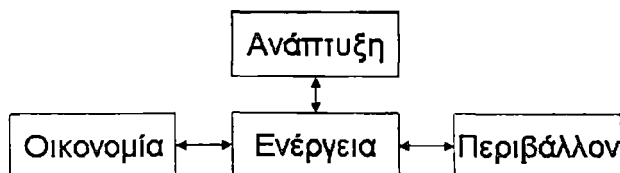
ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 Εισαγωγή

Η σύγχρονη βιομηχανική και μεταβιομηχανική οικονομία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ύπαρξη ενέργειας σε μορφή κατάλληλη για την εκάστοτε εφαρμογή και κόστους τέτοιου που να μην καθίσταται απαγορευτική η χρήση της. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στη σχέση μεταξύ ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης, στην επίδραση του ενεργειακού κόστους στην οικονομία και σε μερικά βασικά ενεργειακά μεγέθη. Εκτός, όμως, του προβλήματος της διαθεσιμότητας ενέργειας υπάρχει και το θέμα των αποτελεσμάτων της χρήσης της. Οι τεράστιες ποσότητες ενέργειας που καταναλώνονται επιβαρύνουν το περιβάλλον σε βαθμό που δεν μπορεί πάντα να προβλεφθεί και με συνέπειες που εκτείνονται χρονικά αρκετά μακριά στο μέλλον. Ως σημαντικότερο πρόβλημα από την καύση ορυκτών καυσίμων θεωρείται πλέον το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η θεώρηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως μία δυνατότητα επίλυσης του προβλήματος της ενεργειακής επάρκειας αλλά και της μειωμένης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ταυτόχρονα είναι αρκετά διαδεδομένη, αν και υπάρχουν περιορισμοί, οι οποίοι δεν μπορούν να παραβλέπονται.

2.2 Οικονομική ανάπτυξη και ενέργεια

Το πρόβλημα της ενεργειακής διαχείρισης, και επομένως της επιλογής των καταλληλότερων ενεργειακών συστημάτων, εντοπίζεται στην βελτιστοποίηση των παραμέτρων οικονομίας, περιβάλλοντος και ποιότητας ζωής, διατηρώντας σταθερά και μία πολιτική διάσταση όπως φαίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 2.1: Ενέργεια, Οικονομία και Περιβάλλον

Η εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας στην διάρκεια της ιστορικής εξέλιξης και το μέγεθος της κατανάλωσης αποτελεί έκφραση της ποιότητας ζωής καθώς και δείκτη της οικονομικής προόδου. Ταυτόχρονα, όμως, η πρόοδος αυτή επηρεάζεται ισχυρά από την ύπαρξη ή μη διαθέσιμης ενέργειας σε οικονομικά προσιτό κόστος, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να αποτελεί την πιο χαρακτηριστική ένδειξη της ανόδου του βιοτικού επιπέδου και των οικονομικών, αλλά και κοινωνικών εξελίξεων. Για τον λόγο ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί τις υψηλότερες επενδύσεις από κάθε άλλη ενεργειακή μορφή. Από την άλλη, ενώ για την ικανοποίηση των αναγκών σε υγρά καύσιμα δεν υπάρχει, προς το παρόν, εναλλακτική λύση, για την παραγωγή ηλεκτρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετές διαφορετικές πρωτογενείς πηγές ενέργειας, επιτρέποντας την διαμόρφωση εναλλακτικών στρατηγικών. Συνεπώς, η εξάρτηση της οικονομικής ανάπτυξης από τη διαθεσιμότητα ενέργειας θεωρείται δεδομένη. Οι κλάδοι των μεταφορών και του τριτογενούς τομέα (παροχή υπηρεσιών), οι οποίοι απορροφούν όλο και περισσότερη ενέργεια, είναι από τους κύριους και βασικούς κλάδους των αναπτυσσόμενων κρατών. Η μείωση της σημασίας, της παραδοσιακής βιομηχανίας, η οποία χρησιμοποιούσε τον άνθρακα και το πετρέλαιο, και η μετάβαση σε μία οικονομία του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας συνδυάζονται με την απελευθέρωση της παραγωγής, διανομής και πώλησης αυτών των ενεργειακών πόρων, με συνέπεια να δημιουργούν ένα καινούριο περιβάλλον.

Οι εξελίξεις αυτές γίνονται πιο κατανοητές αν παρατηρήσει κανείς την εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με τη μορφή της. Στη συνέχεια παρατίθεται η συμμετοχή των ενεργειακών πόρων σε επίπεδο τελικής κατανάλωσης:

- Ο άνθρακας για καύση.
- Το πετρέλαιο για μεταφορές και θέρμανση.
- Το φυσικό αέριο για καύση στη βιομηχανία.
- Η θερμότητα για τηλεθέρμανση κτιρίων και γεωργικές εφαρμογές.
- Ο ηλεκτρισμός που προέρχεται από λιγνίτη, πετρέλαιο, πυρηνική ενέργεια και «μεγάλα» συστήματα ΑΠΕ.

- Η γεωθερμία για θέρμανση κτιρίων και γεωργικές εφαρμογές.
- Οι «μικρότερες» ΑΠΕ όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά.

Η βελτίωση του επιπέδου της ποιότητας ζωής, πέρα από τη φιλοσοφική έννοια που μπορεί να έχει ο όρος, οφείλεται στην δυνατότητα απόκτησης και χρήσης καταναλωτικών συσκευών, στην δυνατότητα μεταφοράς, συντήρησης και διάθεσης αγαθών και τέλος, στην ευκολία μετακίνησης και στο υψηλότερο επίπεδο διαβίωσης, τόσο στην κατοικία όσο και στο χώρο εργασίας. Το σύνολο αυτών των αλλαγών βασίστηκε, μεταξύ άλλων, στην παρουσία ενέργειας σε ποσότητες μεγαλύτερες από ποτέ, και μάλιστα συγκεκριμένης μορφής. Η διατήρηση αυτού του τρόπου ζωής εξακολουθεί να βασίζεται στην ενεργειακή επάρκεια, συνδυαζόμενη με την ανάγκη επίτευξης του χαμηλού κόστους της ενέργειας, αλλά και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της. Η διάδοση του φυσικού αερίου, το οποίο είναι υπό αυτήν την έννοια ένα σύγχρονο καύσιμο, αποτελεί το λογικό αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα, όμως, παρατηρείται και μία αύξηση της συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας ως τελική μορφή ενέργειας που με δεδομένη την ξεχωριστή αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) εξηγείται με την αύξηση της συμμετοχής των αιολικών και υδροηλεκτρικών συστημάτων, αλλά και της χρήσης των πυρηνικών σταθμών.

Το ενεργειακό πρόβλημα από την άποψη της παραγωγής, επομένως, είναι η διαφοροποίηση της γεωγραφικής κατανομής παραγωγών και καταναλωτών ενέργειας. Αντίστοιχα, το ενεργειακό πρόβλημα από την άποψη της ζήτησης έγκειται στο ότι η σύγχρονη κοινωνική πραγματικότητα έχει συνδέσει την λειτουργία της με μία συγκεκριμένη πηγή, τα υγρά καύσιμα, σε βαθμό που ποτέ στο παρελθόν δεν είχε συμβεί, και δεν έχει ανακαλύψει ακόμη μία εναλλακτική ενεργειακή λύση που να μην απαιτεί ριζικές αλλαγές στις συνθήκες διαβίωσης. Τα υγρά καύσιμα αποτελούν την κινητήρια δύναμη, όχι μόνο της πλειοψηφίας των μεταφορικών μέσων, αλλά του συνόλου της οικονομίας. Μία απότομη αύξηση του κόστους τους αρκεί για την εμφάνιση αποσταθεροποιητικών τάσεων σε μία πληθώρα τομέων.

Η βασική προβληματική, την οποία πρέπει να αντιμετωπίσει οποιαδήποτε σοβαρή πρόταση για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα, είναι η ανησυχητική απουσία μιας

ολοκληρωμένης και ενιαίας πολιτικής ΑΠΕ, που θα έχει αποφασισθεί στο ανώτατο πολιτικό επίπεδο και θα δεσμεύει όλους τους φορείς του κυβερνητικού έργου. Βασική προϋπόθεση για την ύπαρξη μιας τέτοιας πολιτικής είναι ο επίπονος και αναλυτικός ενεργειακός σχεδιασμός, με άμεση εμπλοκή όλων των συναρμόδιων φορέων. Πρακτικό και άμεσο αποτέλεσμα του ολοκληρωμένου σχεδιασμού πολιτικής για τις ΑΠΕ θα είναι ο αποτελεσματικός συντονισμός των εμπλεκόμενων Υπουργείων (Ανάπτυξης, ΠΕΧΩΔΕ, ΥΠΕΘΟ, Γεωργίας, Πολιτισμού, Μεταφορών, ΥΕΘΑ), σε κεντρικό και περιφερειακό επίπεδο.

Οι βασικές κατηγορίες θεμάτων και προβλημάτων που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη λειτουργία επενδύσεων ΑΠΕ στη χώρα μας είναι :

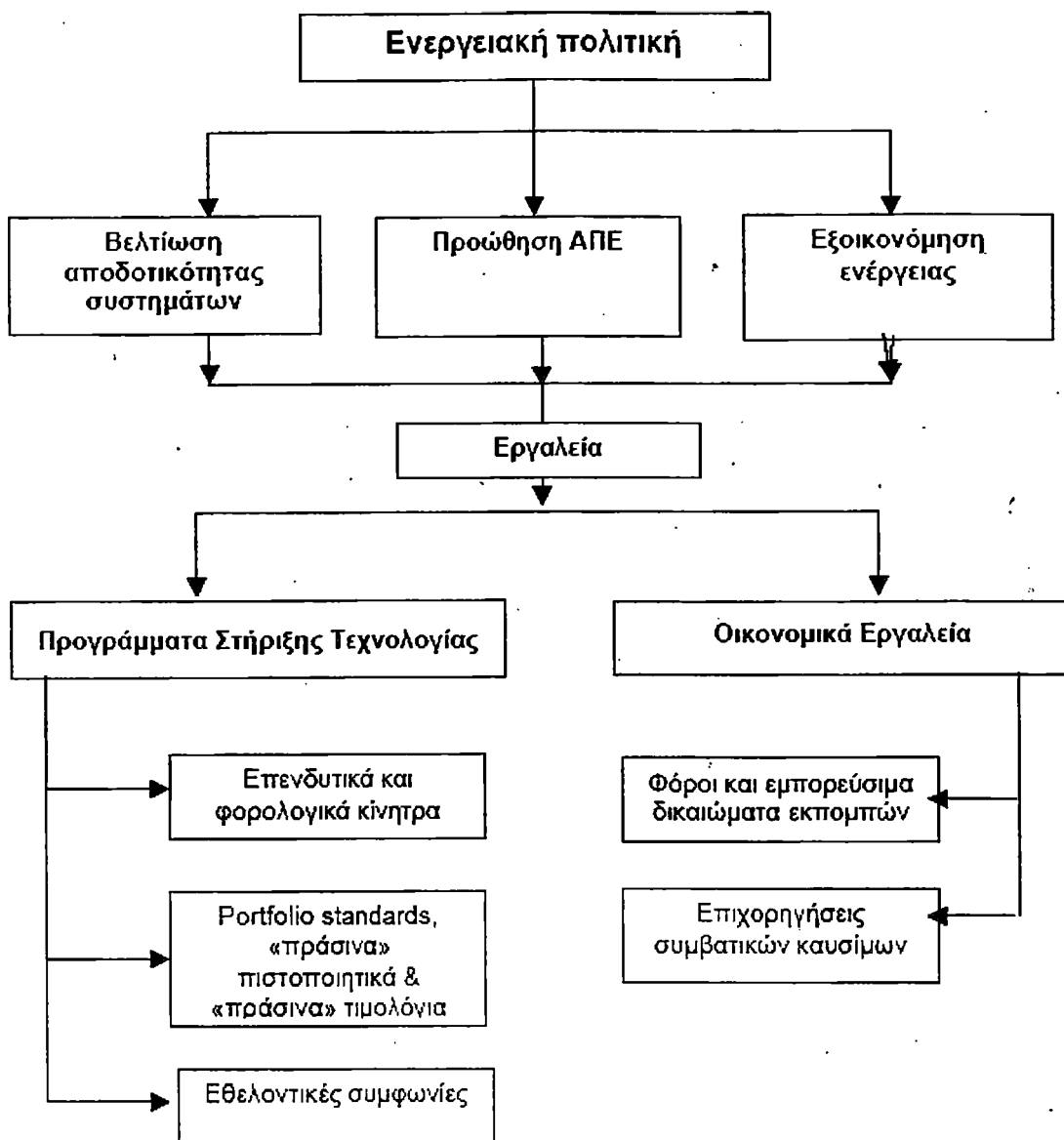
- Θέματα αδειοδότησης έργων ΑΠΕ (άδεια παραγωγής, προέγκριση χωροθέτησης, έγκριση περιβαλλοντικών όρων, άδεια εγκατάστασης και άδεια λειτουργίας), καθώς και θέματα επιχορήγησης των σχετικών επενδύσεων, τόσο από το Γ' ΚΠΣ όσο και από τον Αναπτυξιακό Νόμο. Στα θέματα της αρχικής αδειοδότησης (δηλ. της άδειας παραγωγής) υπάγεται και το κρίσιμο θέμα του τρόπου κατανομής του άμεσα και του μελλοντικά διαθέσιμου ηλεκτρικού χώρου στους ενδιαφερόμενους επενδυτές, ιδιαίτερα σε περιοχές περιορισμένης δυνατότητας απορρόφησης ισχύος ΑΠΕ (π.χ. σε Κρήτη, Ρόδο, Εύβοια-Κυκλάδες, Λακωνία, κλπ.), καθώς και το θέμα της ενίσχυσης των δικτύων μεταφοράς της ΔΕΗ στις περιοχές αυτές.
- Θέματα που σχετίζονται με τις νέες ρυθμίσεις για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, που εισήγαγε ο Ν. 2773/99 για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας. Ως γνωστόν, οι ρυθμίσεις αυτές, και συγκεκριμένα των παραγράφων 5 και 6 του Άρθρου 38 του Νόμου, καταργούν πλέον την εγγυημένη τιμή της κιλοβατώρας (kWh) από ΑΠΕ, θεσπίζοντας ένα καθεστώς καθορισμού μέγιστων τιμών και δυνατότητας απαίτησης, από το Υπουργείο Ανάπτυξης, εκπτώσεων επί των τιμών αυτών. Επιπρόσθετα, καταργούν την εγγύηση του δεκαετούς συμβολαίου αγοράς από τη ΔΕΗ της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ.
- Διάφορα επιμέρους θέματα, περισσότερο εξειδικευμένα, αλλά όχι κατ'ανάγκη ήσσονος σημασίας για τις επενδύσεις ΑΠΕ, όπως είναι η μεταβίβαση του

διασυνδεδετικού δικτύου εγκαταστάσεων ΑΠΕ στη ΔΕΗ, το καθεστώς παραχώρησης δημόσιων εκτάσεων για εγκατάσταση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, κ.α.

- Περιορισμένες δυνατότητες απορρόφησης της παραγωγής ΑΠΕ :
 - Στην ηπειρωτική Ελλάδα, ανάγκη υλοποίησης των προγραμματισμένων ενισχύσεων και επεκτάσεων του Συστήματος (Θράκη, Εύβοια, Λακωνία κλπ) – ολοκλήρωση πλαισίου κατασκευής έργων σύνδεσης και οριστικοποίηση διαδικασίας καταμερισμού χρεώσεων .
 - Στα νησιά, διασυνδέσεις με ηπειρωτικό σύστημα και εγκατάσταση υβριδικών σταθμών.
- Ωριμότητα επενδυτικών σχεδίων (συνεχείς τροποποιήσεις).
- Περιορισμένες δυνατότητες χρηματοδότησης έργων ΑΠΕ.
- Έλλειψη χωροταξικών σχεδιασμών (κτηματολόγιο και χαρακτηρισμός χρήσεων γης) που οδηγεί σε χρονοβόρες διεργασίες και τριβές με τις τοπικές κοινωνίες.
- Αντιδράσεις τοπικών κοινωνιών.

2.3 Ενεργειακή Πολιτική και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας

Στόχος μίας λογικής ενεργειακής πολιτικής δεν μπορεί να είναι παρά η ορθολογική χρήση της ενέργειας. Υπό αυτήν την έννοια, η ένδειξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας δεν αποτελεί κριτήριο μίας αναπτυγμένης οικονομίας, αλλά ενδεχομένως μίας ενεργοβόρας και τεχνολογικά «υποανάπτυκτης». Το ζητούμενο είναι η ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή μίας μονάδας εθνικού πλούτου, κατ' αντιστοιχία του βαθμού απόδοσης ενός κινητήρα. Εξετάζεται επομένως ο δείκτης της ενεργειακής έντασης, που αποτελεί την έκφραση του λόγου κατανάλωσης ενέργειας προς Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν. Η συνολική προσέγγιση σε επίπεδο σχεδιασμού της ενεργειακής πολιτικής μαζί με τα αντίστοιχα μέσα υλοποίησης παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα 2.



Σχήμα 2.2: Δομή Ενεργειακής Πολιτικής και Δυνατότητες Υλοποίησης

Ο όρος «ενεργειακή κρίση» (energy crisis) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στα χρόνια του Β' παγκοσμίου πολέμου. Σχεδόν όλες οι χώρες που συμμετείχαν σ' αυτόν αναγκάστηκαν να επιβάλλουν κατά τη διάρκεια του αυστηρούς περιορισμούς στην κατανάλωση πετρελαίου, άνθρακα και ηλεκτρικής ενέργειας. Ήταν μία κατάσταση που είχε σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο ζωής των ανθρώπων, ήταν όμως αναπόφευκτη και θεωρήθηκε φυσιολογική και αυτονόητη στα πλαίσια των πολεμικών επιχειρήσεων. Για την περιγραφή της χρησιμοποιήθηκε ο όρος ενεργειακή κρίση ανταποκρινόμενος εύστοχα στην έλλειψη καυσίμων. Από τότε έχει συνηθιστεί να αποκαλείται ενεργειακή

κρίση η αιφνίδια μείωση της διαθέσιμης ή παρεχόμενης ενέργειας και ο όρος έγινε ευρύτατα γνωστός στην δεκαετία του 1970 με τις κρίσεις του 1973 και του 1979. Στις περιπτώσεις αυτές, ωστόσο, δεν έπαψε να ρέει η ενέργεια. Επρόκειτο περισσότερο για έναν προσωρινό περιορισμό της διάθεσης της εξαιτίας της αλματώδους αύξησης του κόστους της, η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί και με τον όρο «ενεργειακή ανεπάρκεια» (energy shortage). Ανεξάρτητα, όμως, από την ονοματολογία το φαινόμενο είναι πολύ παλαιότερο και υπήρξε σε κάποιες ιστορικές περιόδους τουλάχιστον τόσο έντονο όσο και στην σύγχρονη εποχή.

Όταν, στις αρχές του 20ου αιώνα το πετρέλαιο άρχισε να διεκδικεί από τον άνθρακα τα πρωτεία στο χώρο των ενεργειακών πηγών, η μετάβαση από την ατμομηχανή στη μηχανή εσωτερικής καύσης υπήρξε μία ομαλή διαδικασία που ολοκληρώθηκε στο διάστημα μιας περίπου εικοσαετίας. Δεν ανέκυψε ποτέ πρόβλημα εξάντλησης του άνθρακα, παρά μόνο η προοπτική της εκμετάλλευσης μίας πιο αποδοτικής τεχνολογικής δυνατότητας και της χρήσης μίας πιο περιεκτικής πηγής ισχύος. Το σημαντικά μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο του πετρελαίου καθώς και η ευκολία και η ευελιξία της χρήσης του το καθιέρωσαν σύντομα ως την κυριότερη ενεργειακή πηγή. Η εξάρτηση από το πετρέλαιο έγινε κοινή συνείδηση μερικές δεκαετίες αργότερα. Το χειμώνα του 1973 και το φθινόπωρο του 1979 δεν εξαντλήθηκε το πετρέλαιο, ούτε σταμάτησε η άντληση και η μεταφορά του στις χώρες της Ευρώπης, ενώ τα ελεύθερα διαθέσιμα αποθέματα φυσικού αερίου και άνθρακα υπερέβαιναν κατά πολύ τις ανάγκες αυτών των χωρών. Υπό αυτήν την έννοια οι ενεργειακές κρίσεις του 1973 και του 1979 δεν υπήρξαν ποτέ κρίσεις έλλειψης πρωτογενούς ενέργειας, παρά μόνο συνέπεια των απότομων αυξητικών μεταβολών στην τιμή των υγρών, και μόνο, καυσίμων στην παγκόσμια αγορά, λόγω οικονομικών και πολιτικών συγκυριών. Ο αντίκτυπος των αυξήσεων αυτών στην οικονομία υπήρξε ιδιαίτερα σημαντικός, όπως μεγάλος ήταν κι ο πανικός που προκλήθηκε στην κοινή γνώμη ολόκληρου του δυτικού κόσμου μπροστά στην πιθανότητα και μόνο διακοπής της ροής του πετρελαίου, κι όχι αδικαιολόγητα. Οι πιθανές μελλοντικές εξελίξεις της τιμής του πετρελαίου αποτελούν έναν από τους δυσκολότερους τομείς των προβλέψεων, με αποτέλεσμα να συναντώνται πάρα πολλά, και συχνά εξαιρετικά διαφορετικά μεταξύ τους, σενάρια.

2.4 Ενέργεια και περιβάλλον

Ως τώρα έγινε αναφορά στην επάρκεια της ενέργειας και στον συσχετισμό της με την οικονομία, επισημαίνοντας τις υφιστάμενες, βαθιές, αμοιβαίες επιδράσεις των δύο αυτών εννοιών. Αυτό αποτελεί ωστόσο τη μία μόνο όψη του προβλήματος. Η άλλη αναφέρεται στο συσχετισμό μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η κατανάλωση αυτή. Όπως η έλλειψη ενέργειας έτσι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της δεν αποτελούν φαινόμενα αποκλειστικά του 20ου αιώνα. Ο χρονικός ορίζοντας που πρέπει να συνοδεύει τις δύο θεωρήσεις, ενέργεια & οικονομία και ενέργεια & περιβάλλον, είναι διαφορετικός. Σχεδόν η κάθε ανθρώπινη, εκμηχανισμένη, δραστηριότητα συνεπάγεται και μία μορφή ρύπανσης, όπως είναι η χημική, η θερμική, η ραδιενεργός και η παραγωγή στερεών και υγρών αποβλήτων. Η καύση των στερεών και υγρών καυσίμων οδηγεί αναπόφευκτα στην παραγωγή σχεδόν του συνόλου των κατηγοριών των προηγούμενων ρύπων, πλην των ραδιενεργών. Οι επιπτώσεις της αυξημένης ενεργειακής, αλλά και οικονομικής, ανάπτυξης των τελευταίων δεκαετιών, καθώς και η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, έχουν γίνει πλέον κοινή συνείδηση.

Ως συνέπεια των πρώτων έντονων φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης θεσπίστηκαν τα πρώτα νομοθετικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, κυρίως του μονοξειδίου του άνθρακα και της αιθάλης. Τα μέτρα αυτά αποτέλεσαν τα πρώτα συγκεκριμένα βήματα προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος. Στις δεκαετίες που προηγήθηκαν τα πρόβλημα της καύσης υδρογονανθράκων αντιμετωπίστηκαν ως θέμα βελτιστοποίησής της.

Στο βαθμό που αντιμετωπιζόταν το θέμα του περιορισμού των εκπομπών ρύπων, στόχος ήταν η ελαχιστοποίηση της παραγωγής του μονοξειδίου του άνθρακα με την περαιτέρω οξειδωσή του σε διοξείδιο, ο περιορισμός της εκπομπής αιθάλης και οξειδίων του αζώτου και βέβαια η αύξηση του βαθμού απόδοσης της εκάστοτε συντελούμενης διεργασίας. Η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος έπαψε να αποτελεί πεδίο δραστηριότητας μεμονωμένων ατόμων και μικρών, συχνά περιθωριακών, ομάδων και εξελίχθηκε σε έναν σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεων στο χώρο της βιομηχανίας, της οικονομίας και της πολιτικής. Στο τέλος του 20ου αιώνα έγινε αντιληπτό, ότι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ανθρώπινων

δραστηριοτήτων γίνεται σε μεγάλη κλίμακα, κατά πολλούς και περίπλοκους τρόπους και με μακρόχρονες, βαθιές και δύσκολα προβλέψιμες συνέπειες.

Το πρόβλημα δεν τίθεται πλέον μόνο στη βελτιστοποίηση των διεργασιών καύσης, αλλά και στον περιορισμό τους. Η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από την καύση στερεών και υγρών υδρογονανθράκων (πετρελαιοειδή, άνθρακας, φυσικό αέριο) θεωρείτο επί δεκαετίες ως το "μικρότερο κακό", καθώς αποτελεί, ως προϊόν τέλειας καύσης, τη λιγότερο τοξική επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η ανακοίνωση της Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α., που αναφέρθηκε και προηγουμένως, σηματοδότησε την αρχή σοβαρών προβληματισμών, συζητήσεων και επιστημονικών δραστηριοτήτων που εστιάζονται στην επιρροή του συσσωρευμένου διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, και κατά συνέπεια στις κλιματικές συνθήκες.

Πρέπει να σημειωθεί εξ αρχής ότι συναντώνται πολλά, διαφορετικά και συχνά αντιφατικά σενάρια για τις πιθανές αυτές επιπτώσεις, γεγονός αναμενόμενο στην πραγματεία ενός πολύπλοκου και μεγάλης κλίμακας φαινομένου. Οι συσχετίσεις του διοξειδίου του άνθρακα και του κλίματος, της ικανότητας των ωκεανών και της βιομάζας να το απορροφούν και της εικόνας μίας θερμότερης Γης εμπεριέχουν έναν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας και πιθανολογίας, με αποτέλεσμα όλα τα σενάρια να αντιμετωπίζονται με επιφύλαξη. Αναμφισβήτητη, όμως, διαπίστωση όλων των ερευνητών είναι ότι φαινόμενο αποτελεί μία ανησυχητική και δυσάρεστη εξέλιξη, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη χάραξη των ενεργειακών πολιτικών.

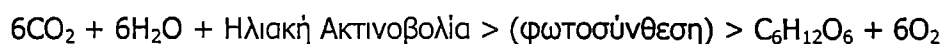
Επιπρόσθετα, αναμφισβήτητο γεγονός αποτελεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η αυξητική αυτή τάση είναι βέβαια σημαντική, ειδικά επειδή συμπίπτει με το ρυθμό της παγκόσμιας αύξησης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, η οποία συγκεντρώνονται κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο.

Ο συσχετισμός των δύο αυτών μεγεθών αρχικά αμφισβητήθηκε, ενώ πλέον είναι καθολικά αποδεκτός. Χωρίς να γίνεται λεπτομερέστερη ανάλυση του προβλήματος, το οποίο αποτελεί αντικείμενο άλλων γνωστικών πεδίων, μπορούν να συγκεντρωθούν τα συμπεράσματα στα οποία συγκλίνει το σύνολο σχεδόν της επιστημονικής κοινότητας:

- Η συνέχιση της σημερινής πορείας στον τομέα της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων, πέρα από την σύντομη εξάντλησή τους, θα επιφέρει σοβαρότατες κλιματικές μεταβολές με ανεπιθύμητες συνέπειες.
- Η θέρμανση της ατμόσφαιρας και η άνοδος της στάθμης των θαλασσών φαίνονται βραχυπρόθεσμα αναπόφευκτες, ακόμη κι αν σταματούσε αμέσως η καύση των τροπικών δασών και μηδενιζόταν η αύξηση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.
- Οι συνέπειες αυτής της ανόδου, παρ' ότι δύσκολα μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια, θα είναι σημαντικές για όλον τον πλανήτη και αρνητικές.

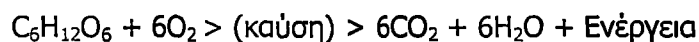
2.5 Ροή ενέργειας στο οικοσύστημα

Ο άνθρωπος αλλά και όλα τα έμβια όντα δεν μπορούν να διατηρηθούν στη ζωή χωρίς ενέργεια. Χρειάζονται ενέργεια για να αναπτυχθούν, να κινηθούν και να αναπαραχθούν. Η ενέργεια εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον ήλιο. Ο ήλιος αποτελεί την πρωταρχική πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα και το ποσό της εισερχόμενης ακτινοβολίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη δομή και τη λειτουργία τους. Από το ποσό της ηλιακής ενέργειας που εισρέει στα οικοσυστήματα μόνο μια ελάχιστη ποσότητα απορροφάται από τους φωτοσυνθετικούς μηχανισμούς των φυτών και κάποιων βακτηρίων για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, ενώ το υπόλοιπο μέρος αυτής ανακλάται ή χάνεται στο περιβάλλον ως θερμότητα. Οι οργανισμοί αυτοί μονοπωλούν τη δυνατότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε χημική δεσμεύοντάς τη σε οργανικά μόρια. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται, ως γνωστό, με τη φωτοσύνθεση από τους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων, γι' αυτό τα φυτά ονομάζονται και αυτότροφοι οργανισμοί ή παραγωγοί. Κατά τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης παράγονται οι υδατάνθρακες, γνωστοί και ως σάκχαρα, που είναι μια ομάδα μορίων με τη μεγαλύτερη διάδοση στο σώμα των οργανισμών. Οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν σαν ενεργειακές πηγές και σαν δομικά συστατικά των οργανισμών.



Οι αυτότροφοι οργανισμοί μπορούν να συνθέσουν εκτός από τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες ή λευκώματα, τα οποία αποτελούν σημαντικά βιολογικά μακρομόρια, απαραίτητα για όλες τις μεταβολικές αντιδράσεις (καταλύτες).

Οι παραγωγοί (φυτά) αποτελούν το πρώτο τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος. Στο δεύτερο και τρίτο τροφικό επίπεδο κατατάσσονται τα φυτοφάγα και σαρκοφάγα ζώα αντίστοιχα, που ονομάζονται ετερότροφοι οργανισμοί ή καταναλωτές, γιατί προμηθεύονται την ενέργεια που χρειάζονται για όλες τις λειτουργίες τους από την αποθηκευμένη χημική ενέργεια της φυτικής ύλης. Δηλαδή ένα μέρος της χημικής ενέργειας των φυτών μεταφέρεται στα φυτοφάγα ζώα καθώς τρέφονται από αυτά και με τη σειρά τους τα σαρκοφάγα τρεφόμενα με φυτοφάγους οργανισμούς παίρνουν την ενέργεια που χρειάζονται. Έτσι η ροή ενέργειας μέσα στα οικοσυστήματα έχει φορά μονόδρομη, αλλά και ακολουθεί τους φυσικούς νόμους της θερμοδυναμικής που αναφέρθηκαν προηγούμενα. Δηλαδή κατά τη μεταφορά της από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο και τη μετατροπή της από μια μορφή σε άλλη, χάνεται με μορφή θερμότητας το 90% περίπου της ενέργειας, ενώ μόνο το 10% αξιοποιείται. Η ενέργεια που χρησιμοποιούν οι οργανισμοί (παραγωγοί, καταναλωτές και αποικοδομητές) για να διεξάγουν τις βιολογικές τους λειτουργίες είναι η χημική ενέργεια που περιέχεται στη γλυκόζη και απελευθερώνεται στα κύτταρα των οργανισμών μέσα από μια χημική διαδικασία, την αερόβια αναπνοή. Αυτή η διαδικασία μπορεί να πει κανείς ότι αποτελεί το αντίθετο της φωτοσύνθεσης.



Αν η φυτική ύλη δεν καταναλωθεί από τους φυτοφάγους οργανισμούς, τότε ένα μέρος της ενέργειας που εσωκλείει αποταμιεύεται στο σύστημα καθώς περνά στους αποσυνθετικούς οργανισμούς, οι οποίοι αποδομούν την φυτική ύλη, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας αποβάλλεται πάλι ως θερμότητα στο περιβάλλον. Το ίδιο συμβαίνει και κατά το θάνατο των υπόλοιπων οργανισμών, όπου η αποθηκευμένη χημική ενέργεια στο σώμα τους περνά στους διασπαστές και ένα μέρος αποβάλλεται ως θερμότητα όπως προαναφέρθηκε. Συνεπώς καθώς προχωρούμε από τα κατώτερα τροφικά επίπεδα στα ανώτερα η ποσότητα της ενέργειας που ρέει ελαττώνεται και καθώς αλλάζει μορφές υποβαθμίζεται σε θερμότητα η οποία χάνεται στο περιβάλλον.

Οι τροφικές σχέσεις των οργανισμών, η ροή ενέργειας μεταξύ των τροφικών επιπέδων και η ποσότητα της βιομάζας που περιέχεται σε κάθε επίπεδο μπορούν να παρασταθούν εικονικά με μια τροφική πυραμίδα όπου είναι έκδηλη μια αξιοσημείωτη μείωση όλων αυτών των παραμέτρων καθώς ανεβαίνουμε από τη βάση της πυραμίδας προς τα

ανώτερα επίπεδα. Και αφού πάντα σημειώνονται απώλειες ενέργειας μεταξύ των τροφικών επιπέδων είναι εύλογο γιατί:

- 1) Οι θηρευτές πρέπει να είναι λιγότεροι από τα θηράματά τους
- 2) Όσο πλησιέστερα προς τη βάση της τροφικής πυραμίδας είναι η θέση κάποιου οργανισμού, τόσο περισσότερη είναι για αυτόν η διαθέσιμη ενέργεια
- 3) Τα μεγαλύτερα ζώα στη γη είναι αναγκαστικά φυτοφάγα

Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η ενεργειακή ροή διαφοροποιείται από το ένα οικοσύστημα στο άλλο και ότι πρακτικά η ποσότητα της ενέργειας που χάνεται μεταξύ των τροφικών επιπέδων ποικίλει στις διαφορετικές πυραμίδες (από 80% έως 95%), γιατί εξαρτάται από τα είδη των οργανισμών που συνθέτουν τα τροφικά επίπεδα και τη φύση της τροφής που καταναλώνεται. Ως παράδειγμα η ροή ενέργειας παρουσιάζει λιγότερες απώλειες σε ένα υγροτοπικό οικοσύστημα απ' ότι σε ένα δάσος, επειδή η φυτική ύλη στο δάσος είναι κυρίως ξυλώδης και δεν αποτελεί είδος τροφής για την πλειονότητα των ζώων. Αντίθετα στον υγρότοπο η απώλεια ενέργειας είναι μικρότερη, επειδή η φυτική ύλη καταναλώνεται πιο εύκολα και έτσι η ενέργεια μεταφέρεται με μεγαλύτερη επάρκεια στο επόμενο τροφικό επίπεδο. Αξιοσημείωτο ακόμη είναι ότι καθώς κάθε οικοσύστημα είναι ένα ανοικτό σύστημα, ποσότητα οργανικής ύλης και ενέργειας μπορεί να εισέλθει ή να διαφύγει απ' αυτό όπως παράδειγμα γίνεται κατά τη μετακίνηση οργανισμών.

Συμπερασματικά λοιπόν προκύπτουν ότι η ηλιακή ενέργεια είναι η κινητήρια δύναμη όλων των οικοσυστημάτων, ενώ όταν εισέρχεται σε ένα οικοσύστημα πραγματοποιείται ένα από τα ακόλουθα:

- 1) Αποταμίευση της στο σύστημα με τη μορφή χημικής ενέργειας,
- 2) Παίρνει μορφές όπως κινητική, χημική και θερμική,
- 3) Αποβάλλεται από το σύστημα με τη μορφή θερμότητας ή άχρηστων υλικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

3.1 Εισαγωγή

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

3.2 Μεθοδολογία οικονομικής αξιολόγησης

Η οικονομική σκοπιμότητα των επενδύσεων σε ενεργειακά συστήματα εξετάζεται με σύγκριση των βαθμών μακροπρόθεσμης οικονομικής απόδοσης των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων (επενδύσεων) για την παραγωγή ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων για ίδια κατανάλωση και για εμπορική διάθεση. Οι επενδύσεις σε ενεργειακά συστήματα είναι επομένως οικονομικά σκόπιμες, εάν η μείωση των λειτουργικών δαπανών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μπορεί να αποσβέσει το αρχικό κεφάλαιο σε εύλογο χρονικό διάστημα ή αν τα έσοδα από τη διάθεση της παραγόμενης ενέργειας οδηγούν σε κέρδη ικανά να ικανοποιήσουν τους επιχειρηματικούς στόχους του επενδυτή.

3.2.1 Ορισμοί βασικών οικονομικών παραμέτρων

Η οικονομική αξιολόγηση στηρίζεται σε ορισμένους δείκτες ή κριτήρια. Εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών του χρήστη μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους από πλευράς οικονομικής αξίας, εάν προσδιορισθούν οι κατάλληλοι δείκτες. Για να αποφευχθούν παραπλανητικά αποτελέσματα και λανθασμένα συμπεράσματα, ο κάθε δείκτης πρέπει να υπολογίζεται με αναγωγή μελλοντικών αξιών και όρων σε παρούσες αξίες, ώστε οι σχετικές συγκρίσεις να έχουν κοινή βάση. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτή η αναγωγή αναφέρεται στη συνέχεια.

Τόκος και επιτόκιο (d)

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

Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης (N)

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

Πληθωρισμός (i)

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

Παρούσα αξία (P)

Η μέθοδος της παρούσας αξίας μετατρέπει το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανιστούν σε ένα χρονικό ορίζοντα σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Φυσικά, αυτό μπορεί να γίνει μόνο βάσει κάποιας υπόθεσης εργασίας για το προεξοφλητικό επιτόκιο. Δηλαδή, ο αναλυτής της επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιήσει ως προεξοφλητικό επιτόκιο αυτό που είναι θεωρείται ευρύτερα αποδεκτό για τη δεδομένη οικονομική κατάσταση και τη συγκεκριμένη κατηγορία επένδυσης. Το επιτόκιο αυτό αποτελεί, υπό αυτήν την έννοια, μια γενική εκτίμηση της κόστους του κεφαλαίου και συχνά αναφέρεται ως ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο απόδοσης, (EAEA) ή MARR (minimum attractive rate of return).

Με αυτή τη προσέγγιση εάν σήμερα επένδυθεί ποσό P, το άθροισμα κεφαλαίου και τόκων (γενικότερα απόδοσης κεφαλαίου) μετά από N περιόδους θα είναι

$$F = P \cdot \prod_{t=1}^N (1 + dt) \quad (3.1)$$

Όπου dt είναι το επιτόκιο αγοράς κατά το έτος t. Αντίστροφα, για να αποκτηθεί ποσό F μετά από N περιόδους, πρέπει σήμερα να επενδυθεί ποσό

$$P = \frac{F}{\prod_{t=1}^N (1 + dt)} \quad (3.2)$$

Το P λέγεται παρούσα αξία του μελλοντικού ποσού F. Εάν το επιτόκιο θεωρηθεί σταθερό, τότε

$$P = \frac{F}{(1 + d)^N} \quad (3.3)$$

Το επιτόκιο d λέγεται και επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Συντελεστής παρούσας αξίας (present worth factor, PWF)

Εάν μια πληρωμή επαναλαμβάνεται κάθε χρονική περίοδο επί Ν περιόδους και δεν μεταβάλλεται παρά μόνον εξαιτίας πληθωρισμού, τότε η παρούσα αξία των Ν ποσών υπολογίζεται με τη σχέση

$$P = \sum_{t=1}^N P_t = A \cdot PWF(N, i, d) \quad (3.4)$$

Όπου Α το ποσό της πρώτης πληρωμής,

PWF ο συντελεστής παρούσας αξίας,

i ο Δείκτης πληθωρισμού μιας χρονικής περιόδου (ετήσιος),

d το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Εάν μπορεί να θεωρηθεί ότι η πληρωμή επαναλαμβάνεται στο τέλος της κάθε περιόδου, τότε ο συντελεστής παρούσας αξίας υπολογίζεται με τη σχέση

$$PWF(N, i, d) = \sum_{t=1}^N \frac{(1+i)^{t-1}}{(1+d)^t} = \frac{1}{d-i} \left[1 - \frac{(1+i)^N}{(1+d)^N} \right], i \neq d$$
$$\frac{N}{1+i}, i = d \quad (3.5)$$

Συντελεστής τοκοχρεολυτικής απόσβεσης (capital recovery factor, CRF)

Λέγεται επίσης και συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου. Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ετήσιου κόστους (ή ετήσιας αξίας) κεφαλαίου μιας επένδυσης. Ισχύει η σχέση

$$A = P \cdot CRF(N, d) \quad (3.6)$$

Όπου

A ετήσιο κόστος κεφαλαίου

P ποσό της επένδυσης

CRF συντελεστής τοκοχρεολυτικής απόσβεσης:

$$CRF(N, d) = \frac{d(1+d)^N}{(1+d)^N - 1} \quad (3.7)$$

Οι ίδιες σχέσεις χρησιμοποιούνται επίσης για τον προσδιορισμό των ισόποσων δόσεων A, που πρέπει να καταβάλλονται στο τέλος κάθε περιόδου α ώστε σε N περιόδους, να εξοφληθεί δάνειο ύψους P με επιτόκιο δανεισμού d.

Σταθερές και τρέχουσες τιμές

Σε μια οικονομική ανάλυση, οι χρηματορροές μπορούν να εκφραστούν είτε σε τρέχουσες τιμές είτε σε σταθερές τιμές.

Έκφραση σε τρέχουσες τιμές είναι το πραγματικό ποσό χρημάτων που καταβάλλεται ή εισπράττεται σε κάποια χρονική στιγμή.

Έκφραση σε σταθερές τιμές είναι το ποσό των χρημάτων σε δεδομένη χρονική στιγμή, που είναι ισοδύναμο (από πλευράς αγοραστικής αξίας) με το πραγματικό. Η στιγμή αυτή (χρόνος αναφοράς) μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Συχνά ως χρόνος αναφοράς ορίζεται η αρχή του πρώτου έτους του οικονομικού κύκλου ζωής.

Η αναγωγή πραγματικών τιμών σε σταθερές τιμές με βάση τα N έτη πριν γίνεται με χρήση του δείκτη πληθωρισμού.

Ισχύει η σχέση

$$F' = \frac{F}{\prod_{t=1}^N (1+i_t)} = \frac{F}{(1+i)^N} \quad (3.8)$$

Όπου

F πραγματικό ποσό ,

F' ανηγμένο σε σταθερές τιμές ποσό ,

i_t δείκτης πληθωρισμού κατά το έτος t ,

\bar{i} ο μέσος ετήσιος δείκτης πληθωρισμού των N ετών.

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

3.2.2 Οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης

Διάφοροι οικονομικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση επενδύσεων συμπαραγωγής: καθαρή παρούσα αξία, απόδοση κεφαλαίου, λόγος οφέλους κόστους, έντοκη περίοδος αποπληρωμής κ.λ.π. Ορίζονται στη συνέχεια οι δείκτες αυτοί.

Στην περίπτωση κάποιων δεικτών περιπτώσεις, απαιτείται η ύπαρξη ενός συστήματος αναφοράς με το οποίο να συγκρίνεται το εξεταζόμενο ενεργειακό σύστημα. Ως σύστημα αναφοράς κατά κανόνα θεωρείται ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, όπως είναι η αγορά ή παραγωγή ηλεκτρισμού από τη Δ.Ε.Η., η παραγωγή θερμότητας με λέβητα πετρελαίου κ.ο.κ.

Καθαρή παρούσα αξία επένδυσης (Net present value, NPV)

Καθαρή παρούσα αξία είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης. Που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη

διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένη συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας του συστήματος. Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται από τη σχέση

$$NPV = -C_{in} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} + \frac{SV_N}{(1+d)^N} \quad (3.9)$$

Όπου

C_{in} η αρχική επένδυση,

F_t το ετήσιο καθαρό όφελος, N οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης,

d το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου),

SV_N η αξία εκποίησης (απομένουσα αξία) της επένδυσης στο τέλος του οικονομικού κύκλου ζωής N .

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

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

Απόδοση κεφαλαίου (internal rate of return, IRR)

Απόδοση κεφαλαίου είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς, IRR, που κάνει την παρούσα αξία μιας σειράς πληρωμών και εισπράξεων ίση με το μηδέν. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης

$$NPV_{(d=IRR)} = 0 \quad (3.10)$$

Όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται από την εξίσωση (3.9), ενώ η ένδειξη $d=IRR$ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς d .

Λόγος οφέλους/ κόστους (benefit to cost ratio, BCR)

Το πηλίκο του συνολικού οφέλους προς το συνολικό κόστος μιας επένδυσης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της, N , με όλα τα ποσά ανηγμένα σε παρούσα αξία, αποτελεί επίσης ένα κριτήριο οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Ο λόγος αυτός ορίζεται από τη σχέση

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}} \quad (3.11)$$

Όπου

B_t το όφελος κατά το έτος t ,

C_t κόστος κατά το έτος t (η τιμή C_0 αντιστοιχεί στην αρχική επένδυση).

Εάν οι αρχικές δαπάνες αφαιρεθούν από τα κέρδη, τότε ο αριθμητής της εξίσωσης αποτελεί καθαρό όφελος και η σχέση απλουστεύεται στη μορφή:

$$BCR = \frac{NPV + C_{in}}{C_{in}} = 1 + \frac{NPV}{C_{in}} \quad (3.12)$$

Όπου NPV και C_{in} όπως εμφανίζονται στη εξίσωση (3.9). Μια επένδυση είναι οικονομικά βιώσιμη, εάν ο λόγος οφέλους/ κόστους είναι μεγαλύτερος από ή ίσος με τη μονάδα ($BCR \geq 1$). Ειδικότερα για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αυτές των συστημάτων συμπαραγωγής θερμότητας ηλεκτρισμού ή των ηλιακών συστημάτων, «όφελος» είναι η παρούσα αξία του συνόλου της εξοικονόμησης λειτουργικών δαπανών, ενώ «κόστος» είναι η παρούσα αξία της αρχικής επένδυσης και του συνόλου των λειτουργικών δαπανών του συστήματος.

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (discounted pay back period, DBP)

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να

ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης

$$NPV_{(N=DPV)} = 0 \quad (3.13)$$

Όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται από τη εξίσωση (3.9) , ενώ η ένδειξη $N=DPV$ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Εάν η αξία εκποίησης είναι ίση με μηδέν ($SV_N = 0$) και επιπλέον θεωρηθεί ότι το ετήσιο λειτουργικό όφελος F_t παραμένει σταθερό σε σταθερές τιμές, τότε η λύση της εξίσωσης (3.13) παίρνει την αναλυτική μορφή

$$DPV = \frac{-\ln\left(1 - \frac{d \cdot K_{\sigma}}{F}\right)}{\ln(1 + d)} \quad (3.14)$$

Μια επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη, εάν η τιμή του DPV ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς το χρόνο αποπληρωμής.

3.2.3 Αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο ιδιώτη επενδυτή

Η οικονομική βιωσιμότητα επενδύσεων σε ενεργειακά συστήματα εξαρτάται από: α) τα ετήσια λειτουργικά οφέλη που προκύπτουν από την υποκατάσταση αγοράς ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας από την επιχείρηση ηλεκτρισμού καθώς και από την εξοικονόμηση καυσίμου για παραγωγή θερμικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο, β) το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του συστήματος που θα επιτύχει αυτήν την υποκατάσταση. Τα μεγέθη αυτά χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των δεικτών οικονομικής σκοπιμότητας, που παρουσιάστηκαν προηγούμενα. Ο τρόπος προσδιορισμού των ετήσιων δαπανών και του ετήσιου λειτουργικού οφέλους παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Ετήσιο καθαρό όφελος (F_t)

Προκειμένου να αξιολογηθεί μια επένδυση σε επίπεδο ιδιώτη επενδυτή, είναι αναγκαίο να προσδιορισθούν οι χρηματοροές της (ή η ταμιακή εξυπηρέτησή της) και κατόπιν να υπολογισθεί η καθαρή απόδοση των ιδίων κεφαλαίων.

Τα ίδια κεφάλαια μιας ιδιωτικής επένδυσης εξαρτώνται από τη δυνατότητα του ίδιου του επενδυτή να δεσμεύει κεφάλαια, από την δυνατότητα εξεύρεσης πόρων μέσω των επιχορηγήσεων και άλλων κινήτρων που προσφέρουν οι αναπτυξιακοί νόμοι, τα διεθνή ή ευρωπαϊκά προγράμματα συγχρηματοδότησης, και από τη δυνατότητα πρόσβασης του επενδυτή στην εγχώρια ή διεθνή χρηματαγορά.

Το ύψος των ιδίων κεφαλαίων, K , μιας επένδυσης προσδιορίζεται από τη σχέση

$$K = C - C_{\varepsilon} - L = (1 - \pi_{\varepsilon} - l) \cdot C \quad (3.15)$$

Όπου

C κόστος του συστήματος συμπαραγωγής

C_{ε} ποσό επιδότησης

L ποσό προερχόμενο από δανεισμό

π_{ε} ποσοστό επιδότησης : $\pi_{\varepsilon} = C_{\varepsilon} / C$

l ποσοστό δανεικού κεφαλαίου: $l = L / C$

Η ετήσια δόση αποπληρωμής του δανείου προκύπτει από τη σχέση

$$A_L = L \cdot CRF \cdot (N_L, r) \quad (3.16)$$

Όπου

N_L περίοδος αποπληρωμής του δανείου

r επιτόκιο δανεισμού.

Η δόση αυτή αποτελείται από ένα μέρος του δανεικού κεφαλαίου και από τους τόκους. Οι τόκοι μειώνονται σταδιακά κατά τη διάρκεια της περιόδου αποπληρωμής του δανείου, διότι εξαρτώνται από το ποσό δανεισμού που έχει απομείνει στην αρχή του κάθε έτους.

Είναι χρήσιμα τα εξής μεγέθη:

L_t υπολειπόμενο ποσό δανείου στην αρχή του έτους t

Για $t=1$, είναι $L_1 = L$.

I_{L_t} τόκοι του δανείου κατά τη διάρκεια του έτους t :

$$I_{L_t} = r L_t \quad (3.17)$$

ΔL_t μείωση του ποσού του δανείου στο τέλος του έτους t :

$$\Delta L_t = A_L - I_{L_t} \quad (3.18)$$

L_{t+1} υπολειπόμενο ποσό δανείου στην αρχή του έτους $t+1$:

$$L_{t+1} = L_t - \Delta L_t \quad (3.19)$$

Το ετήσιο καθαρό όφελος το οποίο προκύπτει από την ένταξη ενός συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας, π.χ. ενός συστήματος συμπαραγωγής στο ενεργειακό σύστημα μιας επιχείρησης, προσδιορίζεται από τη σχέση

$$F_t = f_t - A_L - \phi f_{\phi t} \quad (3.20)$$

Όπου

F_t καθαρό όφελος κατά το έτος t

f_t λειτουργικό όφελος κατά το έτος t

ϕ φορολογική κλίμακα του επενδυτή

f_{ϕ} φορολογητέα κέρδη κατά το έτος t

$$f_{\phi t} = f_t - A_L - I_{L_t} \quad (3.21)$$

$$A = C / v \quad (3.22)$$

Α ετήσια λογιστική απόσβεση

n χρονική διάρκεια λογιστικής απόσβεσης

Ετήσιο λειτουργικό όφελος (f_t)

Το ετήσιο λειτουργικό όφελος για τον τελικό χρήστη του συστήματος είναι η διαφορά μεταξύ της ετήσιας αξίας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και του κόστους λειτουργίας της συντήρησης του συστήματος:

$$f_t = (K_{\eta} + \Pi + K_{\theta} - K_f - \Delta)_t \quad (3.23)$$

Όπου

K_{η} αξία ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από το σύστημα συμπαραγωγής

Π πρόσδοδος από την πώληση της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας

K_{θ} αξία θερμικής ενέργειας αν αυτή παραγόταν από συμβατικό λέβητα

K_f κόστος καυσίμου του συστήματος συμπαραγωγής

Δ δαπάνες συντήρησης και λειτουργίας (πλην καυσίμου) του συστήματος συμπαραγωγής.

Ο δείκτης t σημαίνει ότι τα μεγέθη μέσα στην παρένθεση αναφέρονται στο έτος t .

Εάν κάποια δαπάνη αυξάνει διαχρονικά με ρυθμό διάφορο του γενικού πληθωρισμού, ο οποίος είναι ίσος με το μηδέν κατά την ανάλυση με σταθερές τιμές, τότε το ύψος της δαπάνης αυτής κατά το έτος t υπολογίζεται με τη σχέση

$$K_t = K(1 + I)^t \quad (3.24)$$

Όπου

K αρχική τιμή της δαπάνης

I ετήσιος διαφορικός (ως προς το γενικό) δείκτης πληθωρισμού.

Κόστος συμβατικού τρόπου κάλυψης ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών.

Από την πλευρά του τελικού χρήστη, το σύστημα συμπαραγωγής θεωρείται ότι υποκαθιστά την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από την επιχείρηση ηλεκτρισμού και την παραγωγή θερμότητας με λέβητα συμβατικού καυσίμου (συμβατικός τρόπος). Τα κόστος για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό και θερμότητα με τον τρόπο αυτόν συμβολίζονται με K_η και K_θ αντίστοιχα. Όταν υπάρχει περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα συμπαραγωγής, τότε αυτή πωλείται στο δίκτυο και αποφέρει κάποια πρόσοδο Π .

Η τιμή του K_η είναι συνάρτηση της ηλεκτρικής ισχύος και της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Προσδιορίζεται με βάση τα τιμολόγια καταναλωτών της επιχείρησης ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Η τιμή του Π εξαρτάται από την πωλούμενη ηλεκτρική ενέργεια και προσδιορίζεται με βάση τα τιμολόγια αυτοπαραγωγών της ΔΕΗ. Το κόστος θερμότητας K_θ , θεωρείται εδώ ότι αποτελείται από το κόστος καυσίμου, δηλαδή δεν περιλαμβάνει το κόστος κεφαλαίου του λέβητα, διότι ο λέβητας μπορεί να υπάρχει ως εφεδρική πηγή ενέργειας ακόμη και όταν εγκατασταθεί σύστημα συμπαραγωγής. Δίνονται στη συνέχεια οι εκφράσεις προσδιορισμού των K_η και K_θ και Π στο επίπεδο του τελικού χρήστη καθώς και ορισμένων ενεργειακών μεγεθών που απαιτούνται για το σκοπό αυτό.

Το κόστος ηλεκτρισμού που αποφεύγεται χάρη στο σύστημα συμπαραγωγής, υπολογίζεται με τη σχέση:

$$K_\eta = \sum_{\mu=1}^{12} \left[\varepsilon_\eta \cdot T_{\Delta\text{ΕΗ}} \cdot I + K_p \cdot P \right] \quad (3.25)$$

Όπου

ε_η μηνιαία παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος συμπαραγωγής

$T_{\Delta E\eta}$ τιμολόγιο κατανάλωσης της ΔΕΗ

I ποσοστό της παραγόμενης από το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ιδιοκαταναλώνεται (εκφρασμένο σε δεκαδικό αριθμό)

P η συμβατική ισχύς (αποτελεί συμφωνία μεταξύ επιχείρησης και ΔΕΗ)

κ_p τιμή μονάδας συμβατικής ισχύος

μ δείκτης μήνα.

Η ετήσια πρόσοδος από την πώληση της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας προσδιορίζεται με τη σχέση

$$\Pi = \sum_{\mu=1}^{12} \left[\varepsilon_{\eta} \cdot T_{\alpha\upsilon\tau} \cdot (1 - I) \right]_{\mu} \quad (3.26)$$

όπου $T_{\alpha\upsilon\tau}$ είναι το τιμολόγιο αυτοπαραγωγών της ΔΕΗ.

Το κόστος θερμότητας, που αποφεύγεται χάρη στο σύστημα συμπαραγωγής, υπολογίζεται με τη σχέση

$$K_{\theta} = \frac{c_{f\Lambda} \cdot E_{\theta}}{H_{\mu\Lambda} \cdot \eta_{\Lambda}} \quad (3.27)$$

Όπου

$c_{f\Lambda}$ κόστος μονάδας καυσίμου του λέβητα

E_{θ} ετήσιο ποσό θερμότητας που προήλθε από το σύστημα συμπαραγωγής

$H_{\mu\Lambda}$ κατώτερη θερμογόνος ισχύς καυσίμου του λέβητα

η_{Λ} ενεργειακός βαθμός απόδοσης συμβατικού λέβητα.

Κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των συστήματος συμπαραγωγής αποτελείται από τις δαπάνες καυσίμου και τις υπόλοιπες δαπάνες (προσωπικού, συντήρησης, αναλώσιμων, ανταλλακτικών, κ.λ.π). Το ετήσιο κόστος καυσίμου προσδιορίζεται από τη σχέση

$$K_{f\Sigma} = \frac{c_{f\Sigma} \cdot E_{\eta}}{H u_{\Sigma} \cdot \eta_e} \quad (3.28)$$

Όπου

$c_{f\Sigma}$ κόστος μονάδας καυσίμου του συστήματος συμπαραγωγής,

E_{η} ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος συμπαραγωγής,

$H u_{\Sigma}$ κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου του συστήματος συμπαραγωγής,

η_e ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος συμπαραγωγής,

Οι υπόλοιπες δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

$$\Delta = \Delta_{\sigma} + \Delta_{\mu} \quad (3.29)$$

Όπου

Δ_{σ} σταθερές δαπάνες και Δ_{μ} μεταβλητές δαπάνες.

3.3 Ανάπτυξη επιχειρηματικής δραστηριότητας υπό το ισχύον θεσμικό καθεστώς

Οι εξελίξεις, που σημειώνονται διεθνώς στον τομέα της παραγωγής ενέργειας κατά την τελευταία δεκαπενταετία, στρέφονται γύρω από τρεις βασικούς άξονες: την αποδοτικότερη χρήση πιο φιλικών προς το περιβάλλον συμβατικών μορφών ενέργειας, όπως είναι το φυσικό αέριο, τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της ζήτησης (Demand

Side Management) και την ενισχυμένη προώθηση των αποκεντρωμένων ενεργειακών συστημάτων (Α.Ε.Σ.) είτε αξιοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε συμβατικές.

Ο τομέας της παραγωγής ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο επηρεάζεται από τις τεχνολογικές αλλά και τις πολιτικοοικονομικές εξελίξεις, που αφορούν αφενός μεν στη δημιουργία των ευρωπαϊκών ενεργειακών δικτύων, αφετέρου δε στη σταδιακή κατάργηση των υφιστάμενων κρατικών, μονοπωλιακών φορέων, οι οποίοι ελέγχουν την παραγωγή ενέργειας. Στόχος της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να μπορούν κρατικοί και ιδιωτικοί παραγωγοί ενέργειας να πωλούν το προϊόν τους σε οποιαδήποτε περιοχή της Ευρώπης, σε ευθέως ανταγωνιστική βάση και χωρίς περιοριστικούς φραγμούς, προς όφελος τελικά του καταναλωτή. Ο στόχος αυτός οριοθετείται από τη σχετική απόφαση της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κατάργηση των κρατικών μονοπωλίων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το έτος 2001. Παράλληλα, ενθαρρύνεται η ιδιωτική επιχειρηματική πρωτοβουλία στο πεδίο της παραγωγής ενέργειας, ειδικά με τρόπους που θα πληρούν τις κατευθυντήριες οδηγίες της Ε.Ε. για τη μείωση των επιπέδων εκπομπής ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα, που προέκυψαν από τη διάσκεψη της «Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή» το 1995 στη Ρώμη.

Στην Ελλάδα οι αλλαγές αυτές εκφράστηκαν με την ψήφιση του Ν.2244/94 και τις συμπληρωματικές υπουργικές αποφάσεις 8295/95 και 8907/96, ο οποίος επιτρέπει, για πρώτη φορά, την παραγωγή και διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες. Η αλλαγή του θερμικού πλαισίου ολοκληρώθηκε με τον Ν.2086/00 που όρισε τις συνθήκες απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Παρουσιάζει, επομένως, ενδιαφέρον να διερευνηθεί κατά πόσο το ισχύον ελληνικό θεσμικό πλαίσιο παρέχει στον ιδιώτη-παραγωγό τις δυνατότητες ανάπτυξης οικονομικά σκόπιμων ενεργειακών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων που ταυτόχρονα θα είναι επωφελείς και για την εθνική οικονομία.

3.3.1 Βασικοί άξονες του θεσμικού πλαισίου

Οι δύο κύριοι άξονες του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου είναι οι εξής:

- Η διάκριση ανάμεσα στον αυτοπαραγωγό και τον ανεξάρτητο παραγωγό.

- Η διάκριση ανάλογα με την αξιοποιούμενη πηγή ενέργειας. Σύμφωνα με το άρθρο 1, παρ. 2, του Ν.2244/94 ως αυτοπαραγωγός ενέργειας ορίζεται το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που παράγει ηλεκτρική ενέργεια για ίδια χρήση και διαθέτει τυχόν πλεόνασμα στη Δ.Ε.Η., ενώ ως ανεξάρτητος παραγωγός το πρόσωπο που διαθέτει εξ ολοκλήρου την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στη Δ.Ε.Η. Η διάκριση αυτή αποκτά ουσιαστικότερη έννοια, αν συσχετιστεί με τους ενεργειακούς πόρους που χρησιμοποιούνται και την ισχύ των σταθμών παραγωγής.

Πράγματι, εξετάζοντας τις παρ. 3 και 4 του ίδιου άρθρου διαπιστώνεται ότι η αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπεται χωρίς περιορισμούς ισχύος σε αυτόνομους σταθμούς με εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας, ηλιακής ενέργειας, βιομάζας, γεωθερμικής ενέργειας και παλιρροϊκής ενέργειας. Για τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς τίθεται ως άνω όριο ισχύος η τιμή των 2MW, ενώ υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της τιμής αυτής ως τα 5 MW, εφόσον πρόκειται για σταθμό που δεν έχει ήδη εντάξει η Δ.Ε.Η. στο δεκαετή προγραμματισμό της. Σε ό,τι αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, γίνεται ο διαχωρισμός ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη πρωτογενή πηγή ενέργειας: Συγκεκριμένα, εφόσον χρησιμοποιούνται συμβατικές πηγές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο), η ισχύς του συστήματος δεν μπορεί να υπερβαίνει την ηλεκτρική και θερμική ισχύ των εγκαταστάσεων του αυτοπαραγωγού που καταναλίσκουν ενέργεια. Αν, όμως, χρησιμοποιούνται υποπαραγωγή της παραγωγικής διαδικασίας του αυτοπαραγωγού ή συστήματα επανάκτησης της απορριπτόμενης θερμότητας, τότε δεν τίθεται όριο ισχύος. Επισημαίνεται ότι στην ίδια κατεύθυνση κινείται η τιμολογιακή πολιτική στο σύνολο σχεδόν των ευρωπαϊκών χωρών.

Για την περίπτωση του ανεξάρτητου παραγωγού γίνεται καταρχήν διαχωρισμός ανάλογα με τη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται και τη μορφή ενέργειας που παράγεται. Τα συστήματα που παρουσιάζουν επιχειρηματικό ενδιαφέρον είναι αυτά που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια είτε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε από φυσικό αέριο με συμπαραγωγή. Στην πρώτη περίπτωση οι περιορισμοί, που τίθενται από το νόμο ως προς την ισχύ του συστήματος, δεν είναι αυστηρά προκαθορισμένοι. Στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει το άνω όριο ισχύος των 50 MW.

Ο δεύτερος κύριος άξονας του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου είναι η διαφοροποίηση που επέρχεται ανάλογα με την αξιοποιούμενη πηγή ενέργειας. Η διαφοροποίηση αφορά καταρχήν την παροχή άδειας λειτουργίας και εν συνεχεία την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας.

Σε ό,τι αφορά την παροχή άδειας λειτουργίας στο νησιωτικό απομονωμένο σύστημα, όπου τα φορτία είναι εν γένει μικρά, δεν επιτρέπεται η λειτουργία μονάδων φυσικού αερίου από ανεξάρτητους παραγωγούς, ενώ επιτρέπεται από αυτοπαραγωγούς. Στην ηπειρωτική Ελλάδα επιτρέπεται η λειτουργία μονάδων φυσικού αερίου τόσο από αυτοπαραγωγούς όσο και από ανεξάρτητους παραγωγούς. Στην περίπτωση των ανεξάρτητων παραγωγών ισχύει το άνω όριο των 50 MW, ενώ εξετάζεται από τη Δ.Ε.Η. καταρχήν αν υπάρχει ενδιαφέρον σύμπραξης της (Άρθρο 1, παρ. 7, 8, 9, 10). Μόνο στην περίπτωση που η Δ.Ε.Η. δεν εκδηλώσει μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ενδιαφέρον, επιτρέπεται στον ιδιώτη-παραγωγό να προχωρήσει μόνος του στην επένδυση. Σε ό,τι αφορά την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας, η τιμή πώλησης της για τους ιδιώτες-παραγωγούς προσδιορίζεται ως ποσοστό του αντίστοιχου τιμολογίου πώλησης της Δ.Ε.Η. Όπως προκύπτει από τα στοιχεία που σημειώνονται στον πίνακα 4.1, η τιμή πώλησης μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση εγκατάστασης του συστήματος παραγωγής (στο αυτόνομο-νησιωτικό σύστημα ή στο διασυνδεδεμένο), τη διάκριση αυτοπαραγωγής-ανεξάρτητης παραγωγής, την τάση παραγωγής (χαμηλή, μέση ή υψηλή), τη ζώνη φορτίου στην οποία παράγεται η ενέργεια (για την υψηλή τάση), το είδος της χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας και, τέλος, την ισχύ λειτουργίας του συστήματος. Τα παραπάνω στοιχεία οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το θεσμικό πλαίσιο, με τις υψηλότερες τιμές πώλησης που προβλέπει για την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησιωτικό απομονωμένο σύστημα, ενισχύει επενδύσεις προς αυτήν την κατεύθυνση. Αν λάβει κανείς υπόψη του τα πιο πρόσφατα στοιχεία κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η., που παρατίθενται στο σχήμα 4.2 και που προκύπτουν από τον απολογισμό δραστηριοτήτων της επιχείρησης για το 1995, προκύπτει ότι το κόστος παραγωγής της Δ.Ε.Η. σε αυτόνομους σταθμούς είναι υπερδιπλάσιο του αντίστοιχου στους διασυνδεδεμένους σταθμούς. Με βάση αυτά τα στοιχεία και λαμβάνοντας υπόψη ότι η τιμολογιακή πολιτική της Δ.Ε.Η. είναι ίδια για όλη την επικράτεια, προκύπτει ότι ορθώς ενθαρρύνονται οι επενδύσεις στο νησιωτικό χώρο. Αντίθετα, στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, όπου το κόστος παραγωγής της Δ.Ε.Η. είναι χαμηλό, το θεσμικό πλαίσιο παρέχει στην

τελευταία ένα σαφές πλεονέκτημα. Μπορεί κανείς επομένως να διαπιστώσει ότι το κύριο σκεπτικό που επικράτησε κατά την κατάρτιση του Ν.2244/94 ήταν η διασφάλιση συνθηκών ανάπτυξης επιχειρηματικών πρωτοβουλιών στο χώρο της παραγωγής ενέργειας, σε τομείς όπου η Δ.Ε.Η. δεν έχει άμεσο ενδιαφέρον ή άμεση οικονομική σκοπιμότητα δραστηριοποίησης, όχι, όμως, και σε τομείς όπου θα μπορούσε να αναπτυχθεί ανταγωνιστική δραστηριότητα σε μεγάλης κλίμακας παραγωγή ενέργειας.

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη σχέση που έχει η Δ.Ε.Η. με τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (Δ.Ε.Π.Α.) σε ό,τι αφορά την προμήθεια φυσικού αερίου για τους σταθμούς της, καθιστά απίθανη την ανάπτυξη επιχειρηματικής δραστηριότητας ανεξάρτητων παραγωγών στον τομέα της συμπαραγωγής.

Πρωταρχική συνθήκη για την εξέταση του θεσμικού πλαισίου αποτελεί η ανάλυση της συμβολής, υφιστάμενης και δυνητικής, των Α.Ε.Σ., προκειμένου να αποσαφηνισθούν τόσο η κλίμακα του αποτελέσματος που επιδιώκεται να επιτευχθεί με τη χρήση των επιμέρους συστημάτων όσο και οι τεχνολογικοί περιορισμοί που επηρεάζουν την προώθηση των συστημάτων σε μακροοικονομικό επίπεδο. Από την καταγραφή των Α.Ε.Σ. που λειτουργούν σήμερα προκύπτει μία αξιολογη διάδοση των συστημάτων αξιοποίησης ήπιων μορφών ενέργειας και μία περιορισμένη ανάπτυξη στα υπόλοιπα συστήματα, τα οποία έχουν περισσότερο πιλοτικό χαρακτήρα. Ειδικότερα, στην κατηγορία των συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας καταγράφηκε μία εγκατεστημένη επιφάνεια της τάξης του 1.800.000 m², των ανεμογεννητριών, με μία εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 200 MW στα τέλη του 2000 από 45 MW που ήταν το 1997, και των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών με μία εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 42 MW. Η βιομάζα διαδραματίζει έναν μειούμενο ρόλο στην οικιακή και γεωργική χρήση της υπαίθρου, ενώ οι γεωθερμικές εφαρμογές για αγροτική χρήση και τα συστήματα παραγωγής ενέργειας με την αξιοποίηση απορριμμάτων και αποβλήτων δεν έχουν αναπτυχθεί ανάλογα με το διαθέσιμο δυναμικό. Ως βασικά κριτήρια κατά την αξιολόγηση των συστημάτων χρησιμοποιήθηκαν το εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό των αντίστοιχων πόρων, η καταλληλότητά τους στις ελληνικές κλιματικές και μορφολογικές συνθήκες, η διαθέσιμη τεχνολογία, το επίπεδο εμπειρίας από τις εφαρμογές τους σε ερευνητικό και παραγωγικό επίπεδο και τα αποτελέσματα χρήσης από την εφαρμογή τους στο παρελθόν. Ως θετικές επιλογές αξιολογήθηκαν οι

ανεμογεννήτριες, τα ηλιακά συστήματα, θερμικά και φωτοβολταϊκά, και οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

3.3.2 Αξιολόγηση του θεσμικού πλαισίου

Η μεθοδολογική προσέγγιση αξιολόγησης του θεσμικού πλαισίου βασίζεται στην παράλληλη διερεύνηση της οικονομικής σκοπιμότητας μίας επένδυσης σε Α.Ε.Σ. από την άποψη του ιδιώτη-παραγωγού και της εθνικής οικονομίας, για εκείνες τις κατηγορίες Α.Ε.Σ. που αποτελούν ελκυστικές ευκαιρίες ανάληψης επιχειρηματικής δραστηριότητας από πλευράς ιδιώτη-παραγωγού. Συγκεκριμένα, για κάθε μία κατηγορία Α.Ε.Σ. καθορίζονται «τυπικές μονάδες», προδιαγράφοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, εκτιμώντας το αναγκαίο επενδεδυμένο κεφάλαιο και υπολογίζοντας το κόστος παραγωγής τους. Ειδικότερα, για την προδιαγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών και την εκτίμηση του αναγκαίου επενδεδυμένου κεφαλαίου αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης. Για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής διαμορφώθηκαν κατάλληλες συναρτήσεις κόστους.

Για κάθε κατηγορία τυπικών μονάδων διερευνήθηκε η οικονομική σκοπιμότητα που αναμένεται να προκύψει τόσο για τον ιδιώτη-παραγωγό όσο και για την εθνική οικονομία.

Για τη διερεύνηση της σκοπιμότητας των επενδύσεων σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης για τον προσδιορισμό της χρηματοοικονομικής απόδοσης του επενδυθέντος κεφαλαίου, η μέθοδος υπολογισμού του Κόστους της Παραγόμενης Μονάδας Ενέργειας (Κ.Π.Μ.Ε.) για την απευθείας σύγκρισή του με το αντίστοιχο κόστος παραγωγής της Δ.Ε.Η. και η μέθοδος της Ανάλυσης Κόστους-Ωφέλειας (C.B.A.) για την αξιολόγηση της συμβολής της επένδυσης στην εθνική οικονομία. Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι της Κ.Π.Α. και του Ε.Ε.Α. χρησιμοποιήθηκαν τόσο για τη χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης από την άποψη του ιδιώτη-παραγωγού όσο και της εθνικής οικονομίας, με τα αναγκαία δεδομένα ανάλογα με την περίπτωση. Η μέθοδος του Κ.Π.Μ.Ε. δίνει το ίδιο αποτέλεσμα και για τις δύο περιπτώσεις αξιολόγησης και χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση της σκοπιμότητας της επένδυσης από την άποψη της εθνικής οικονομίας, συγκρίνοντας το κόστος παραγωγής που προκύπτει από τη χρήση

της μεθόδου με το αντίστοιχο της Δ.Ε.Η. Τέλος, η μέθοδος C.B.A. επιλέχθηκε για την αξιολόγηση της επένδυσης από την άποψη της εθνικής οικονομίας, τόσο επειδή είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος αναλύσεων σε μακροοικονομικό επίπεδο στο διεθνή χώρο, όσο και επειδή ο δείκτης C.B.A., ως αδιάστατο μέγεθος, διευκολύνει τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών επενδύσεων για την πρόκριση της πλέον σκόπιμης, ενώ παράλληλα κατά την εφαρμογή της μεθόδου μπορούν να ληφθούν υπόψη και ποιοτικοί παράγοντες, όπως μείωση του φορτίου ενός συμβατικού ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού κατά τις περιόδους αιχμής, μείωση των εκπεμπομένων ρύπων κ.ά.

Η οικονομική ωφέλεια για την εθνική οικονομία από την πραγματοποίηση επενδύσεων στον τομέα των Α.Ε.Σ. προκύπτει από δύο βασικές συνιστώσες: Από την υποκατάσταση της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των ενεργειακών φορτίων, εφόσον δεν πραγματοποιηθούν οι επενδύσεις σε Α.Ε.Σ., και από τον περιορισμό της συναλλαγματικής εκροής για την εισαγωγή ενέργειας, κυρίως πετρελαίου. Οι βασικές επιρροές των παραπάνω συνιστωσών στην εθνική οικονομία είναι οι εξής:

- Οικονομική ωφέλεια λόγω χαμηλότερου κόστους παραγωγής της παραγόμενης ενέργειας από Α.Ε.Σ. σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος παραγωγής της ενέργειας με συμβατικό τρόπο, που διαφοροποιείται έντονα ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη πηγή και τη θέση εγκατάστασης.
- Το εμπορικό ισοζύγιο πληρωμών επηρεάζεται αρνητικά από τη συναλλαγματική αξία του απαιτούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του Α.Ε.Σ., εφόσον αυτός είναι εισαγόμενος, και θετικά από τον περιορισμό της συναλλαγματικής εκροής για την εισαγωγή συμβατικών ενεργειακών πόρων (π.χ. ολική ή μερική υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε έναν αυτόνομο πετρελαϊκό σταθμό από μία ανεμογεννήτρια).
- Τα δημοσιονομικά έσοδα επηρεάζονται αρνητικά από τη μείωση εισπραξης δασμών εξαιτίας της μη χρήσης συμβατικών καυσίμων. Ο παράγοντας αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός κατά την υποκατάσταση πετρελαίου (π.χ. η υποκατάσταση του πετρελαίου, για χρήση θέρμανσης χώρων, από ηλιακά θερμικά συστήματα).

- Οι δημόσιες επενδύσεις επηρεάζονται αρνητικά από τις επιδοτήσεις των επενδύσεων στον τομέα των Α.Ε.Σ., εφόσον εμπίπτουν στα κριτήρια του αναπτυξιακού νόμου Ν.2234/94 ή από την εθνική συμμετοχή στα ευρωπαϊκά προγράμματα στήριξης των Α.Ε.Σ., και έμμεσα θετικά από τον περιορισμό των αναγκών ύπαρξης συμβατικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Άλλες παράμετροι, όπως οι επιπτώσεις στην κλαδική βιομηχανική ανάπτυξη, στην αγορά εργασίας και στο περιβάλλον, δεν ποσοτικοποιήθηκαν, παρ' όλο που η μέθοδος C.B.A. δίνει τη δυνατότητα, επειδή η εκτίμησή τους μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τις αρχικές συνθήκες και το χρονικό ορίζοντα διερεύνησης του προβλήματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη της σκοπιμότητας των ήλιακών συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού, συσχετιζόμενη με την ενίσχυση του κλάδου κατασκευής ήλιακών συλλεκτών στη δεκαετία του 1980, όταν ο κλάδος γνώριζε σημαντική ανάπτυξη, και σήμερα, που έχει σταθεροποιηθεί. Υπό αυτήν την έννοια, τα αποτελέσματα της ανάλυσης που παρουσιάζονται στην εργασία αποτελούν τη συντηρητική χρηματοοικονομική εκτίμηση σκοπιμότητας των Α.Ε.Σ. για την εθνική οικονομία.

3.3.3 Σκοπιμότητα επενδύσεων από την άποψη του παραγωγού

Για την οικονομική αξιολόγηση των Α.Ε.Σ. από την άποψη του ιδιώτη παραγωγού προσδιορίστηκαν το αρχικό επενδυτικό κόστος, το σχήμα χρηματοδότησης, οι λειτουργικές δαπάνες και τα αναμενόμενα έσοδα από την παραγωγή ενέργειας για κάθε μία κατηγορία τυπικών Α.Ε.Σ. ξεχωριστά. Ειδικότερα, τα στοιχεία αρχικού επενδυτικού κόστους και λειτουργικών δαπανών που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τα αρχεία των φορέων μελέτης, κατασκευής και χρήσης Α.Ε.Σ. (Δ.Ε.Η., Ο.Τ.Ε., Ε.Τ.Β.Α., Κ.Α.Π.Ε., Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης, κατασκευάστριες εταιρείες). Σε ό,τι αφορά τό σχήμα χρηματοδότησης της επένδυσης εξετάστηκαν οι δυνατότητες: α) της χρηματοδότησης εξ ιδίων κεφαλαίων, β) της ένταξης της επένδυσης στις διατάξεις του Ν.2234/94 «περί παροχής κινήτρων για την οικονομική ανάπτυξη», δηλαδή επιχορήγηση της αρχικής επένδυσης, επιδότηση επιτοκίου δανεισμού και αυξημένων αποσβέσεων και γ) της ένταξής της στα προγράμματα χρηματοδότησης επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα, Thermie, Leader). Τα αναμενόμενα έσοδα προσδιορίστηκαν βάσει της ωφέλιμης παραγόμενης

ενέργειας, κάθε τυπικής μονάδας και των τιμολογίων πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, όπως ορίζονται από τον Ν.2244/94. Για τη διερεύνηση της οικονομικής σκοπιμότητας, και εξαιτίας του ιδιαίτερα μεγάλου χρονικού ορίζοντα αξιολόγησης αυτών των συστημάτων, που κυμαίνεται από 15 ως 30 χρόνια, χρησιμοποιήθηκαν αποπληθωρισμένα οικονομικά μεγέθη. Έτσι, το αποπληθωρισμένο κόστος κεφαλαίου εκτιμήθηκε σε 4.5%. Το μέγεθος αυτό προκύπτει από το μέσο επιτόκιο χορηγήσεων αφαιρώντας τη μέση τιμή του δείκτη τιμών καταναλωτή. Με προοπτική την επίτευξη των στόχων του προγράμματος σύγκλισης τα δύο μεγέθη θα πρέπει να διαμορφωθούν στα επίπεδα του 7% και 2,5% αντίστοιχα, στα επόμενα χρόνια. Οι σημερινές τιμές τους είναι 12% και 6% αντιστοίχως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Οι μονάδες ανανεώσιμων μορφών ενέργειας είναι εγκαταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Το συνολικό κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης επηρεάζεται κυρίως από:

- Το αρχικό κόστος της εγκατάστασης
- Το κόστος του κεφαλαίου επένδυσης
- Το λειτουργικό κόστος
- Τον χρόνο ζωής της εγκατάστασης

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης καθορίζεται κυρίως από:

- Το είδος της ανανεώσιμης μορφής ενέργειας
- Την ωφέλιμη εγκατεστημένη ισχύ
- Το ενεργειακό δυναμικό της ανανεώσιμης μορφής στην περιοχή εγκατάστασης

Ειδικότερα, το αρχικό κόστος της εγκατάστασης περιλαμβάνει:

- Το κόστος των αρχικών μετρήσεων
- Το κόστος των αναγκαίων μελετών
- Το κόστος αγοράς ή ενοικίασης της περιοχής εγκατάστασης
- Το κόστος αγοράς του εξοπλισμού
- Το κόστος μεταφοράς του εξοπλισμού
- Το κόστος εγκατάστασης

Εν συνεχεία, το κόστος του κεφαλαίου επένδυσης είναι άμεσα συνδεδεμένο με την επιθυμητή απόσβεση του και τους τόκους, ενώ επηρεάζεται κυρίως από το επιτόκιο αναγωγής κατά το χρόνο της εγκατάστασης.

Τέλος, το κόστος λειτουργίας περιλαμβάνει:

- Τη μισθοδοσία του προσωπικού
- Το κόστος συντήρησης

Παράλληλα, το λειτουργικό κόστος εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος, τον τρόπο σχεδίασης και τα ιδιαίτερα κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της όλης εγκατάστασης. Στο ετήσιο κόστος λειτουργίας περιλαμβάνονται επίσης η ετήσια πληρωμή σχετικών δανείων, το κόστος της εφεδρικής συμβατικής ενέργειας, τα ασφάλιστρα και το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία της όλης εγκατάστασης.

Το λειτουργικό κόστος των συστημάτων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας είναι αρκετά χαμηλό, ενώ το αντίστοιχο αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης είναι σχετικά υψηλό σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές.

Στην πράξη το σύνολο των αρχικών και μη δαπανών μιας εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας θα πρέπει να ανάγεται σε παρούσες αξίες, προκειμένου να επιτευχθεί μία αντικειμενική εκτίμηση της απόδοσης της συγκεκριμένης επένδυσης. Επιπλέον, ο χρόνος ζωής καθώς και ο χρόνος απόσβεσης του κόστους των εγκαταστάσεων επιδρούν ουσιαστικά στην τελική επιλογή ή απόρριψη.

4.2 Παρούσα αξία χρήματος

Ένα σημερινό χρηματικό ποσό αξίζει περισσότερο σε σχέση με τα χρόνια στο μέλλον. Γεγονός, το οποίο είναι προφανές, αν ληφθεί υπόψη, ότι ένα χρηματικό ποσό μπορεί να επενδυθεί εντόκως και να δώσει μελλοντικά ένα μεγαλύτερο ποσό, ενώ παράλληλα ένα μελλοντικό ποσό έχει μικρότερη αξία σήμερα. Συνεπώς, προκειμένου να πραγματοποιηθεί σύγκριση χρηματικών αξιών θα πρέπει να υπολογίζονται οι αντίστοιχες παρούσες αξίες τους. Η παρούσα αξία ενός κεφαλαίου δίνεται από τη σχέση:

$$K_a = \frac{K_x}{(1 + \varepsilon)^v} \quad (1)$$

όπου:

K_a , το αρχικό κεφάλαιο ή η παρούσα αξία του κεφαλαίου K_x

K_x , το μελλοντικό ή διαχρονικό κεφάλαιο

ε , το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (%)

v , έτη διαχρονικού κεφαλαίου

Από την παραπάνω σχέση, είναι γνωστός ο ετήσιος ρυθμός πληθωρισμού και το αντίστοιχο κεφάλαιο στο τέλος του πρώτου χρόνου. Τότε το μελλοντικό ή διαχρονικό κεφάλαιο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_x = K_{x1} (1 + i)^{v-1} \quad (2)$$

όπου:

K_{x1} , το κεφάλαιο στο τέλος του πρώτου χρόνου

i , ο ετήσιος ρυθμός πληθωρισμού ή πληθωρισμός (%)

Το κεφάλαιο K_x όπως δόθηκε στη σχέση (2) έχει παρούσα αξία ($K_{xπ}$), η οποία δίνεται ως:

$$K_{xπ} = \frac{K_{x1} (1 + i)^{v-1}}{(1 + \varepsilon)^v} \quad (3)$$

Η σχέση (3) δίνει την παρούσα αξία ενός μελλοντικού κεφαλαίου, ενώ η παρούσα αξία ($K_{xπ0}$) για όλα τα έτη του διαχρονικού κεφαλαίου είναι:

$$K_{xπ0} = K_{x1} \sum_{j=1}^v \frac{(1 + i)^{j-1}}{(1 + \varepsilon)^j} = K_{x1} \Sigma_{\pi} \quad (4)$$

όπου:

Σ_{π} , ο συντελεστής παρούσας αξίας.

Ο συντελεστής Σ_{π} προκύπτει από τη σχέση:

$$\Sigma_{\pi} = \sum_{j=1}^{\nu} \frac{(1+i)^{j-1}}{(1+\varepsilon)^j} = \frac{1}{\varepsilon-i} \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+\varepsilon} \right)^{\nu} \right] \text{ για } i \neq \varepsilon \text{ και} \quad (5)$$

$$\Sigma_{\pi} = \sum_{j=1}^{\nu} \frac{(1+i)^{j-1}}{(1+\varepsilon)^j} = \frac{\nu}{1+i} \text{ για } i = \varepsilon$$

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι, η πλειονότητα των εγκαταστάσεων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας συνεργάζονται με τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις συμβατικών μορφών. Ειδικότερα στην συγκεκριμένη περίπτωση, η ανάλυση κέρδους κύκλου ζωής της εγκατάστασης εξαρτάται από την καθαρή παρούσα αξία. Η καθαρή παρούσα αξία δίνεται από τη σχέση (4), αν η ποσότητα $K_{\kappa 1}$ εκφράζει το διαφορικό κόστους. Η επιλογή ενός συστήματος στην πράξη γίνεται συχνά με βάση την παραπάνω καθαρή παρούσα αξία, με αποτέλεσμα το σύστημα με τη μεγαλύτερη καθαρή παρούσα αξία να είναι το προτιμότερο από την πλευρά του οικονομικού κόστους.

4.3 Χρόνος απόσβεσης

Ο χρόνος απόσβεσης είναι ο χρόνος που απαιτείται για να γίνει απόσβεση του κεφαλαίου επένδυσης μιας εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας. Η απόσβεση προκύπτει από τη σχέση:

$$\sum_{j=1}^{V_{\alpha}} K_{1\kappa} (1+i_{\kappa})^{j-1} = K_{o\alpha} \quad (6)$$

ή

$$K_{1\kappa} \cdot \Sigma_{\pi}(V_{\alpha}, i_{\kappa}, \varepsilon=0) = K_{o\alpha} \quad (7)$$

όπου:

$K_{1\kappa}$, το κέρδος του πρώτου χρόνου από εξοικονόμηση καυσίμου

i_{κ} ο ετήσιος ρυθμός πληθωρισμού του καυσίμου (%)

K_{oa} το ολικό αρχικό κόστος του συστήματος

V_{α} τα έτη απόσβεσης

Σ_{π} ο συντελεστής παρούσας αξίας

Το κέρδος καυσίμου του πρώτου χρόνου μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$K_{1\kappa} = \Pi_{\kappa} E \cdot K_{\alpha\mu} \quad (8)$$

όπου:

Π_{κ} το ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου με ανανεώσιμη μορφή ενέργειας(%)

E , το ετήσιο φορτίο

$K_{\alpha\mu}$ το κόστος καυσίμου ανά μονάδα φορτίου για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας

Αν το επιτόκιο είναι διάφορο του μηδενός ($\varepsilon \neq 0$), τότε ισχύει η σχέση:

$$\sum_{j=1}^{V_{\alpha}} K_{1\kappa} \frac{(1+i_{\kappa})^{j-1}}{(1+\varepsilon)^j} = K_{oa} \quad (9)$$

ή

$$K_{1\kappa} \cdot \Sigma_{\pi}(V_{\alpha}, i_{\kappa}, \varepsilon) = K_{oa} \quad (10)$$

Εν συνεχεία, αν ληφθούν υπόψη οι σχέσεις (5) και (10) προκύπτει:

$$\frac{K_{oa}}{K_{1\kappa}} = \frac{1}{\varepsilon - i_{\kappa}} \left[1 - \left(\frac{1+i_{\kappa}}{1+\varepsilon} \right)^{V_{\alpha}} \right]$$

ή

$$1 - \frac{K_{oa}(\varepsilon - i_{\kappa})}{K_{1\kappa}} = \left(\frac{1+i_{\kappa}}{1+\varepsilon} \right)^{V_{\alpha}}$$

ή

$$\ln \frac{K_{1\kappa}}{K_{o\alpha}(\varepsilon - i_{\kappa})} = V_{\alpha} \ln \left(\frac{1+i_{\kappa}}{1+\varepsilon} \right)$$

$$V_{\alpha} = \frac{\ln K_{1\kappa} - \ln K_{o\alpha}(\varepsilon - i_{\kappa})}{\ln(1+i_{\kappa}) - \ln(1+\varepsilon)} \quad (11)$$

Αν ληφθεί υπόψη η δεύτερη περίπτωση της σχέσης (5), προκύπτει από τη σχέση (10):

$$\frac{K_{o\alpha}}{K_{1\kappa}} = \frac{V_{\alpha}}{1+i_{\kappa}} \quad \text{ή}$$

$$V_{\alpha} = \frac{K_{p\alpha}}{K_{1\kappa}} (1+i_{\kappa}) \quad (12)$$

4.4 Εκροές και εισροές συστημάτων Α.Π.Ε.

Το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης ΑΠΕ δίνεται από τη σχέση:

$$K_o = K_1 P + K_2 \quad (13)$$

όπου:

K_o , το συνολικό κόστος της εγκατάστασης σε €

K_1 , το μοναδιαίο κόστος της εγκατάστασης σε €/KW

P , η παραγόμενη ισχύς της εγκατάστασης σε KW

K_2 , το κόστος εγκατάστασης ανεξάρτητο της παραγόμενης ισχύος σε € .

4.4.1 Κόστος δανειοδότησης

Το κόστος λειτουργίας μιας εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων και το κεφάλαιο, το οποίο πληρώνεται ετησίως για την εξόφληση σχετικών δανείων. Συνεπώς, οι ετήσιες ισόποσες δόσεις εξόφλησης του δανείου δίνονται από τη σχέση:

$$K_{\Delta} = K_{O\Delta} \frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^v}{(1+\varepsilon)^v - 1} \quad (14)$$

όπου:

K_{Δ} , η ετήσια δόση εξόφλησης δανείου σε €

$K_{O\Delta}$, το ολικό κεφάλαιο του δανείου σε €

ε , το ετήσιο καθαρό επιτόκιο δανειοδότησης (%)

v , η χρονική περίοδος δανειοδότησης σε έτη .

4.4.2 Διαχρονικό κόστος

Στο ετήσιο λειτουργικό κόστος εκτός από την ετήσια πληρωμή των σχετικών δανείων, περιλαμβάνονται το κόστος εφεδρικής συμβατικής ενέργειας, τα ασφάλιστρα, το κόστος της εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης. Τα παραπάνω κόστη εκφράζονται σε σταθερές τιμές αναφερόμενα σε κάποιο χρόνο. Τέλος, στην περίπτωση που η μεταβολή των παραμέτρων του κόστους δεν συμφωνεί με το γενικό πληθωρισμό, τότε το αντίστοιχο κόστος καλείται διαχρονικό κόστος και δίνεται από τη σχέση:

$$K_x = K_a(1+r)^v \quad (15)$$

όπου:

K_x , το διαχρονικό κόστος σε €

K_a , το αρχικό κόστος σε €

r , ο πληθωρισμός πάνω από το γενικό πληθωρισμό (%)

v , η χρονική περίοδος διαχρονικού κόστους σε έτη .

4.4.3 Ετήσιο οικονομικό όφελος

Το ετήσιο οικονομικό όφελος που μπορεί να προέλθει από μια εγκατάσταση ανανεώσιμης μορφής ενέργειας ή εξοικονόμησης ενέργειας δίνεται από τη σχέση:

$$K_{\varepsilon \bullet \bullet 0} = K_{\varepsilon \sigma} - K_{\varepsilon \bullet \varepsilon} \quad (16)$$

όπου:

$K_{\varepsilon, \sigma}$ το ετήσιο οικονομικό όφελος σε €

$K_{\varepsilon, \sigma}$ το ετήσιο κόστος συμβατικής ενέργειας σε €

$K_{\varepsilon, \varepsilon}$ το ετήσιο κόστος ανανεώσιμης μορφής ενέργειας ή με εξοικονόμηση σε € .

Το ετήσιο λειτουργικό οικονομικό όφελος μιας εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας ή εξοικονόμησης ενέργειας δίνεται από τη σχέση:

$$K_{\varepsilon \lambda} = K_{\varepsilon} - (K_{\Delta} + K_{\Sigma} + K_{\alpha \sigma} + K_{\lambda}) \quad (17)$$

όπου:

$K_{\varepsilon \lambda}$ το ετήσιο λειτουργικό οικονομικό όφελος σε €

K_{ε} το κόστος της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ ή εξοικονομείται σε €

K_{Δ} η ετήσια δόση εξόφλησης δανείου σε €

K_{Σ} το ετήσιο κόστος συντήρησης σε €

$K_{\alpha \sigma}$ το ετήσιο κόστος ασφάλισης σε €

K_{λ} το ετήσιο κόστος ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης σε €

4.5 Κριτήρια επενδύσεων

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί μία οικονομική επένδυση, είναι επιβεβλημένο να γίνει προσεκτική μελέτη και αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής βιωσιμότητας του έργου, λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένα κριτήρια.

4.5.1 Κριτήριο καθαρής παρούσας αξίας

Το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας (net present value) εκφράζεται με τη σχέση:

$$K_{κπα} = \sum_{v=1}^v \frac{K_v}{(1+\varepsilon)^v} - K_{\sigma} \quad (18)$$

όπου:

$K_{κπα}$ η καθαρή παρούσα αξία ή ο δείκτης καθαρής παρούσας αξίας

K_v η καθαρή χρηματική ροή επένδυσης τη χρονική περίοδο (v)

ε , το επιτόκιο αναγωγής στην παρούσα αξία

v , ο χρόνος ζωής της επένδυσης

K_{σ} το συνολικό κόστος επένδυσης στο χρόνο αναφοράς .

Ειδικότερα, το επιτόκιο αναγωγής ε θεωρείται συνήθως πάνω από το γενικό πληθωρισμό και ουσιαστικά ίσο με το επιτόκιο δανεισμού το χρόνο έναρξης της εμπορικής εκμετάλλευσης της εγκατάστασης. Ενώ τέλος, η καθαρή χρηματική ροή K_v δίνεται από τη σχέση:

$$K_v = (\text{έσοδα}) - (\text{λειτουργικά έξοδα}) \quad (19)$$

Συνεπώς, μία οικονομική επένδυση θεωρείται συμφέρουσα, αν ισχύει η σχέση:

$$K_{κπα} > 0 \quad (20)$$

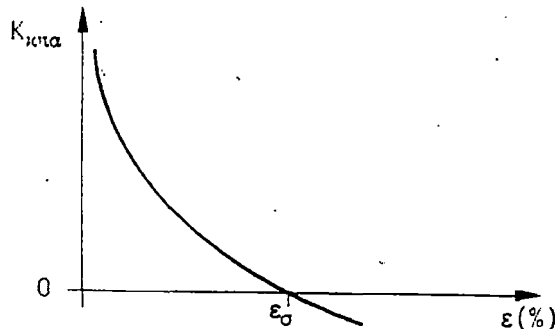
Από τη σχέση (18) γίνεται φανερό, ότι το επιτόκιο αναγωγής ε επηρεάζει σημαντικά την καθαρή παρούσα αξία, με αποτέλεσμα να πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του.

4.5.2 Κριτήριο εσωτερικού συντελεστή απόσβεσης/απόδοσης

Ως εσωτερικός συντελεστής απόσβεσης ορίζεται το επιτόκιο προεξόφλησης πάνω από το γενικό πληθωρισμό, το οποίο μηδενίζει τη προηγούμενη σχέση (18) της καθαρής παρούσας αξίας. Ειδικότερα, ο υπολογισμός του εσωτερικού συντελεστή απόσβεσης ή απόδοσης (internal rate of return) ξεπερνάει την αβεβαιότητα που υπάρχει στην επιλογή του επιτοκίου της σχέσης (18). Ο εσωτερικός συντελεστής απόσβεσης προκύπτει από τη σχέση:

$$K_{\kappa\pi\alpha} = \sum_{v=1}^{\nu} \frac{K_v}{(1+\varepsilon)^v} - K_{\sigma} = 0 \quad (21)$$

Η εξίσωση (21) είναι δυνατό να επιλυθεί αναλυτικά ως προς το επιτόκιο ε . Οπότε, στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η γενική περίπτωση γραφικής λύσης της:



Σχήμα 1 Γενική περίπτωση γραφικής λύσης της εξίσωσης 21

Το επιτόκιο ε_{σ} (%) του σχήματος 1 εκφράζει τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης μιας επένδυσης. Μια επένδυση θεωρείται συμφέρουσα, αν το ε_{σ} (%) είναι μεγαλύτερο από τα αποδεκτά επιτόκια δανειοδότησης ή αν είναι μεγαλύτερο από άλλες συγκρίσιμες επένδυσης.

4.5.3 Κριτήριο περιόδου επανάκτησης κεφαλαίου

Το κριτήριο επανάκτησης κεφαλαίου (break even analysis) αναλύεται με τους ακόλουθους δύο (2) τρόπους:

- 1) Υπολογισμός του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για να καλυφθεί η αρχική δαπάνη μιας επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες εισροές εισοδήματος (σημείο Γ σχήματος 2).

Με βάση τον παραπάνω ορισμό, η χρονική περίοδο επανάκτησης κεφαλαίου υπολογίζεται από την σχέση:

$$T_{\text{πεκ}} = \frac{\ln\left(\frac{K_{\varepsilon i}}{K_{\varepsilon v}} + 1\right)}{\ln(1+i)} \quad (22)$$

όπου:

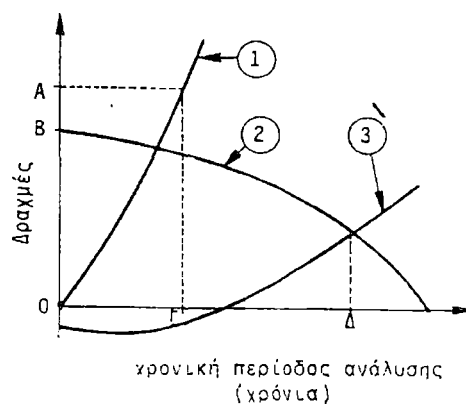
$K_{\varepsilon i}$ το κόστος επένδυσης

$K_{\varepsilon v}$ το κόστος της ενέργειας που εξοικονομείται το έτος έναρξης της λειτουργίας

i , ο ετήσιος ρυθμός πληθωρισμού ενεργειακού κόστους (%)

2) Υπολογισμός του χρονικού διαστήματος που αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο της επένδυσης. Δηλαδή υπολογίζεται το απαιτούμενο χρονικό διάστημα, στο οποίο τα οικονομικά οφέλη της επένδυσης ισοδυναμούν με το υπόλοιπο χρέος (σημείο Δ σχήματος 2).

Στον παραπάνω υπολογισμό, είναι απαραίτητος ο ακριβής διαχρονικός υπολογισμός των εισροών και εκροών της επένδυσης, ενώ τα αθροιστικά οφέλη και το αθροιστικό εισόδημα αναφέρονται σε σταθερές τιμές του έτους αναφοράς.



Σχήμα 2 Διάγραμμα περιόδου επανάκτησης κεφαλαίου

όπου:

(1), το αθροιστικό εισόδημα

(2), το υπόλοιπο κεφαλαίου

(3), τα αθροιστικά οφέλη

ΟΑ, η αρχική επένδυση

ΑΒ, η προκαταβολή

Δ, το νεκρό σημείο επένδυσης .

Τέλος, ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης μιας επένδυσης εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας για υποκατάσταση ή εξοικονόμηση καυσίμου είναι:

- Ο χρόνος που απαιτείται για να εξισωθούν τα συσσωρευμένα κέρδη καυσίμου με την ολική αρχική δαπάνη της επένδυσης μιας εγκατάστασης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας.

4.6 Κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε

Το κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μιας αιολικής εγκατάστασης δίνεται από τη σχέση:

$$K_o = \frac{K_\alpha}{E} \frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^v}{(1+\varepsilon)^v - 1} + \frac{K_{\sigma\nu} + K_\mu}{E} \quad (23)$$

όπου:

K_α , το κόστος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (€/KWh)

K_α , το κόστος αρχικής δαπάνης εγκατάστασης ανά μονάδα επιφάνειας (€/m²)

E , το επιτόκιο δανεισμού

$K_{\sigma\nu}$, το ετήσιο κόστος συντήρησης ανά μονάδα επιφάνειας (€/m²)

K_μ , το ετήσιο κόστος λειτουργίας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m²)

E , η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας (KWh/m²)

v , ο χρόνος ζωής της εγκατάστασης (έτη) .

Το ετήσιο κόστος συντήρησης $K_{σν}$ δίνεται από τη γενική σχέση:

$$K_{σν} = \Sigma + cE \text{ (€/m}^2\text{)} \quad (24)$$

όπου:

Σ , το κόστος συντήρησης ανεξάρτητο της παραγωγής.(€/m²)

cE , το κόστος συντήρησης ανάλογο της παραγωγής (€/m²)

c , ο συντελεστής κόστους συντήρησης ενέργειας (€/KWh)

Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας E δίνεται από τη σχέση:

$$E = 8760 \sigma_{\phi} \cdot P_{\varepsilon} \quad (25)$$

όπου:

σ_{ϕ} , ο ετήσιος συντελεστής χρησιμοποίησης ή φόρτισης

P_{ε} , η ανά m² εγκατεστημένη ισχύς (KW/m²).

Με βάση τις σχέσεις (24) και (25), η προηγούμενη σχέση (23) γίνεται:

$$K_o = \frac{1}{8760 \sigma_{\sigma}} \left(\frac{K_{\alpha} \varepsilon (1 + \varepsilon)^{\nu}}{P_{\varepsilon} (1 + \varepsilon)^{\nu} - 1} + \frac{\Sigma + K_{\mu}}{P_{\varepsilon}} \right) + \varepsilon \quad (26)$$

Θεωρώντας ως ετήσιο κόστος ισχύος το μέγεθος K_{ε} , το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$K_{\varepsilon} = \frac{1}{P_{\varepsilon}} \left(\frac{K_{\alpha} \varepsilon (1 + \varepsilon)^{\nu}}{(1 + \varepsilon)^{\nu} - 1} + \Sigma + K_{\mu} \right) \quad (27)$$

τότε η σχέση (26) δίνει:

$$K_o = \frac{K_{\varepsilon}}{8760 \sigma_{\phi}} + c \quad (28)$$

Πρακτικά το μέγεθος c είναι πολύ μικρό, οπότε μπορεί να αμεληθεί, με αποτέλεσμα η σχέση (28) να γίνει:

$$K_o = \frac{K_\varepsilon}{8760 \cdot \sigma_\phi} \quad (29)$$

Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε παρούσα αξία κατανεμημένο ισόποσα στην οικονομική ζωή της όλης εγκατάστασης μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$K.H.E.A = \frac{\Pi.Π.Ε}{E(1 - Π.Ε)} K_{\alpha\sigma} \quad (30)$$

όπου:

K.H.E.A, το κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας σε παρούσα αξία κατανεμημένο ισόποσα

Π.Π.Ε, το Ποσοστό Πάγιων Επιβαρύνσεων (%)

E, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε kWh

Π.Ε, το Ποσοστό Παρασιτικής Ενέργειας της παραγωγής (%)

K_{ασ}, το κόστος του συστήματος (€/kWh)

Το Π.Π.Ε εκφράζει το συντελεστή που καθορίζει το ετήσιο απαιτούμενο κέρδος ή έσοδο της εγκατάστασης, ώστε στο τέλος της οικονομικής ζωής αυτής να έχει γίνει επανάκτηση της αρχικής δαπάνης της επένδυσης. Το Π.Π.Ε δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi.Π.Ε = \varepsilon + \frac{\varepsilon}{(1 + \varepsilon)^y - 1} + (\Pi.Κ.Σ) \cdot \frac{1}{\varepsilon - i} \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+\varepsilon} \right)^y \right] \cdot \frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^y}{(1+\varepsilon)^y - 1} \quad (31)$$

όπου:

$$\frac{\varepsilon}{(1 + \varepsilon)^y - 1} = \text{το εξοφλητικό απόθεμα}$$

ε, το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

Π.Κ.Σ, το Ποσοστό Κόστους Συντήρησης της αρχικής δαπάνης της επένδυσης (%)

$$(\text{Π.Κ.Σ}) \bullet \frac{1}{\varepsilon - i} \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+\varepsilon} \right)^y \right] \frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^y}{(1+\varepsilon)^y - 1} = \text{ισόποσο ποσοστιαίο κόστος συντήρησης}$$

$$\frac{1}{\varepsilon - i} \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+\varepsilon} \right)^y \right] = \text{ο συντελεστής παρούσας αξίας}$$

$$\frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^y}{(1+\varepsilon)^y - 1} = \text{ο συντελεστής επανάκτησης κεφαλαίου}$$

i, ο ετήσιος ρυθμός πληθωρισμού κόστους συντήρησης (%)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ

5.1 Νομοθετικό πλαίσιο ΑΠΕ στην Ελλάδα

Ο βασικός νόμος που αφορά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ΑΠΕ είναι ο N.2773/99 (Κεφάλαιο 10, Άρθρα 35-41). Στον νόμο αυτό έχουν ενσωματωθεί η πλειοψηφία των διατάξεων του προηγούμενου νόμου N.2244/94, ο οποίος ήταν αποκλειστικά για ΑΠΕ. Οι βασικές διατάξεις του νόμου 2773/99 είναι :

- Ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ) υποχρεούται σε προτεραιότητα σύνδεσης στις εφαρμογές ΑΠΕ.
- Η ΔΕΣΜΗΕ υποχρεούται σε 10ετές συμβόλαιο σύνδεσης με τον παραγωγό με δικαίωμα 10ετούς ανανέωσης.
- Η ηλεκτρική ενέργεια από τις ΑΠΕ πωλείται στην ΔΕΣΜΗΕ με προκαθορισμένο ποσοστό τιμής αγοράς.
- Το παρόν σύστημα τιμολόγησης των ΑΠΕ κάνει σαφή διάκριση μεταξύ του Αυτοπαραγωγού και του Ανεξάρτητου Παραγωγού.
- Κάθε παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ υπόκειται σε μια ειδική ετήσια αμοιβή (2% επί των πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο), η οποία δίδεται στις τοπικές αρχές.

Ο νόμος 2773/99 καθιέρωσε μια νέα άδεια, την αποκαλούμενη Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, η οποία είναι η πρώτη άδεια που απαιτείται από οποιονδήποτε σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, συμβατικό ή ΑΠΕ, η οποία βασίζεται σε έναν μακροχρόνιο προγραμματισμό/διαδικασία χορήγησης αδειών που περιλαμβάνει επίσης την προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση, άδεια χρήσης του εδάφους, έγκριση των περιβαλλοντικών όρων και διατάξεων, άδεια εγκαταστάσεων, άδεια λειτουργίας, κ.λπ.

Ο νόμος 2941/01 συμπλήρωσε το νόμο 2773/99 με ορισμένες σημαντικές διατάξεις συμπεριλαμβανομένων των:

α) ο καθορισμός των γενικών όρων και διατάξεων, κάτω από τους οποίους επιτρέπεται η εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ στα δάση και στις δασικές εκτάσεις, και

β) ο χαρακτηρισμός όλων των έργων ΑΠΕ ως κοινωφελείς εγκαταστάσεις, προσδίδοντας τους τα ίδια δικαιώματα και προνόμια σε διαδικασίες απαλλοτρίωσης εδάφους με εκείνα που ισχύουν για τα δημόσια έργα, ανεξάρτητα από τη νομική φύση του κυρίου του έργου ΑΠΕ (ιδιωτική η δημόσια).

Οι νόμοι 2244/94, 2773/99 και 2941/01 που αφορούν στις ΑΠΕ συμπληρώνονται από διάφορες υπουργικές αποφάσεις, οι οποίες διευκρινίζουν:

α) Τις διαδικασίες, απαραίτητα έγγραφα, αμοιβές, κ.λπ., για την έκδοση της Άδειας Παραγωγής, τις άδειες εγκαταστάσεων και λειτουργίας, απαραίτητα σε όλες τις εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.

β) Τους γενικούς τεχνικούς και οικονομικούς όρους της σύμβασης που συνάπτεται μεταξύ της ΔΕΣΜΗΕ και κάθε παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, τις λεπτομέρειες του συστήματος τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας που εφαρμόζεται, τους όρους και διατάξεις σύνδεσης με το δίκτυο, κλπ.

γ) Το νέο νόμο 3010/2002 και την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 15393/2332/2002, ΚΥΑ 25535/3281/2002 και ΚΥΑ 11014/703Φ104/2003 που προσδιορίζουν την αναθεωρημένη περιβαλλοντική διαδικασία προγραμματισμού και έγκρισης καθώς και την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων και διατάξεων.

Ο Νόμος 3175/ 2003 "Εκμετάλλευση του Γεωθερμικού Δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις" (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Α 207) θέσπισε για πρώτη φορά ένα περιεκτικό σύνολο κανόνων για την ορθολογική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Εντούτοις, το κύριο πεδίο του νέου νόμου ήταν να αναθεωρηθεί ο νόμος 2773/1999 προκειμένου να επισπευσθεί η διαδικασία της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η αναθεώρηση ήταν επίσης απαραίτητη προκειμένου να απεικονιστούν οι τροποποιήσεις που αναφέρονται στην οδηγία 2003/54/ΕΚ σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά στην ηλεκτρική ενέργεια και την ακύρωση της οδηγίας 96/92/ΕΚ (Ο J L 76/ 15.7.2003). Το κύριο πεδίο για τη μετάβαση του νόμου ήταν η ανάπτυξη και η ενίσχυση του ανταγωνισμού στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η

προσέλκυση νέων πηγών επένδυσης και η προστασία της επάρκειας ηλεκτρικής ενέργειας χάριν της εξασφάλισης ανταγωνιστικών τιμών διάθεσης στην κατανάλωση. Ο νόμος 3175/2003 παρέχει τις περαιτέρω ενέργειες συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής των συντομευμένων και απλουστευμένων διαδικασιών σχετικά με τις απαλλοτριώσεις, απαραίτητες για την ενίσχυση και την επέκταση των γραμμών μετάδοσης ισχύος, οι οποίες θα εξυηρητήσουν και την επέκταση των ΑΠΕ.

Στο ρυθμιστικό επίπεδο, εκδόθηκε η ΚΥΑ 1726/2003 για την έγκριση των προκαταρκτικών αξιολογήσεων περιβαλλοντικών επιδράσεων, περιβαλλοντικοί όροι και διατάξεις, μεταφορά της ιδιοκτησίας ή του δικαιώματος χρήσης δασών και αγροτικής γης στα πλαίσια της έκδοσης των αδειών εγκατάστασης για τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Β552), προκειμένου να ρυθμιστεί η γενική διαδικασία χορήγησης αδειών ΑΠΕ και η περιβαλλοντική διαδικασία έγκρισης. Μεταξύ των κανονισμών που εισάγονται στο κοινό υπουργικό διάταγμα, υπάρχει και ο καθορισμός μειωμένων χρονικά ορίων, συμβάλλοντας στη μέχρι πρότινος χρονοβόρα διαδικασία εγκρίσεων.

Το ρυθμιστικό πλαίσιο που αφορά στην επιβολή των νόμων υποβλήθηκε επίσης σε αναθεώρηση με την Υπουργική Απόφαση 2000/2002 (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Β152), η οποία είναι στην πραγματικότητα ένας ενημερωμένος κώδικας χορήγησης αδειών για τις εγκαταστάσεις και τις άδειες λειτουργίας ΑΠΕ που αντικαθιστά την ΥΑ 8295/1995 (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Β385), διαμορφώνοντας την απαραίτητη συνέπεια στο νόμο 2244/1994.

Επιπλέον, βρίσκεται υπό προετοιμασία ένα ειδικό πλαίσιο / προγραμματισμός για τη βιώσιμη ανάπτυξη στοχεύοντας στη χωροθετική εξέλιξη των έργων ΑΠΕ στο πλαίσιο του νόμου 2742/1999 (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Α207). Αυτό το ειδικό πλαίσιο θα λαμβάνει υπόψη την οργανική και λειτουργική σύζευξη της πολιτικής με τους στόχους και τις προτεραιότητες του φυσικού προγραμματισμού και της πολιτικής στον κλάδο της ενέργειας.

Τελικά η οδηγία 2001/77/Η ΕΚ για την προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (Ο J L 283/27.10.2001), στο παράρτημά της θέτει έναν ενδεικτικό στόχο για

την Ελλάδα της κάλυψης του 20.1%, της ακαθάριστης εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειάς της μέχρι το 2010 από ΑΠΕ, περιλαμβάνοντας τη συμβολή των μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Αυτός ο στόχος είναι συμβατός με τις διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας ως αποτέλεσμα του πρωτοκόλλου του Κιότο. Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα μια αύξηση 25% του CO₂ και των άλλων αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μέχρι την περίοδο 2008-2012, σε σχέση με το έτος αναφοράς 1990.

Βιβλιογραφία

- [1] Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Έλεγχος Συχνότητας, Βασίλειος Κ. Παπαδιάς και Κωνσταντίνος Βουρνάς, Εκδόσεις Συμμετρία, 1991.
- [2] Μαθήματα Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας, Απόστολος Β. Μαχιάς, Εκδόσεις Συμεών.
- [3] Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές, Μιχαήλ Π. Παπαδόπουλος, ΕΜΠ, 1997.
- [4] Διαχείριση Αιολικής Ενέργειας, Ιωάννης Κλ. Καλδέλης, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 1999.
- [5] Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ιωάννης Ε. Φραγκιαδάκης, Εκδόσεις Ζήτη, 2004.
- [6] Ανεμοκινητήρες, Γεώργιος Μπεργελές, Εκδόσεις Συμεών, 2005.
- [7] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας (ΚΑΠΕ), www.cres.gr.
- [8] Άγις Μ. Παπαδόπουλος, "Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων"
- [9] Γ. Χριστοδούλου, "Ανάλυση βιωσιμότητας επενδύσεων στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας", 6^ο συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας.
- [10] Δ. Κοδοσάκης, Στ. Μοσχοβάκης, Δ. Βλάχου, Ι. Καλδέλλης, "Προσδιορισμός κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας", 6^ο συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας.