ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ (e-MBA)

Διπλωματική Εργασία

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

ΛΩΣΤΑΡΑΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ
Α.Μ: emba 1636

Επιβλέπων : Καθηγητής Μιχάλης Σφακιανάκης

Πειραιάς, 2019

Παράρτημα Β: Βεβαίωση Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή (δεύτερη) σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη : Ε-ΜΒΑ» με τίτλο:
« Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ:ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ»
έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτήτριας

Ονοματεπώνυμο Λωσταράκου Φωτεινή

Ημερομηνία 29/11/2019

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Μιχάλη Σφακιανάκη, τόσο για την ανάθεση της εργασίας, όσο και για τη συνεργασία, την καθοδήγηση και την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωσή της.

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή 1
Κεφάλαιο 1. Η Αγορά της Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση 3
1.1 Η Αγορά της Ενέργειας στην Ελλάδα 3
1.1.1 Αργό Πετρέλαιο 3
1.1.2 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί 8
1.1.3 Αιολική Ενέργεια 8
1.1.4 Φωτοβολταϊκά 9
1.2 Ο ρόλος και η συμβολή των Βοηθητικών Υπηρεσιών 11
1.2.1 Ορισμός και Είδη 11
1.3 Η Εφαρμογή τους στη Σύγχρονη Αγορά 13
1.4 Βοηθητικές Υπηρεσίες στο μέλλον της ενέργειας 13
1.4.1 Ανανεώσιμη γενιά 13
1.4.2 Ηλεκτρικά οχήματα 14
Κεφάλαιο 2ο Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 15
2.1 Ορισμός 15
2.2 Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές σε διεθνές επίπεδο 16
2.3 Μορφές Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 18
2.4 Θετικά και αρνητικά σημεία των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 24
2.5 Ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από τις ΑΠΕ 26
2.6 Απήχηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ 27
Κεφάλαιο 3. Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές και κλάδος οικονομίας 33
3.1 Συμβολή στην οικονομία 33
3.2 Ελληνικό ισοζύγιο ενέργειας 34
3.3 Νέες εργασιακές σχέσεις και τοπικά πλεονεκτήματα 35
3.4 Ρίσκο για τα έργα 36
3.5 Εμπόδια 37
Κεφάλαιο 4ο Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές και αιολική ενέργεια 38
4.1 Ανεμογεννήτριες και τεχνολογική ανάπτυξη 38
4.2 Προοπτικές μελλοντικής εξέλιξης 41
Κεφάλαιο 5ο Υδροηλεκτρική ενέργεια 44
5.1 Λειτουργίες μονάδων 44
5.2 Έργα και προοπτικές εξέλιξης 44
Κεφάλαιο 6ο Βιομάζα 47
6.1 Χαρακτηριστικά 47
6.2 Τρόποι επεξεργασίας 47
6.3 Βιοαέριο 48

Κεφάλαιο 7ο Φωτοβολταικά 50
7.1 Τα Φωτοβολταικά συστήματα 50
7.2 Τα Φωτοβολταικά συστήματα στην Ελλάδα 52
7.3 Οι μελλοντικές εξελίξεις 53
7.4 Στατιστική Ανάλυση-Προβλέψεις για τη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β Συστήματα στην Ελλάδα 58
Συμπεράσματα-Προτάσεις 74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 76
Βιβλιογραφία 80

Εισαγωγή

Η ενέργεια, η ικανότητα δηλαδή ενός σώματος ή συστήματος να παράξει έργο και να μεταβάλει την κατάσταση του, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις ανθρώπινες ανάγκες και το σύνολο των καθημερινών ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αποτελεί ένα από τα πολυτιμότερα αγαθά στη σημερινή εποχή, δεδομένου ότι δίνει τη δυνατότητα στον άνθρωπο να αποκτήσει ένα καλύτερο επίπεδο ζωής, λειτουργώντας σε όλους τους τομείς πιο γρήγορα και αποδοτικά. Η πρώτη επαφή ανθρώπου-ενέργειας, εμφανίζεται με την ανακάλυψη της φωτιάς που καθόρισε την ανθρώπινη ζωή αλλάζοντας την προς το καλύτερο (Mashinsky & Chi, 2016).

Σήμερα, η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά και κρίσιμα ζητήματα αναφορικά με την προσφορά και την ζήτηση της σε παγκόσμιο επίπεδο. Το ενεργειακό ζήτημα υφίσταται ως πρωτεύον στην agenda των χωρών εκτός αλλά κυρίως εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα, η Ρωσία αντιλαμβανόμενη την σοβαρότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων, αποφάσισε το 2006 να διακόψει τις εισαγωγές και εξαγωγές φυσικού αερίου, ενώ έδειξε ιδιαίτερη αυστηρότητα στη γενικότερη διαχείριση του (Abas, et al., 2015).

Η ενέργεια θα συνεχίσει να έχει πρωτεύοντα ρόλο στη ζωή κάθε ανθρώπου. Το γεγονός αυτό, ωθεί τις χώρες διεθνώς να κάνουν το παν προκειμένου να εξασφαλίσουν ένα φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό πεπραγμένο, το οποίο θα παρέχει τη δυναμική στο μέσο άνθρωπο για μια καλύτερη ζωή αλλά και όλα όσα χρειάζονται προκειμένου να διατηρήσει την ισορροπία στη φύση (Bichpuriya & Soman, 2010).

Στην προσπάθεια για την διατήρηση των ενεργειακών επιπέδων και την λήψη ορθών αποφάσεων για την συνέχιση της ομαλής κατανάλωσης από τους ανθρώπους, είναι σημαντικό να ληφθεί σοβαρά υπόψη ο διαχωρισμός της ενέργειας στις επιμέρους μορφές της. Πρόκειται για τις «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΑΠΕ) ή αλλιώς «Ήπιες» και τις «Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» ή αλλιώς «Συμβατικές». Οι Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές αποτελούν μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που πηγάζει από φυσικές διαδικασίες όπως ο άνεμος, η ροή του νερού κ.α. Ωστόσο, η έκφραση «ανανεώσιμες» δεν θεωρείται χαρακτηριστική, εξαιτίας του ότι ορισμένες πηγές όπως η ενέργεια της γεωθερμίας, ο γαιάνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο δεν ανανεώνονται μέσα στο πέρασμα των χρόνων (Bichpuriya & Soman,2010).

Ο όρος «ήπιες», όπως ονομάζονται διαφορετικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σχετίζεται με το γεγονός πως οι πηγές είναι εκμεταλλεύσιμες δίχως παρεμβάσεις, δηλαδή δεν χρησιμοποιούν διαδικασία εξόρυξης ή καύσης, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη από την φυσική υφιστάμενη ενεργειακή ροή. Έχουν άμεση σχέση με τον ήλιο και δεν εξαντλούνται, αφού η ηλιακή ενέργεια θεωρείται "συσσωρευμένη" κατά κάποιο τρόπο. Επιπλέον, οι ήπιες μορφές θεωρούνται «καθαρές» με ήπιο χαρακτήρα αναφορικά με το περιβάλλον, δίχως να εκπέμπουν υδρογονάνθρακες ή γενικότερα τοξικά απόβλητα. Για τον λόγο αυτόν, οι ΑΠΕ θεωρούνται από αρκετούς ως μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα τελευταία χρόνια στο περιβάλλον.

Στα είδη των ΑΠΕ εμπεριέχονται η βιομάζα, που έχει άμεση σχέση με την ηλιακή ενέργεια που συγκρατείται στους φυτικούς ιστούς μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και η αιολική που χρησιμοποιεί τον αέρα μέσα από θερμές πηγές, ενώ αυτές στηρίζονται στο νερό χρησιμοποιώντας τη διαδικασία εξάτμισης του νερού (Ketsetzi & Capraro, 2016).

Ωστόσο, η γεωθερμική ενέργεια που ρέει ενεργειακά από το εσωτερικό της γης δεν περιλαμβάνεται στις ήπιες μορφές. Δεν θεωρείται ανανεώσιμη, διότι τα γεωθερμικά πεδία δύναται να εξαντληθούν, αφού σχετίζονται είτε με την άμεση χρήση για ζητήματα θέρμανσης, είτε για μεταβαλλόμενη χρήση σε άλλες ενεργειακές μορφές, όπως μηχανολογικές συσκευές κτλ. Οι Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, από την άλλη, αποτελούν πηγές που δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται με εξαιρετικά αργούς ρυθμούς, με συνέπεια την πιθανότητα έλλειψης ενέργειας στη ζήτηση των ανθρώπινων αναγκών. Σε αυτές εμπεριέχονται ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά ως ορυκτά καύσιμα.

Κεφάλαιο 1. Η Αγορά της Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η αγορά ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση περιλαμβάνει ενεργειακές πηγές όπως ο λιθάνθρακας, το πετρέλαιο, η πυρηνική ενέργεια, το φυσικό αέριο, κλπ. Το τρέχον μίγμα πηγών ενέργειας αντιπροσωπεύει τις επιλογές, σε εθνικό επίπεδο, που πραγματοποιήθηκαν δεκαετίες πριν, από τα επιμέρους κράτη-μέλη, σε μία χρονική στιγμή, όπου δεν υπήρχε η πρόθεση ή η σκέψη του συντονισμού όλων αυτών των ενεργειακών πολιτικών σε ένα ενιαίο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο.

Η Ε.Ε. δεν αποτελεί το μόνο υπόβαθρο περιβαλλοντικής πολιτικής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί, πως η Ελλάδα έχει εγκρίνει πολλές διεθνείς συμβάσεις, που σχετίζονται με το περιβάλλον. Άξιο αναφοράς αποτελεί το γεγονός ότι η περιβαλλοντική πολιτική, που ακολουθείτε επί σειρά ετών, είχε να κάνει με τον ανταγωνισμό πρωταρχικά και κατόπιν με το περιβάλλον, σκοπεύοντας στην εναρμόνιση των περιβαλλοντικών νομοθεσιών. Μόνο με την Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη του 1987, το περιβάλλον και η προστασία του συμπεριλήφθηκαν στο κείμενο της Συνθήκης της ΕΕ (Terpan, 2015).

1.1 Η Αγορά της Ενέργειας στην Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα έχει ξεκινήσει κάποιες δειλές προσπάθειες αναδόμησης του ενεργειακού της συστήματος, με στόχο τη βελτίωση της ικανότητας υποστήριξης, την ασφάλεια και την ανταγωνιστικότητα, εξετάζοντας και μελετώντας τους βασικούς πολιτικούς στόχους των οδηγιών της Ε.Ε. Οι κύριες ενεργειακές πηγές που εμπεριέχονται στην ελληνική αγορά είναι ο λιγνίτης, το αργό πετρέλαιο, η υδροηλεκτρική και αιολική ενέργεια, ενώ ικανοποιητικό μέρος της αγοράς καταλαμβάνουν τα φωτοβολταϊκά

1.1.1 Αργό Πετρέλαιο

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα φυσικό, μη επεξεργασμένο πετρελαϊκό προϊόν που αποτελείται από κοιτάσματα υδρογονανθράκων και άλλα οργανικά υλικά. Αποτελεί έναν από τους τύπους ορυκτών καυσίμων, το οποίο είναι δυνατόν να εξευγενιστεί για

την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων όπως βενζίνη, ντίζελ και διάφορες μορφές πετροχημικών (Ackah, & Kizys, 2015)

Είναι ένας μη ανανεώσιμος πόρος, που σημαίνει ότι δεν είναι δυνατόν να αντικατασταθεί φυσικά με το ρυθμό που το καταναλώνουμε και ως εκ τούτου θεωρείται ένας περιορισμένος πόρος. Το πετρέλαιο ρέει συνήθως μέσω γεωτρήσεων και βρίσκεται παράλληλα με άλλους πόρους όπως το φυσικό αέριο (το οποίο είναι ελαφρύτερο, και επομένως κάθεται πάνω από το αργό πετρέλαιο) και αλατούχο νερό (το οποίο είναι πυκνότερο και καταβυθίζεται κάτω). Στη συνέχεια, εξευγενίζεται και μεταποιείται σε διάφορες μορφές, όπως η βενζίνη, η κηροζίνη και η άσφαλτος, που πωλούνται στους καταναλωτές (Kilian, & Murphy, 2014). Η επεξεργασία και μεταποίηση του αργού πετρελαίου οδήγησε και στην εξέλιξη της βιομηχανίας με τη δημιουργία νέων μηχανών, που έφεραν την επανάσταση στον τρόπο και στον χρόνο παραγωγικότητας, με μοναδική προϋπόθεση την άμεση εξάρτηση τους από τους πόρους για τη συνέχεια της λειτουργίας τους.

Αν και συχνά ονομάζεται "μαύρος χρυσός", το αργό πετρέλαιο περιέχει ιξώδες και είναι δυνατόν να ποικίλει σε χρώμα από μαύρο σε κίτρινο, ανάλογα με τη σύνθεση του υδρογονανθράκων. Η απόσταξη, η διαδικασία με την οποία θερμαίνεται το πετρέλαιο και διαχωρίζεται σε διάφορα συστατικά, είναι το πρώτο στάδιο της διύλισης (Al-Mulali, & Ozturk, (2016)

Αν και τα ορυκτά καύσιμα συλλέγονται από τη γη κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο εδώ και αιώνες, το αργό πετρέλαιο ανακαλύφθηκε και αναπτύχθηκε για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια της Βιομηχανικής Επανάστασης, και οι βιομηχανικές χρήσεις του αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά τον 19^{ο} αιώνα (Basher, Haug & Sarsky, 2018).

Σήμερα, η παγκόσμια οικονομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα όπως το αργό πετρέλαιο και η ζήτηση για αυτούς τους πόρους προκαλεί συχνά πολιτικές αναταραχές, καθώς ένας μικρός αριθμός χωρών ελέγχει τις μεγαλύτερες δεξαμενές. Όπως κάθε βιομηχανία, η προσφορά και η ζήτηση επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις τιμές και την αποδοτικότητα του αργού πετρελαίου. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Σαουδική Αραβία και η Ρωσία είναι οι κορυφαίοι παραγωγοί πετρελαίου στον κόσμο (Chapelliere, et al., 2017)

Συγκεκριμένα, στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου, οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν ένας από τους κορυφαίους παραγωγούς πετρελαίου παγκοσμίως έχοντας εταιρείες που ανέπτυξαν την τεχνολογία, ώστε να κάνουν το πετρέλαιο χρήσιμο προϊόν και να δημιουργήσουν την βενζίνη. Κατά τις μεσαίες και τελευταίες δεκαετίες του 20ου αιώνα, η παραγωγή πετρελαίου των ΗΠΑ μειώθηκε δραματικά με τη χώρα να προχωρά σε εισαγωγές ενέργειας. Ο σημαντικότερος προμηθευτής της ήταν ο Οργανισμός Πετρελαιοειδών Εξαγωγικών Χωρών (OPEC), που ιδρύθηκε το 1960 και αποτελεί τον μεγαλύτερο (κατά όγκο) κατόχο αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, αποθεματικά. Ως εκ τούτου, τα έθνη του ΟΠΕΚ είχαν οικονομική δύναμη στον προσδιορισμό της προσφοράς και της τιμής του πετρελαίου στα τέλη του 1900.

Ωστόσο, η έντονη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, πέραν της μείωσης των αποθεμάτων, αναφέρεται και ως μία από κυριότερες αιτίες υπερθέρμανσης του πλανήτη τα τελευταία 20 χρόνια.

Οι κίνδυνοι γύρω από τη διάνοιξη πετρελαίου περιλαμβάνουν πετρελαιοκηλίδες και οξίνιση των ωκεανών, γεγονότα τα οποία βλάπτουν το οικοσύστημα. Πολλοί κατασκευαστές έχουν αρχίσει να δημιουργούν προϊόντα που βασίζονται σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας, όπως αυτοκίνητα που κινούνται με ηλεκτρισμό, σπίτια που λειτουργούν με ηλιακούς συλλέκτες και κοινότητες που τροφοδοτούνται από ανεμογεννήτριες (Shahidehpour & Alomoush, 2017). Όμως, αν και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι είναι αρκετοί με την οικολογική καταστροφή να ελλοχεύει, οι επενδύσεις στα ορυκτά καύσιμα διατηρούνται ανέπαφες.

Οι επενδυτές είναι δυνατόν να αγοράζουν δύο τύπους συμβάσεων πετρελαίου: Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και συμβόλαια άμεσης παράδοσης. Η τιμή της σύμβασης spot αντικατοπτρίζει την τρέχουσα τιμή αγοράς για το πετρέλαιο, ενώ η τιμή μελλοντικής εκπλήρωσης αντανακλά την τιμή που οι αγοραστές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για το πετρέλαιο σε ημερομηνία παράδοσης που ορίζεται σε κάποιο χρονικό σημείο στο μέλλον.

Η τιμή των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης δεν αποτελεί εγγύηση ότι το πετρέλαιο θα πλήξει στην πραγματικότητα αυτή την τιμή στην τρέχουσα αγορά κατά την ημερομηνία αυτή. Προβλέπεται μόνο η τιμή που, κατά τη στιγμή της σύμβασης, από τους οι αγοραστές πετρελαίου.

Τα συμβόλαια αγαθών που αγοράζονται και πωλούνται στις αγορές άμεσης παράδοσης τίθενται αμέσως σε ισχύ: Τα χρήματα ανταλλάσσονται και ο αγοραστής δέχεται την παράδοση των αγαθών. Στην περίπτωση του πετρελαίου, η ζήτηση για άμεση παράδοση σε σχέση με τη μελλοντική παράδοση είναι μικρή, οφειλόμενη σε μεγάλο βαθμό στην υλικοτεχνική υποστήριξη της μεταφοράς πετρελαίου στους χρήστες (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Οι επενδυτές, φυσικά, δεν προτίθενται να παραλάβουν (αν και υπήρξαν καταστάσεις, όπου το σφάλμα ενός επενδυτή είχε ως αποτέλεσμα αυτό), έτσι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι πιο συνηθισμένα μεταξύ των τελικών χρηστών και των επενδυτών. Όταν αγοράζονται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, συνάπτεται σύμβαση μεταξύ αγοραστή και πωλητή και εξασφαλίζεται με καταβολή περιθωρίου που καλύπτει ένα ποσοστό της συνολικής αξίας της σύμβασης.

Υφίστανται δύο μεγάλες συμβάσεις πετρελαίου στις οποίες οι συμμετέχοντες στην αγορά ενδιαφέρονται περισσότερο. Στη Βόρεια Αμερική, το σημείο αναφοράς για τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης πετρελαίου είναι το ακατέργαστο πετρέλαιο, το οποίο διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο Εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης. Στην Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή, το σημείο αναφοράς είναι η Brent Crude της Βόρειας Θάλασσας, που εμπορεύεται το Intercontinental Exchange (ICE) (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Σχεδόν σε όλα τα εργοστάσια καύσης άνθρακα, πετρελαίου, πυρηνικής, γεωθερμικής, ηλιακής, θερμικής ενέργειας και αποτέφρωσης αποβλήτων και φυσικού αερίου, πολλοί σταθμοί είναι θερμικοί. Το φυσικό αέριο καίγεται συχνά σε αεριοστρόβιλους καθώς και σε λέβητες. Η απορριπτόμενη θερμότητα από αεριοστρόβιλο, με τη μορφή θερμού καυσαερίου, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση του ατμού, περνώντας το αέριο μέσω μιας γεννήτριας ατμού ανάκτησης θερμότητας (HRSG), ώστε ο ατμός να χρησιμοποιηθεί για την οδήγηση ενός ατμοστρόβιλου σε ένα συνδυασμένο κύκλο που βελτιώνει τη συνολική απόδοση.

Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής καύσης άνθρακα, μαζούτ ή φυσικού αερίου καλούνται συχνά σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, οι πυρηνικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, ιδίως τα φυτά που χρησιμοποιούνται για ορυκτά

καύσιμα, τα οποία δεν περιλαμβάνουν συμπαραγωγή, αναφέρονται μερικές φορές ως συμβατικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής (Chen, Xu & Arpan, 2017).

Οι εμπορικοί ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί συνήθως κατασκευάζονται σε μεγάλη κλίμακα και είναι σχεδιασμένοι για συνεχή λειτουργία. Σχεδόν όλοι οι ηλεκτροπαραγωγοί χρησιμοποιούν τριφασικές ηλεκτρογεννήτριες προκειμένου να παράγουν ηλεκτρική ισχύ εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) σε συχνότητα 50 Hz ή 60 Hz. Μεγάλες εταιρείες ή ιδρύματα είναι δυνατόν να έχουν τους δικούς τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής προκειμένου να προμηθεύουν θέρμανση ή ηλεκτρική ενέργεια τις εγκαταστάσεις τους, ειδικά εάν ο ατμός δημιουργείται ούτως ή άλλως για άλλους σκοπούς. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με ατμό χρησιμοποιούνταν για την πλεύση των περισσότερων πλοίων συνδέοντας άμεσα τον στρόβιλο με τις προπέλες του πλοίου μέσω κιβωτίων ταχυτήτων, κάτι που συνέβαινε κατά το μεγαλύτερο μέρος του 20^{ου} αιώνα και διατηρείται έως και πρόσφατα. Οι σταθμοί παραγωγής ατμού χρησιμοποιούνται τώρα μόνο σε μεγάλα πυρηνικά ναυτικά πλοία. Παρέχουν, επιπλέον , ατμό σε μικρότερους στροβίλους που οδηγούν ηλεκτρικές γεννήτριες για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η πρόωση πυρηνικής ναυσιπλοΐας, με ελάχιστες εξαιρέσεις, χρησιμοποιείται μόνο στα ναυτικά σκάφη. Έχουν υπάρξει πολλά ηλεκτρικά πλοία στα οποία ένας ατμοκίνητος στρόβιλος κινεί μια ηλεκτρική γεννήτρια που τροφοδοτεί έναν ηλεκτρικό κινητήρα για πρόωση (Bartos, & Chester, 2015).

Οι μονάδες συμπαραγωγής, συχνά αποκαλούμενες μονάδες συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (CH & P), παράγουν τόση ηλεκτρική ενέργεια όση και θερμότητα για τη θέρμανση της διαδικασίας ή τη θέρμανση χώρου, όπως ο ατμός και το ζεστό νερό.

Το άμεσο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από έναν θερμικό σταθμό παραγωγής ενέργειας είναι το αποτέλεσμα του κόστους των καυσίμων, του κόστους κεφαλαίου για το εργοστάσιο, της εργασίας των χειριστών, της συντήρησης και των παραγόντων όπως ο χειρισμός και η απόρριψη της τέφρας. Το έμμεσο, κοινωνικό ή περιβαλλοντικό κόστος, όπως η οικονομική αξία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του πλήρους κύκλου καυσίμου και του παροπλισμού των εγκαταστάσεων, δεν κατανέμονται συνήθως στο

κόστος παραγωγής θερμικών σταθμών στην πρακτική χρησιμότητα, αλλά είναι δυνατόν να αποτελούν μέρος περιβαλλοντικής αξιολόγησης των επιπτώσεων (Raptis, et al., 2016).

1.1.2 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί

Η έννοια της υδροδυναμικής ενέργειας αναφέρεται στη μετατροπή της δυναμικής ή κινητικής ενέργειας των μαζών νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εκμετάλλευση της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η παλαιότερη και η πλέον προηγμένη από όλες τις τεχνολογίες ΑΠΕ (Παλαιολόγου, 2006).

Η υδροδυναμική ενέργεια προέρχεται έμμεσα από την ηλιακή ενέργεια μέσω του κύκλου του νερού: η ηλιακή ενέργεια εξατμίζει το νερό από τη θάλασσα, τις λίμνες και τα ποτάμια. Το νερό σχηματίζει σύννεφα και επιστρέφει στην επιφάνεια της γης με τη μορφή βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων. Το νερό αποθηκεύεται τεχνητά χρησιμοποιώντας φράγματα σε χώρους με διαφορές ύψους, έτσι ώστε να είναι υδροδυναμικά εκμεταλλεύσιμο ή λειτουργεί άμεσα από τις υδάτινες οδούς στις οποίες ρέει (Sutterlin & Siegrist, 2017).

1.1.3 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η χρήση της ροής του αέρα μέσω των ανεμογεννητριών για να παρέχει τη μηχανική ισχύ για να μετατρέψει τις ηλεκτρικές γεννήτριες και παραδοσιακά να κάνει άλλες εργασίες, όπως το άλεσμα ή η άντληση. Η αιολική ενέργεια είναι μια βιώσιμη και ανανεώσιμη εναλλακτική λύση για την καύση ορυκτών καυσίμων και έχει πολύ μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον.

Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από πολλές μεμονωμένες ανεμογεννήτριες, οι οποίες συνδέονται με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Ο αιολικός σταθμός είναι μια φθηνή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, ανταγωνιστικός ή σε πολλά σημεία φθηνότερος από τις εγκαταστάσεις άνθρακα ή φυσικού αερίου. Τα αιολικά πάρκα έχουν επίσης αντίκτυπο στο τοπίο, καθώς συνήθως πρέπει να κατανέμονται σε περισσότερες εκτάσεις από άλλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και χρειάζονται να οικοδομηθούν σε άγριες και αγροτικές περιοχές, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε "εκβιομηχάνιση της υπαίθρου" και απώλεια

οικοτόπων. Ο ανοικτός αιολικός τομέας είναι σταθερότερος και ισχυρότερος από ό, τι στην ξηρά και οι υπεράκτιες εκμεταλλεύσεις έχουν μικρότερο οπτικό αντίκτυπο, αλλά το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι σημαντικά υψηλότερο. Τα μικρά αιολικά πάρκα στην ξηρά μπορούν να τροφοδοτήσουν κάποια ενέργεια στο δίκτυο ή να παράσχουν ηλεκτρική ενέργεια σε απομονωμένες θέσεις εκτός δικτύου (Astariz, & Iglesias, 2017).

Ο άνεμος είναι μια διακεκομμένη πηγή ενέργειας, η οποία δεν μπορεί να κάνει ηλεκτρική ενέργεια ούτε να αποσταλεί κατόπιν ζήτησης. Παρέχει επίσης μεταβλητή ισχύ, η οποία είναι συνεπής από έτος σε έτος αλλά ποικίλλει σημαντικά σε βραχύτερες χρονικές κλίμακες. Ως εκ τούτου, πρέπει να χρησιμοποιείται μαζί με άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας ή μπαταρίες για την παροχή αξιόπιστης τροφοδοσίας. Καθώς αυξάνεται το ποσοστό της αιολικής ενέργειας σε μια περιοχή, χρειάζονται περισσότερες συμβατικές πηγές ενέργειας για να την υποστηρίξουν (όπως η ισχύς των ορυκτών καυσίμων και η πυρηνική ενέργεια) και το δίκτυο ίσως χρειαστεί να αναβαθμιστεί. Οι τεχνικές διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η ύπαρξη εκκενώσιμων πηγών ενέργειας, η επαρκής υδροηλεκτρική ενέργεια, η πλεονάζουσα χωρητικότητα, οι γεωγραφικά κατανεμημένοι στρόβιλοι, η εξαγωγή και η εισαγωγή ενέργειας σε γειτονικές περιοχές, η αποθήκευση ενέργειας ή η μείωση της ζήτησης όταν η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι χαμηλή, μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να ξεπεράσει αυτά τα προβλήματα. Η πρόβλεψη του καιρού επιτρέπει στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας να προετοιμαστεί για τις προβλέψιμες μεταβολές στην παραγωγή που συμβαίνουν (Yazdanpanah, Kommendantova & Ardestani, 2015).

Το 2018, η παγκόσμια χωρητικότητα αιολικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 9,6% στα 591 GW. Το 2017, η ετήσια παραγωγή αιολικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 17%, φθάνοντας στο 4,4% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και παρέχοντας το 11,6% της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Δανία είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη διείσδυση της αιολικής ενέργειας, με το 43,4% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο το 2017. Τουλάχιστον 83 άλλες χώρες χρησιμοποιούν αιολική ενέργεια για να τροφοδοτήσουν τα ηλεκτρικά τους δίκτυα. (Astariz, & Iglesias, 2017).

1.1.4 Φωτοβολταϊκά

Η φωτοβολταϊκή (PV) είναι η μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας ημιαγώγιμα υλικά που παρουσιάζουν το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, ένα φαινόμενο που

μελετάται στη φυσική, τη φωτοχημεία και την ηλεκτροχημεία.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα χρησιμοποιεί ηλιακά στοιχεία, το καθένα από τα οποία αποτελείται από ένα αριθμό ηλιακών κυψελών, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις μπορούν να τοποθετηθούν στο έδαφος, να τοποθετηθούν στην οροφή, να τοποθετηθούν σε τοίχο ή να κυλήσουν. Η βάση μπορεί να σταθεροποιηθεί ή να χρησιμοποιήσετε έναν ηλιακό ιχνηλάτη για να ακολουθήσετε τον ήλιο στον ουρανό.

Η ηλιακή φωτοβολταϊκή έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα ως πηγή ενέργειας: όταν εγκατασταθεί, η λειτουργία της δεν δημιουργεί ρύπανση και εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, δείχνει απλή κλιμάκωση όσον αφορά τις ανάγκες σε ενέργεια και το πυρίτιο έχει μεγάλη διαθεσιμότητα στη γήινη φλούδα. (Astariz, & Iglesias, 2017).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί από καιρό σε εξειδικευμένες εφαρμογές, καθώς οι αυτόνομες εγκαταστάσεις και τα φωτοβολταϊκά συστήματα που συνδέονται με το δίκτυο χρησιμοποιούνται από τη δεκαετία του 1990. Οι φωτοβολταϊκές μονάδες κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά μαζικά το 2000, όταν οι Γερμανοί οικολόγοι και η οργάνωση Eurosolar έλαβαν κυβερνητική χρηματοδότηση για ένα πρόγραμμα δέκα χιλιάδων ορόφων.

Οι πρόοδοι στην τεχνολογία και η αυξημένη κλίμακα παραγωγής έχουν μειώσει το κόστος και έχουν αυξήσει την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Περισσότερες από 100 χώρες χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά.

1.2 Ο ρόλος και η συμβολή των Βοηθητικών Υπηρεσιών

1.2.1 Ορισμός και Είδη

Ο όρος «βοηθητικές υπηρεσίες» χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό μιας ποικιλίας λειτουργιών ,πέραν της παραγωγής και της μετάδοσης, που απαιτούνται για τη διατήρηση της σταθερότητας και της ασφάλειας του δικτύου. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν γενικά, τον έλεγχο συχνότητας, τα αποθέματα περιστροφής και τα αποθεματικά λειτουργίας. Παραδοσιακά παρεπόμενες υπηρεσίες έχουν παρασχεθεί από τους παραγωγούς, ωστόσο, η ενσωμάτωση της διαλείπουσας παραγωγής και η ανάπτυξη τεχνολογιών έξυπνων δικτύων έχουν προκαλέσει μια μετατόπιση του εξοπλισμού που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών (Suskevics et al., 2019).

Έξι διαφορετικά είδη βοηθητικών υπηρεσιών:

- **Προγραμματισμός και αποστολή:** Ο προγραμματισμός λειτουργίας ενέργειας διασφαλίζει ότι τα γεγονότα που συμβαίνουν βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα, όπως οι εργασίες συντήρησης και επισκευής εξοπλισμού, οικοδομικών εργασιών, στα δίκτυα ή στις μεταδόσεις που ανακοινώνονται σύντομα, προγραμματίζονται στο ημερήσιο πρόγραμμα εργασίας και είναι σωστά εξοικειωμένα με την ισχύ Διαχείρισης συστήματος. Στη βάση του σχεδιασμού λειτουργίας βρίσκονται όλες οι μεταδόσεις σύμφωνα με τις συνθήκες χρήσης του δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των εφεδρικών αποθεμάτων και της προγραμματισμένης κατάστασης του δικτύου. Η βασική κατάσταση δικτύου περιλαμβάνει προγραμματισμένες διακοπές λειτουργίας εξοπλισμού δικτύου και μονάδων παραγωγής ενέργειας.

- **Ισχύς και Τάση ελέγχου:** Τα πιο σημαντικά καθήκοντα διαχείρισης συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες συστήματος (σταθερότητα συχνότητας ισχύος, σταθερότητα τάσης ελέγχου και αποκατάσταση παροχής), την παρακολούθηση δικτύου, την εξασφάλιση ασφάλειας δικτύου σε συνδυασμό με στατική και παροδική σταθερότητα, καθώς και την επεξεργασία ουδέτερου σημείου, τις λειτουργίες και τη διεξαγωγή ελέγχου της τάσης ισχύος. Η διαχείριση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας

ακολουθεί τις προδιαγραφές του σχεδιασμού λειτουργίας και, ως μέρος της συνεχούς παρατήρησης της ασφάλειας χρησιμοποιώντας τον διαθέσιμο εξοπλισμό, διασφαλίζει ότι τα αποτελέσματα ελαττωμάτων αποκρύπτονται και περιορίζονται. Σε περίπτωση βλάβης, οι αντίστοιχες οδηγίες από την Ε.Ε είναι σημαντικό να εφαρμοστούν δίχως καθυστέρηση. Τα λειτουργικά δεδομένα, οι μετρημένες τιμές, οι εγγραφές κ.λπ. είναι δυνατόν να ανταλλαγούν προκειμένου να καθαριστεί το σφάλμα.

- **Αποζημίωση ζημιών:** Για δίκτυα υψηλής τάσης οι έννοιες προστασίας που ισχύουν στην Ε.Ε προβλέπουν τα ακόλουθα κριτήρια: Προστασία χρόνου 100% για μετασχηματιστές πρώτης ζώνης (χρόνος εκκένωσης ≤ 150 ms). Η επικάλυψη της προστασίας απόστασης με ένα χρόνο τριών φάσεων αυτόματης επανακλειδώσεως με διάστημα 0,4 έως 0,8 δευτερολέπτων για τις γραμμές και εάν είναι απαραίτητο, επακόλουθη ενεργοποίηση σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα ταξινόμησης. Δεν υφίσταται ξεχωριστή προστασία από το ζυγό και δεν υφίσταται προστασία αποτυχίας του διακόπτη.

- **Φορτίο :** Μετά από μετάβαση σε βοηθητικό φορτίο, είναι σημαντικό να είναι δυνατή η λειτουργία της εγκατάστασης παραγωγής για τουλάχιστον 3 ώρες μόνο με βοηθητικό φορτίο. Η λειτουργία μετάβασης στο φορτίο είναι σημαντικό να αποδεικνύεται κατά τη θέση σε λειτουργία και είναι σημαντικό να είναι μετά από σημαντικές τροποποιήσεις στη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Προστασία του συστήματος:** Ολόκληρη η έννοια προστασίας και οι τιμές ρύθμισης για τις ηλεκτρικές διατάξεις προστασίας είναι σημαντικό να συμφωνούν μεταξύ της ΕΝΕ και του χειριστή της μονάδας παραγωγής και πρέπει επιπλέον να τηρούνται κατά τη λειτουργία. Η ηλεκτρική προστασία της γεννήτριας εγκαταλείπεται στους λειτουργικούς ελεγκτές, π.χ. ρυθμιστών τάσης, συσκευής διέγερσης και αποσυνδέει τη μονάδα παραγωγής από το δίκτυο σε περίπτωση μη αποδεκτών συνθηκών λειτουργίας. Ο χειριστής μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντικό να διασφαλίζει ότι οι λειτουργίες μεταγωγής, οι διακυμάνσεις τάσης, η αυτόματη επανεκκόλληση ή άλλες λειτουργίες στο δίκτυο ΕΝΕ δεν προκαλούν ζημιά στη μονάδα παραγωγής. Η ευθύνη για το σχεδιασμό, την προσαρμογή και τη λειτουργία των συσκευών προστασίας ανήκει στον εταίρο του οποίου τον εξοπλισμό οι

διατάξεις ασφαλείας αντιπροσωπεύουν την κύρια προστασία. Οι αντίστοιχοι κανονισμοί είναι σημαντικό να οριστικοποιηθούν κατά τη συμφωνία σύνδεσης δικτύου για όλες τις απαραίτητες συσκευές πέρα από την τυπική έννοια.

- **Ενεργειακή ανισορροπία:** Η σταθερότητα συχνότητας αναφέρεται στον έλεγχο των αποκλίσεων συχνοτήτων που προκύπτουν από τις ανισορροπίες μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης (ενεργός έλεγχος ισχύος) και παρέχεται από τον πρωτεύοντα και δευτερεύοντα έλεγχο, καθώς και τη χρήση των αποθεματικών λεπτών στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

1.3 Η Εφαρμογή τους στη Σύγχρονη Αγορά

Συνήθως εκτελούνται από τον ανεξάρτητο διαχειριστή συστήματος ή από τον διαχειριστή συστήματος μεταφοράς, και αποτελούν υπηρεσίες αφιερωμένες στη δέσμευση και τον συντονισμό των μονάδων παραγωγής και μεταφοράς προκειμένου να διατηρηθεί η αξιοπιστία του ηλεκτρικού δικτύου (Tesfatsion, 2018).

Σημαντικό ρόλο παίζει ο προγραμματισμός, που αναφέρεται στις ενέργειες πριν από την πράξη (όπως ο προγραμματισμός μιας γεννήτριας για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης ποσότητας ενέργειας την επόμενη εβδομάδα), ενώ η αποστολή αναφέρεται στον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο των διαθέσιμων πόρων (Juvenal & Petrella, 2015).

1.4 Βοηθητικές Υπηρεσίες στο μέλλον της ενέργειας

1.4.1 Ανανεώσιμη γενιά

Η ολοκλήρωση του δικτύου παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτεί ταυτόχρονα πρόσθετες βοηθητικές υπηρεσίες με δυνατότητα παροχής βοηθητικών υπηρεσιών στο δίκτυο. Οι μετατροπείς που είναι εγκατεστημένοι σε συστήματα κατανεμημένης γενιάς και ηλιακά συστήματα οροφής έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν πολλές από τις υπηρεσίες που παρέχονται παραδοσιακά από γεννήτριες περιδίνησης και ρυθμιστές τάσης. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν αντιστάθμιση

αντίστασης ισχύος, ρύθμιση τάσης, έλεγχος τρεμοπαίγματος, ενεργό φιλτράρισμα ισχύος και ακύρωση αρμονικών (Liu et al., 2016).

Οι ανεμογεννήτριες με γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν συνθετική αδράνεια στο δίκτυο και να βοηθήσουν στον έλεγχο της συχνότητας.

Το Hydro-Québec άρχισε να απαιτεί συνθετική αδράνεια το 2005 ως τον πρώτο χειριστή του δικτύου, απαιτώντας μια προσωρινή αύξηση ισχύος 6% όταν αντισταθμίζει τη μείωση της συχνότητας συνδυάζοντας τα ηλεκτρονικά ισχύος με την περιστροφική αδράνεια ενός στροβίλου ανεμογεννήτριας. Παρόμοιες απαιτήσεις τέθηκαν σε ισχύ στην Ευρώπη το 2016 (Blaabjerg, & Ionel, 2015)

1.4.2 Ηλεκτρικά οχήματα

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα με ηλεκτρική πρίζα έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών στο δίκτυο, συγκεκριμένα για τη ρύθμιση των φορτίων και την περιστροφή. Είναι δυνατόν να συμπεριφέρονται ως κατανεμημένη ενεργειακή αποθήκευση και έχουν τη δυνατότητα να εκκενώσουν την ισχύ πίσω στο δίκτυο μέσω της αμφίδρομης ροής, που αναφέρεται ως όχημα-σε-πλέγμα (V2G). Επιπλέον , έχουν την ικανότητα να τροφοδοτούν με ταχύτητα που να τους επιτρέπει να χρησιμοποιούνται ως αποθέματα περιστροφής και να παρέχουν σταθερότητα στο δίκτυο με την αυξημένη χρήση διακοπτόμενης γενιάς όπως η αιολική και η ηλιακή. Οι τεχνολογίες για την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών δεν εφαρμόζονται ακόμη ευρέως, αλλά υφίσταται μεγάλη πρόβλεψη για το δυναμικό τους (Ela et al., 2018).

Κεφάλαιο 2ο Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

2.1 Ορισμός

Η μεταφορά ενέργειας απο ανανεώσιμες ανεξάντλητες πηγές γίνεται ως επι το πλείστον με καλωδίωση στο βυθό της θάλασσας . Είναι πολύ σημαντική η υποβρύχια καλωδιακή διασύνδεση θαλάσσιων περιοχών όπως τα νησιά , με την ηπειρωτική χώρα ώστε να μπορεί να εξάγεται η θάλασσια ένεργεια που παράγεται . (Denny, & Dismukes, 2017)

α. Καλωδίωση

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λοιπόν μετατρέπονται σε ηλεκτρική και η οποία μεταφέρεται με τα Σύστηματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ). Πιο συγκεκριμένα τα τελευταία ονομάζονται όλες εκείνες οι εγκαταστάσεις οι οποίες χρησιμεύουν στο να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε περιοχές όπου παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Κύριος όρος προκειμένου να λειτουργεί σωστά ένα ΣΗΕ θεωρείται η παροχή ηλεκτρικής ενέργεια (Belkhayat, 2017).

Η παροχή στους καταναλωτές με ηλεκτρική ενέργεια έχει να κάνει με λειτουργίες που αφορούν την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι τριφασικά και αποτελούνται από εναλλασσόμενη τάση ρεύματος σε συχνότητα 50 ή 60Hz με χρήση για συστήματα καθορισμένης τάσης για παροχή ρεύματος (EIA, European International Association, 2009)

Οι γραμμές μέσα από τις οποίες μεταφέρονται τα σήματα διαθέτουν αγωγούς μικρής τάσης. Στην τάση υφίστανται κάποιες διακυμάνσεις. Τα ηλεκτρικά δίκτυα μπορούν να είναι Εναέρια, Υπόγεια και Υποβρύχια. Η τελευταία είναι εκείνη που μας απασχολεί στην θαλάσσια ενέργεια όπως και οι διατάξεις του Δικαίου της θάλασσας για την καλωδίωση του βυθού, κάτι που θα γίνει αναφορά σε άλλο κεφάλαιο .

Μια σύντομη αναφορά για τα εναέρια τα οποία έχουν χρήση ως δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Θεωρούνται τα πιο γνωστά και είναι εύκολα στην δημιουργία, στην επιθεώρηση και στη συντήρηση αυτών. Τα υπόγεια δίκτυα έχουν κυρίως χρήση σε πόλεις. Προκειμένου να κατασκευαστούν χρειάζονται ακροκιβώτια και καλώδια, με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με τα εναέρια. Τα υποβρύχια όπως προαναφέρθηκε , έχουν χρήση σε σύνδεση νησιών με το εθνικό δίκτυο (Astariz, & Iglesias, 2017).

Αναφορικά με το μήκος τους οι γραμμές μέσα από τις οποίες μεταφέρεται το σήμα μπορεί να είναι είτε μικρού μήκους, ως 50Km, είτε μέτριου ως 250 Km, και μεγάλου άνω των 250 (χιλιόμετρα)Km

Μεταφορά Μη Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας

α. Υποθαλάσσιοι Αγωγοί

Οι υποθαλάσσιοι αγωγοί αποτελούν ένα πολύ σημαντικό τρόπο μεταφοράς ενέργειας και κυρίως υδρογονανθράκων, πετρελαίου και φυσικού αερίου πιο συγκεκριμένα. Οι υποθαλάσσιοι αγωγοί έχουν το πλεονέκτημα ότι μεταφέρουν σε σταθερή ποσότητα ενέργεια δίνοντας έτσι σιγουριά και σταθερότητα στα κράτη τα οποία μεταφέρονται το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Πολλές φορές όμως η γεωμορφολογία του βυθού δεν βοηθάει στην κατασκευή τους .

β. Θαλάσσιες μεταφορές

Οι πρώτοι επιχειρηματίες που ασχολήθηκαν με το πετρέλαιο βρήκαν και για αυτό μια λύση τα τεράστια πετρελαιοφόρα. Πρόκειται για ειδικά σχεδιασμένα πλοία μήκους μέχρι και τετρακοσίων μέτρων. (Astariz, & Iglesias, 2017).

Τα Υγραεριοφόρα αποτελούν ένα ειδικό τύπο εμπορικών πλοίων ή δεξαμενόπλοιων που μεταφέρουν υγροποιημένα αέρια, δηλαδή φυσικό αέριο σε υγρή μορφή, όπως μεταφέρεται το πετρέλαιο. (Παλαιολόγου, 2006).

2.2 Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές σε διεθνές επίπεδο

Η ενέργεια είναι ένα από τα πολυτιμότερα αγαθά στη σημερινή εποχή δεδομένου ότι δίνει τη δυνατότητα στον άνθρωπο να έχει ένα καλύτερο επίπεδο ζωής, λειτουργώντας σε όλους τους τομείς πιο γρήγορα και αποδοτικά. Βέβαια αυτό με την ενέργεια είναι δεδομένο από όταν εμφανίστηκε ο άνθρωπος, όπου μετά την εύρεση της φωτιάς η ζωή του άλλαξε προς το καλύτερο. Σήμερα είναι πολλοί οι παράγοντες που έχουν θέσει το ενεργειακό ζήτημα, ως πρωτεύον στην Aagenda της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα η απελευθέρωση της ενέργειας έχει περάσει από πολλά στάδια, αυστηρότητα που δείχνει η Ρωσία στη διαχείριση του φυσικού αερίου, με αποκορύφωμα το 2006 όπου και διέκοψε τις εισαγωγές και εξαγωγές του (Παλαιολόγου, 2006).

Με βάση αυτά τα νέα δεδομένα η ενέργεια συνεχίζει να έχει πρωτεύοντας ρόλο στη ζωή του μέσου ανθρώπου. Οι λαοί της Ευρώπης και διεθνώς κάνουν το παν προκειμένου να εξασφαλίσουν ένα φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό πεπραγμένο το οποίο θα παρέχει τη δυναμική στο μέσο άνθρωπο για μια καλύτερη ζωή αλλά και όλα αυτά που χρειάζεται προκειμένου να διατηρήσει την ισορροπία στη φύση (Bichpuriya & Soman, 2010).

Η έκφραση «ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» θεωρείται χαρακτηριστική, εξαιτίας του ότι ορισμένες πηγές όπως η ενέργεια γεωθερμίας (γαιάνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο δεν ανανεώνονται μέσα στο πέρασμα των χρόνων (Bichpuriya & Soman, 2010).

Η έννοια «ήπιες», όπως λέγονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σχετίζεται με το ότι μπορούν να είναι εκμεταλλεύσιμες δίχως παρεμβάσεις, όπως για παράδειγμα με τη διαδικασία της εξόρυξης ή καύσης, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη από την φυσική υφιστάμενη ενεργειακή ροή. Επίσης, οι ήπιες μορφές θεωρούνται «καθαρές» με ήπιο χαρακτήρα αναφορικά με το περιβάλλον, χωρίς να εκπέμπουν υδρογονάνθρακες, ή γενικότερα τοξικά απόβλητα. Οπότε, οι ΑΠΕ αναφέρονται από αρκετούς ότι εκφράζουν μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που είναι εμφανής στο περιβάλλον τα τελευταία χρόνια (Ela, et al., 2018)

Οι ήπιες μορφές ενέργειας έχουν να κάνουν ουσιαστικά με την ακτινοβολία του ήλιου, χωρίς να περιλαμβάνεται η γεωθερμική ενέργεια, που ρέει ενεργειακά από το εσωτερικό της γης. Οι ήπιες ενεργειακές μορφές που έχουν άμεση σχέση με τον ήλιο καλούνται και ανανεώσιμες, εφόσον δεν εξαντλούνται αφού υφίσταται η ηλιακή ενέργεια. Επομένως, η ηλιακή ενέργεια θεωρείται "συσσωρευμένη" με κάποιο τρόπο

Όπως η βιομάζα έχει άμεση σχέση με την ηλιακή ενέργεια που συγκρατείται στους φυτικούς ιστούς μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, η αιολική χρησιμοποιεί τον αέρα μέσα από θερμές πηγές ενώ αυτές που στηρίζονται στο νερό χρησιμοποιούν τη διαδικασία εξάτμισης του νερού (Ketsetzi & Capraro, 2016).

Είναι άξιο αναφοράς, πως η ενέργεια της γεωθερμίας δεν θεωρείται ανανεώσιμη, γιατί πρόκειται για γεωθερμικά πεδία τα οποία κάποτε εξαντλούνται και έχουν χρήση είτε άμεση για ζητήματα θέρμανσης, είτε μεταβαλλόμενη σε άλλες

ενεργειακές μορφές όπως σε μηχανολογικές συσκευές κτλ. (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009).

Η Ε.Ε. δεν αποτελεί το μόνο υπόβαθρο περιβαλλοντικής πολιτικής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί, πως η Ελλάδα έχει εγκρίνει πολλές διεθνείς συμβάσεις, οι οποίες σχετίζονται με το περιβάλλον. Είναι άξιο αναφοράς ότι η περιβαλλοντική πολιτική είχε να κάνει με τον ανταγωνισμό πρωταρχικά και κατόπιν με το περιβάλλον με κύριο σκοπό της περιβαλλοντικής πολιτικής, την εναρμόνιση των περιβαλλοντικών νομοθεσιών. Μόνο με την Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη του 1987, το περιβάλλον και η προστασία του συμπεριλήφθησαν στο κείμενο της Συνθήκης (Terpan, 2015).

2.3 Μορφές Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Λιγνίτης

Ο λιγνίτης μπορεί να χωριστεί σε δύο τύπους. Ο πρώτος είναι λιγνολίτης ξυλοειδής ή ορυκτό ξύλο και η δεύτερη μορφή είναι ο συμπαγής λιγνίτης ή ο τέλειος λιγνίτης. Αν και ο λιγνίτης ξυλοειδής μπορεί μερικές φορές να έχει την ανθεκτικότητα και την εμφάνιση του συνηθισμένου ξύλου, μπορεί να φανεί ότι ο εύφλεκτος ξυλώδης ιστός έχει βιώσει μια μεγάλη τροποποίηση (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Αργό Πετρέλαιο

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα φυσικό, μη επεξεργασμένο πετρελαϊκό προϊόν που αποτελείται από κοιτάσματα υδρογονανθράκων και άλλα οργανικά υλικά. Ένας τύπος ορυκτών καυσίμων, το αργό πετρέλαιο μπορεί να εξευγενιστεί για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων όπως βενζίνη, ντίζελ και διάφορες μορφές πετροχημικών.

Είναι ένας μη ανανεώσιμος πόρος, που σημαίνει ότι δεν μπορεί να αντικατασταθεί φυσικά με το ρυθμό που το καταναλώνουμε και ως εκ τούτου είναι ένας περιορισμένος πόρος. Το πετρέλαιο ρέει συνήθως μέσω γεωτρήσεων, όπου βρίσκεται παράλληλα με άλλους πόρους, όπως το φυσικό αέριο (το οποίο είναι ελαφρύτερο, και επομένως κάθεται πάνω από το αργό πετρέλαιο) και αλατούχο νερό (το οποίο είναι πυκνότερο και καταβυθίζεται κάτω). Στη συνέχεια, εξευγενίζεται και μεταποιείται σε

διάφορες μορφές, όπως τη βενζίνη, τη κηροζίνη και την άσφαλτο όπου πωλούνται στους καταναλωτές (Kilian, & Murphy, 2014).

Αν και συχνά ονομάζεται "μαύρος χρυσός", το αργό πετρέλαιο έχει ιξώδες που κυμαίνεται και μπορεί να ποικίλει σε χρώμα από μαύρο σε κίτρινο, ανάλογα με τη σύνθεση του υδρογονανθράκων. Η απόσταξη, η διαδικασία με την οποία θερμαίνεται το πετρέλαιο και διαχωρίζεται σε διάφορα συστατικά, είναι το πρώτο στάδιο της διύλισης (EWEA. “Annual Report 2008)

Οι μηχανές που επινοήθηκαν πρόσφατα έκαναν την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο δουλεύουμε και εξαρτώνται από αυτούς τους πόρους προκειμένου να τρέξουν. Σήμερα, η παγκόσμια οικονομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα όπως το αργό πετρέλαιο και η ζήτηση για αυτούς τους πόρους προκαλεί συχνά πολιτικές αναταραχές, καθώς ένας μικρός αριθμός χωρών ελέγχει τις μεγαλύτερες δεξαμενές. Όπως κάθε βιομηχανία, η προσφορά και η ζήτηση επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις τιμές και την αποδοτικότητα του αργού πετρελαίου. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Σαουδική Αραβία και η Ρωσία είναι οι κορυφαίοι παραγωγοί πετρελαίου στον κόσμο (Chapelliere, et al., 2017)

Ωστόσο, στα τέλη του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν ένας από τους κορυφαίους παραγωγούς πετρελαίου παγκοσμίως και οι εταιρείες των ΗΠΑ ανέπτυξαν την τεχνολογία προκειμένου να κάνουν το πετρέλαιο χρήσιμο προϊόν όπως τη βενζίνη. Κατά τις μεσαίες και τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, η παραγωγή πετρελαίου των ΗΠΑ μειώθηκε δραματικά και οι ΗΠΑ. έγιναν εισαγωγείς ενέργειας. Ο σημαντικότερος προμηθευτής του ήταν ο Οργανισμός Πετρελαιοειδών Εξαγωγικών Χωρών (OPEC), που ιδρύθηκε το 1960 και αποτελεί τους μεγαλύτερους (κατά όγκο) κατόχους αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, αποθεματικά (Gasparatos, et al., 2017)

Ως εκ τούτου, τα έθνη του ΟΠΕΚ είχαν οικονομική δύναμη στον προσδιορισμό της προσφοράς και ως εκ τούτου της τιμής του πετρελαίου στα τέλη του 1900. Η έντονη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα αναφέρεται ως μία από τις κύριες αιτίες της υπερθέρμανσης του πλανήτη τα τελευταία 20 χρόνια (HELAPCO, 2007)

Οι κίνδυνοι γύρω από τη διάνοιξη πετρελαίου περιλαμβάνουν πετρελαιοκηλίδες και οξίνιση των ωκεανών, οι οποίες βλάπτουν το οικοσύστημα. Πολλοί κατασκευαστές

έχουν αρχίσει να δημιουργούν προϊόντα που βασίζονται σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας, όπως αυτοκίνητα που κινούνται με ηλεκτρισμό, σπίτια που λειτουργούν με ηλιακούς συλλέκτες και κοινότητες που τροφοδοτούνται από ανεμογεννήτριες (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Οι επενδυτές μπορούν να αγοράζουν δύο τύπους συμβάσεων πετρελαίου: συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και συμβόλαια άμεσης παράδοσης. Η τιμή της σύμβασης spot αντικατοπτρίζει την τρέχουσα τιμή αγοράς για το πετρέλαιο, ενώ η τιμή μελλοντικής εκπλήρωσης αντανακλά την τιμή που οι αγοραστές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για το πετρέλαιο σε ημερομηνία παράδοσης που ορίζεται σε κάποιο σημείο στο μέλλον.

Η τιμή των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης δεν αποτελεί εγγύηση ότι το πετρέλαιο θα πλήξει στην πραγματικότητα αυτή την τιμή στην τρέχουσα αγορά κατά την ημερομηνία αυτή. Είναι μόνο η τιμή που, κατά τη στιγμή της σύμβασης, οι αγοραστές πετρελαίου προβλέπουν.

Τα συμβόλαια αγαθών που αγοράζονται και πωλούνται στις αγορές άμεσης παράδοσης τίθενται αμέσως σε ισχύ: Τα χρήματα ανταλλάσσονται και ο αγοραστής δέχεται την παράδοση των αγαθών. Στην περίπτωση του πετρελαίου, η ζήτηση για άμεση παράδοση σε σχέση με τη μελλοντική παράδοση είναι μικρή, οφειλόμενη σε μεγάλο βαθμό στην υλικοτεχνική υποστήριξη της μεταφοράς πετρελαίου στους χρήστες (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Οι επενδυτές, φυσικά, δεν προτίθενται να παραλάβουν καθόλου (αν και υπήρξαν καταστάσεις όπου το σφάλμα ενός επενδυτή είχε ως αποτέλεσμα αυτό), έτσι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι πιο συνηθισμένα μεταξύ των τελικών χρηστών και των επενδυτών. Όταν αγοράζονται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, συνάπτεται σύμβαση μεταξύ αγοραστή και πωλητή και εξασφαλίζεται με καταβολή περιθωρίου που καλύπτει ένα ποσοστό της συνολικής αξίας της σύμβασης.

Υπάρχουν δύο μεγάλες συμβάσεις πετρελαίου στις οποίες οι συμμετέχοντες στην αγορά πετρελαίου ενδιαφέρονται περισσότερο. Στη Βόρεια Αμερική, το σημείο αναφοράς για τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης πετρελαίου είναι το ακατέργαστο πετρέλαιο, το οποίο διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο Εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης. Στην Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή, το

σημείο αναφοράς είναι η Brent Crude της Βόρειας Θάλασσας, η οποία εμπορεύεται το Intercontinental Exchange (ICE) (Shahidehpour & Alomoush, 2017).

Σχεδόν όλα τα εργοστάσια καύσης άνθρακα, πετρελαίου, πυρηνικής, γεωθερμικής, ηλιακής, θερμικής ενέργειας και αποτέφρωσης αποβλήτων, καθώς και πολλοί σταθμοί φυσικού αερίου είναι θερμικοί. Το φυσικό αέριο καίγεται συχνά σε αεριοστρόβιλους καθώς και σε λέβητες. Η απορριπτόμενη θερμότητα από αεριοστρόβιλο, με τη μορφή θερμού καυσαερίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση του ατμού, περνώντας το αέριο αυτό μέσω μιας γεννήτριας ατμού ανάκτησης θερμότητας (HRSG), τότε ο ατμός χρησιμοποιείται για την οδήγηση ενός ατμοστρόβιλου σε ένα συνδυασμένο κύκλο που βελτιώνει τη συνολική απόδοση (Huijts, et al., 2012).

Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής καύσης άνθρακα, μαζούτ ή φυσικού αερίου καλούνται συχνά σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, οι πυρηνικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, ιδίως τα φυτά που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, τα οποία δεν περιλαμβάνουν συμπαραγωγή, αναφέρονται μερικές φορές ως συμβατικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.

Οι εμπορικοί ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί συνήθως κατασκευάζονται σε μεγάλη κλίμακα και είναι σχεδιασμένοι για συνεχή λειτουργία. Σχεδόν όλοι οι ηλεκτροπαραγωγοί χρησιμοποιούν τριφασικές ηλεκτρογεννήτριες προκειμένου να παράγουν ηλεκτρική ισχύ εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) σε συχνότητα 50 Hz ή 60 Hz. Μεγάλες εταιρείες ή ιδρύματα μπορούν να έχουν τους δικούς τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής προκειμένου να προμηθεύουν θέρμανση ή ηλεκτρική ενέργεια τις εγκαταστάσεις τους, ειδικά εάν ο ατμός δημιουργείται ούτως ή άλλως για άλλους σκοπούς. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με ατμό χρησιμοποιούνταν προκειμένου να οδηγήσουν τα περισσότερα πλοία στο μεγαλύτερο μέρος του 20^{ου} αιώνα μέχρι πρόσφατα. Οι σταθμοί παραγωγής ατμού χρησιμοποιούνται τώρα μόνο σε μεγάλα πυρηνικά ναυτικά πλοία. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από πλοίο συνήθως συνδέουν άμεσα τον στρόβιλο με τις προπέλες του πλοίου μέσω κιβωτίων ταχυτήτων (Bichpuriya & Soman, 2010).

Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής σε τέτοια πλοία παρέχουν επίσης ατμό σε μικρότερους στροβίλους που οδηγούν ηλεκτρικές γεννήτριες για την παροχή

ηλεκτρικού ρεύματος. Η πρόωση πυρηνικής ναυσιπλοΐας, με ελάχιστες εξαιρέσεις, χρησιμοποιείται μόνο στα ναυτικά σκάφη. Έχουν υπάρξει πολλά ηλεκτρικά πλοία στα οποία ένας ατμοκίνητος στρόβιλος κινεί μια ηλεκτρική γεννήτρια που τροφοδοτεί έναν ηλεκτρικό κινητήρα για πρόωση (Bartos, & Chester, 2015).

Οι μονάδες συμπαραγωγής, συχνά αποκαλούμενες μονάδες συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (CH & P), παράγουν τόση ηλεκτρική ενέργεια όση και θερμότητα για τη θέρμανση της διαδικασίας ή τη θέρμανση χώρου, όπως ο ατμός και το ζεστό νερό.

Το άμεσο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από έναν θερμικό σταθμό παραγωγής ενέργειας είναι το αποτέλεσμα του κόστους των καυσίμων, του κόστους κεφαλαίου για το εργοστάσιο, της εργασίας των χειριστών, της συντήρησης και των παραγόντων όπως ο χειρισμός και η απόρριψη της τέφρας. Το έμμεσο, κοινωνικό ή περιβαλλοντικό κόστος, όπως η οικονομική αξία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του πλήρους κύκλου καυσίμου και του παροπλισμού των εγκαταστάσεων, δεν κατανέμονται συνήθως στο κόστος παραγωγής θερμικών σταθμών στην πρακτική χρησιμότητα, αλλά μπορεί να αποτελούν μέρος περιβαλλοντικής αξιολόγησης των επιπτώσεων (Raptis, et al., 2016).

Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί

Η έννοια υδροδυναμική ενέργεια χαρακτηρίζει τη μετατροπή της δυναμικής ή της κινητικής ενέργειας υδάτινων μαζών σε ηλεκτρισμό. Η εκμετάλλευση της δύναμης του νερού αποτελεί την αρχαιότερη και πλέον εξελιγμένη απ' όλες τις τεχνολογίες των ΑΠΕ (Παλαιολόγου, 2006). (Jobert et al., 2007)

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η χρήση της ροής του αέρα μέσω των ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικών γεννητριών για ηλεκτρική ενέργεια. (Bichpuriya & Soman, 2010).

Φωτοβολταϊκά

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες, το καθένα από τα οποία αποτελείται από έναν αριθμό ηλιακών κυψελών, τα οποία

παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις μπορούν να τοποθετηθούν σε έδαφος σε στέγες ή σε τοίχο (Astariz, & Iglesias, 2017).

Ενέργεια από τα κύματα

Η θάλασσα από την αρχαιότητα αποτελούσε πηγή τροφής, πλούτου και γενικά πηγή ανάπτυξης των τότε κοινωνιών. Οι πολιτισμοί κοντά σε θάλασσα άκμασαν πιο γρήγορα και κατέστησαν βιώσιμοι για αιώνες. Στην αρχαιότητα οι πολίτες έκαναν χρήση του θαλάσσιου νερού ως μέσο στήριξης των δράσεων τους σε καθημερινή βάση. Ουσιαστικά αποτελούσε μια πρώτη ενεργειακή διαδικασία στήριξης και πηγή διαβίωσης για τους πολίτες. Αργότερα και κυρίως κατά το Μεσαίωνα(1200-1500) η θάλασσα αρχίζει να θεωρείται ως βασική πηγή ενέργειας, συγκεκριμένα οι αγρότες παγίδευαν το θαλάσσιο νερό στις λίμνες μύλων, προκειμένου να το χρησιμοποιήσουν ως υδρόμυλους δύναμης (Kay, et al., 2017)

Για περισσότερους από δύο αιώνες οι εφευρέτες αναζητούσαν τρόπους προκειμένου να εκμεταλλευτούν τη δύναμη από τα θάλασσα ακόμα όμως και σήμερα δεν υφίσταται μια αποτελεσματική ως προς την ανάπτυξης της αλλά και την εφαρμογή της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας, η οποία να έχει την ικανότητα να εκμεταλλευτεί τη συνολική ισχύ της. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εκμετάλλευσης της ισχύς της, το πρόβλημα είναι ότι δεν έχουν εφαρμοστεί στο σύνολο τους. Για παράδειγμα υπάρχει δυνατότητα να εξαχθεί ενέργεια από τη θάλασσα χρησιμοποιώντας ποικίλους τρόπους όπως π.χ. καταδυόμενες αίθουσες πίεσης, το πρόβλημα είναι ότι αυτή η δυνατότητα δυστυχώς δεν έχει αξιοποιηθεί στο έπακρο τη.

Η αδυναμία εξαγωγής ενέργειας δεν είναι αποτέλεσμα κάποιου αξεπέραστου τεχνικού προβλήματος. Συγκεκριμένα η επιστήμη παραγωγής ενέργειας από τη θάλασσα έχει λύσεις για κάθε πτυχή της τεχνολογίας. Στη πραγματικότητα το βασικό πρόβλημα σε μακροπρόθεσμο επίπεδο είναι το κόστος που κάθε καταναλωτής καλείται να πληρώσει. Ουσιαστικά η αδυναμία χρήσης των διαφορετικών μεθόδων παραγωγής ενέργειας αναφέρεται κυρίως στο κόστος, αντιδράσεις υφίστανται κυρίως από το κοινό και την αδυναμία του να καλύψει το παραπάνω.

Η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας διπλασιάζεται κάθε οκτώ έτη στις αναπτυσσόμενες χώρες, πράγμα που σημαίνει ότι πολύ σύντομα ο αριθμός που στερείται των ευεργετημάτων της ηλεκτρικής ενέργειας, θα συνεχίζεται να αυξάνεται με αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι άνθρωποι να βιώνουν ένα μη φυσιολογικό τρόπο

ζωής. Προκειμένου να βοηθηθούν οι πληθυσμοί που βιώνουν τις δυσκολίες διαβίωσης χωρίς ηλεκτρική ενέργεια, αλλά και να καλυφθούν στο μέλλον οι ανάγκες του μέσου ανθρώπου, ώστε να μη βρεθούν και άλλοι άνθρωποι σε παρόμοια δυσμενή θέση, θα πρέπει να γίνει ευρεία χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε αυτό είναι δυνατό να αποτελέσει λύση και πηγή η θάλασσα (Bichpuriya & Soman, 2010).

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5°C (Lopes, 2018).

Οι θαλάσσιες μάζες καλύπτουν το 75% της επιφάνειας του πλανήτη και μπορούν να θεωρηθούν ένα κολοσσιαίο, «παγκόσμιο» ενεργειακό ρεζερβουάρ (Lee, et al., 2016)

2.4 Θετικά και αρνητικά σημεία των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι αιολικές, γεωθερμικές, ηλιακές, υδροηλεκτρικές και άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μια πολύ δημοφιλής πηγή ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Οι χώρες, υιοθετούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με μεγάλα οφέλη (Lopes, 2018)

Πλεονεκτήματα της ανανεώσιμης ενέργειας

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ορυκτά καύσιμα έχει ορισμένα πλεονεκτήματα:

- ✓ Η ανανεώσιμη ενέργεια δεν θα εξαντληθεί

Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χρησιμοποιούν πόρους κατευθείαν από το περιβάλλον για να παράγουν ενέργεια. Αυτές οι πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν τον ήλιο, τον άνεμο, την παλίρροια και τη βιομάζα, για να αναφερθούν μερικές από τις πιο δημοφιλείς επιλογές. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν θα εξαντληθούν, κάτι που δεν μπορεί να λεχθεί για πολλούς τύπους ορυκτών καυσίμων - καθώς χρησιμοποιούμε πόρους από ορυκτά καύσιμα, θα είναι όλο και πιο δύσκολο να επιτευχθούν, πιθανόν να οδηγήσουν τόσο στο κόστος όσο και στην περιβαλλοντική επίδραση της εξόρυξης.

- ✓ Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι χαμηλότερες

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας απαιτούν λιγότερη συνολική συντήρηση από τις γεννήτριες που χρησιμοποιούν παραδοσιακές πηγές καυσίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η παραγωγή τεχνολογίας όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες έχουν λίγα ή καθόλου κινητά εξαρτήματα και δεν βασίζονται σε εύφλεκτες πηγές καυσίμων για λειτουργία. Λιγότερες απαιτήσεις συντήρησης μεταφράζονται σε περισσότερο χρόνο και χρήματα.

- ✓ Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξοικονομούν χρήματα

Η χρήση ανανεώσιμης ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στην εξοικονόμηση χρημάτων μακροπρόθεσμα. Το ποσό των χρημάτων που εξοικονομείται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να ποικίλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ίδιας της τεχνολογίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σημαίνει από εκατοντάδες έως χιλιάδες δολάρια εξοικονόμησης.

Η χρήση ορυκτών καυσίμων όχι μόνο εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου αλλά και άλλους επιβλαβείς ρύπους που οδηγούν σε προβλήματα αναπνευστικής και καρδιακής υγείας. Με την ανανεώσιμη ενέργεια, μειώνεται η επικράτηση των ρύπων συμβάλλοντας σε μια συνολική υγιέστερη ατμόσφαιρα.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαρτώνται λιγότερο από ξένες πηγές ενέργειας Με τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας, παράγεται ενέργεια τοπικά. (Liserre, et al., 2010)

Ακολουθούν μερικά μειονεκτήματα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με τις παραδοσιακές πηγές καυσίμων

- ✓ Υψηλότερο κόστος προκαταβολής

Οι τεχνολογίες είναι συνήθως ακριβότερες εκ των προτέρων από τις παραδοσιακές γεννήτριες ενέργειας. Για να καταπολεμηθεί αυτό, υπάρχουν συχνά οικονομικά κίνητρα, όπως πιστώσεις φόρου και επιστροφές, διαθέσιμα για να βοηθήσουν στην άμβλυνση του αρχικού κόστους των ανανεώσιμων τεχνολογιών.

- ✓ Διαλείμματα

Αν και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι διαθέσιμες σε όλο τον κόσμο, πολλοί από αυτούς τους πόρους δεν είναι διαθέσιμοι 24 ώρες το 24ωρο, όλο το χρόνο. Ορισμένες μέρες

μπορεί να είναι νυχτερινές από άλλες, ο ήλιος δεν λάμπει τη νύχτα και οι ξηρασίες μπορεί να εμφανιστούν για χρονικές περιόδους. Μπορεί να υπάρξουν απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα που διαταράσσουν αυτές τις τεχνολογίες. Τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι διακεκομμένα και μπορούν να ενεργοποιηθούν ή να απενεργοποιηθούν ανά πάσα στιγμή.

- ✓ Δυνατότητες αποθήκευσης

Λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας ορισμένων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπάρχει μεγάλη ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας. Παρόλο που υπάρχουν σήμερα διαθέσιμες τεχνολογίες αποθήκευσης, μπορεί να είναι δαπανηρές, ειδικά για εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας μεγάλης κλίμακας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δυναμικότητα αποθήκευσης ενέργειας αυξάνεται καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία και οι μπαταρίες καθίστανται πιο προσιτές με την πάροδο του χρόνου.

- ✓ Γεωγραφικοί περιορισμοί

Ένα μεγάλο αγρόκτημα με ανοιχτό χώρο μπορεί να είναι ένα εξαιρετικό μέρος για μια οικιακή ανεμογεννήτρια ή ένα ηλιακό ενεργειακό σύστημα, ενώ μια πόλη που καλύπτεται από σκιά από ψηλότερα κτίρια δεν θα μπορέσει να αποκομίσει τα οφέλη οποιασδήποτε τεχνολογίας. Εάν μια ιδιοκτησία δεν είναι κατάλληλη για τεχνολογία ανανεώσιμης ενέργειας, υπάρχουν και άλλες επιλογές αγοράζοντας πράσινη ενέργεια ή με εγγραφή σε μια κοινοτική ηλιακή επιλογή.

2.5 Ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από τις ΑΠΕ

Οι βοηθητικές υπηρεσίες είναι οι υπηρεσίες που είναι απαραίτητες για τη στήριξη της μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από τον πωλητή στον αγοραστή, δεδομένων των υποχρεώσεων των περιοχών ελέγχου και της μετάδοσης των υπηρεσιών κοινής ωφελείας εντός αυτών των περιοχών ελέγχου για τη διατήρηση αξιόπιστων λειτουργιών του διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς (Lopes, 2018).

Οι βοηθητικές υπηρεσίες είναι οι υπηρεσίες και οι λειτουργίες εξειδικευμένου χαρακτήρα που παρέχονται από το ηλεκτρικό δίκτυο, οι οποίες διευκολύνουν και στηρίζουν τη συνεχή ροή ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι ώστε η προσφορά να

ανταποκρίνεται συνεχώς στη ζήτηση. Ο όρος βοηθητικές υπηρεσίες χρησιμοποιείται προκειμένου να αναφερθεί σε μια ποικιλία λειτουργιών πέραν της παραγωγής και της μετάδοσης που απαιτούνται για τη διατήρηση της σταθερότητας και της ασφάλειας του δικτύου. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν γενικά, τον έλεγχο συχνότητας, τα αποθέματα περιστροφής και τα αποθεματικά λειτουργίας. Παραδοσιακά παρεπόμενες υπηρεσίες έχουν παρασχεθεί από τους παραγωγούς, ωστόσο, η ενσωμάτωση της διαλείπουσας παραγωγής και η ανάπτυξη τεχνολογιών έξυπνων δικτύων έχουν προκαλέσει μια μετατόπιση του εξοπλισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών (Mallett 2007)

2.6 Απήχηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα - άνθρακας, φυσικό αέριο και ιδιαίτερα πετρέλαιο, το οποίο έχει καθιερωθεί ως η κύρια πηγή ενέργειας τουπλανήτη (Moe, 2016)

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον για την Ελλάδα είναι οι προβλέψεις για ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα που ενσωματώνεται στο δεκαετές προενταξιακό σχέδιο (ΕΙΑ) της ESIM για την περίοδο 2019-2028, το οποίο έχει συμβουλευτεί η ADMIE. (Sutherland, Peter & Zagata, 2015).

Στη μελέτη IPTO, απεικονίζονται τρία σενάρια εξέλιξης της ζήτησης: "REPORT", "HIGH DEMAND" και "LOW DEMAND".

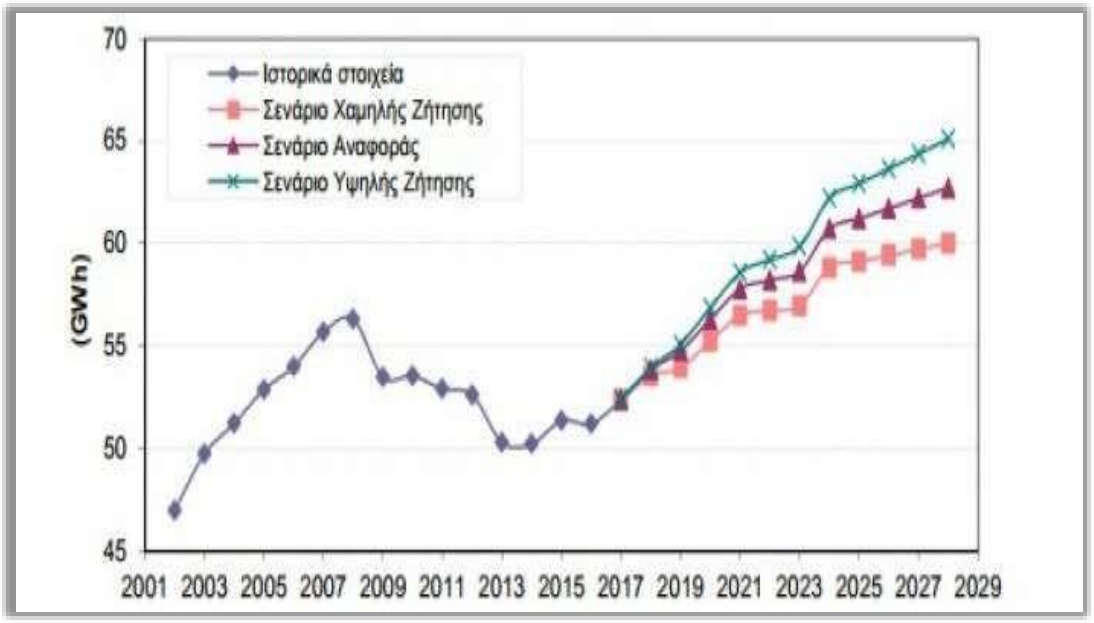
Οι προβλέψεις IPPC για την ετήσια ακαθάριστη καθαρή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης της ζήτησης που εξυπηρετείται τοπικά από διασκορπισμένη παραγωγή ΑΠΕ) στο NSSP για την περίοδο 2018 - 2028 συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 2-1: Προβλέψεις ΑΔΜΗΕ για την ετήσια συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

Σενάριο	**ΧΑΜΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**	**ΑΝΑΦΟΡΑΣ**	**ΥΨΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**

Έτος	(GW)		
2018	53540	53850	53940
2019	53950	54770	55080
2020	55240	56300	56870
2021	56490	57790	58590
2022	56730	58220	59220
2023	56970	58650	59860
2024	58830	60720	62210
2025	59130	61220	62930
2026	59420	61720	63650
2027	59720	62220	64380
2028	60020	62720	65120

Γράφημα 2-1: Εξέλιξη Συνολικής Ζήτησης Ενέργειας



Πηγή:
http://www.admie.gr

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι από το 2018 οι προβλέψεις του ΑΔΜΗΕ που παρουσιάζονται στον πίνακα περιλαμβάνουν τη διασύνδεση της ζήτησης για τις Κυκλάδες, ενώ μέχρι το 2020 (μέσα του έτους) η ζήτηση για την Κρήτη θα εξυπηρετηθεί μέσω του συνδέσμου του ΕΚ περιλαμβάνεται. Από το 2024 και μετά, ο πίνακας προβλέπει και η εικόνα δείχνει τη συνολική ζήτηση της Κρήτης (με την ολοκλήρωση της σύνδεσης SW στα τέλη του 2023).

Ο πίνακας δείχνει ότι η συνολική καθαρή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να επανέλθει στα επίπεδα του 2008 γύρω στο 2022 (Σενάριο αναφοράς). Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η προβλεπόμενη εξέλιξη της συνολικής καθαρής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας του σεναρίου ADMO REFERENCE (εξαιρουμένης της πρόσθετης ζήτησης για διασυνδεδεμένα νησιά) από το 2019 και μετά αντιστοιχεί σε μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 0,85%, ο οποίος είναι σημαντικά χαμηλότερος από το 2000 έως το 2000 2010 (2,17%). Ο αντίστοιχος μέσος ρυθμός ανάπτυξης για το σενάριο HIGH ζήτησης είναι 1,21%, ενώ για το σενάριο χαμηλής ζήτησης είναι 0,49%.

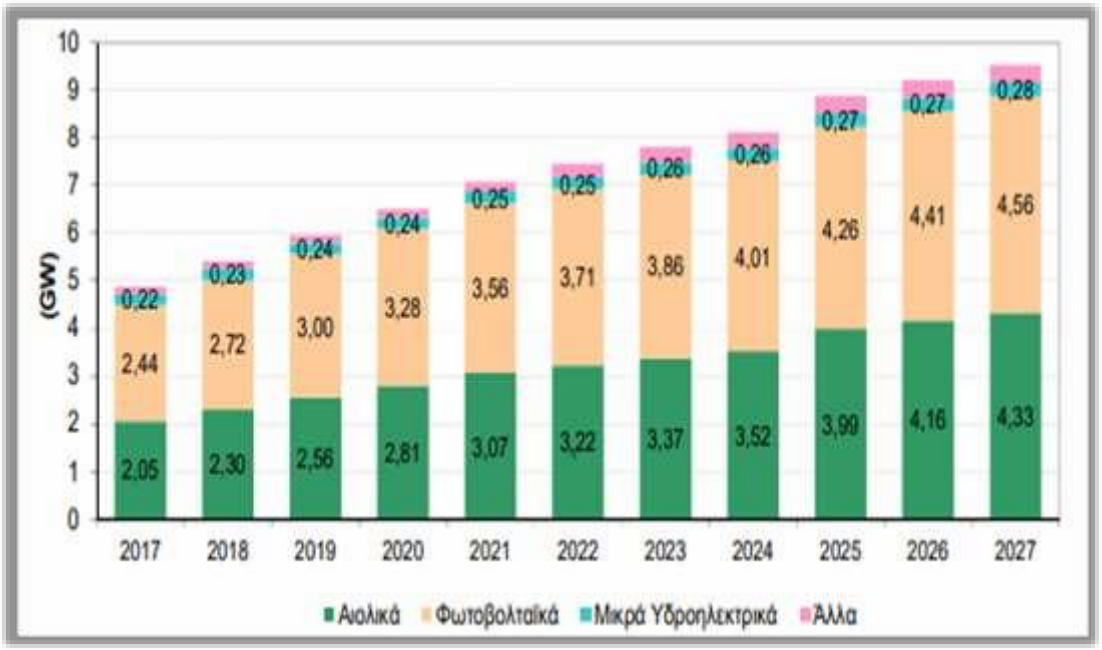
Ο Πίνακας 2-2 κατωτέρω περιγράφει το σενάριο διείσδυσης ΑΠΕ που εξετάζεται για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης (το οποίο περιλαμβάνει επίσης τις Νήσους ΑΠΕ που θα διασυνδεθούν με την ESMI κατά τη χρονική στιγμή της μελέτης) και απεικονίζεται γραφικά στο Γράφημα 2-2.

Πίνακας 2-2: Σενάριο Διείσδυσης ΑΠΕ

	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**
	(MW)										
Αιολικά	2047	2300	2555	2810	3065	3220	3370	3520	3990	4160	4330
Φωτοβολ-ταϊκά	2444	2720	3000	3280	3560	3710	3860	4010	4256	4406	4556

ΜΥΗΕ	223	228	237	242	247	252	257	262	267	272	277
Βιομάζα/ Βιοαέριο	58	62	66	70	100	150	200	200	200	200	200
ΣΗΘΥΑ	100	104	108	110	110	125	125	125	125	125	125
Ηλιοθερ-μικά									50	50	50
Σύνολο	4872	5414	5966	6512	7082	7457	7812	8117	8888	9213	9538

Γράφημα 2-2: Σενάριο εξέλιξης εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ



Πηγή: http://www.admie.gr

Η ολοκλήρωση του δικτύου παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτεί ταυτόχρονα πρόσθετες βοηθητικές υπηρεσίες και έχει τη δυνατότητα παροχής βοηθητικών υπηρεσιών στο δίκτυο. Οι μετατροπείς που είναι εγκατεστημένοι με συστήματα κατανεμημένης γενιάς και ηλιακά συστήματα οροφής έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πολλές από τις παρεπόμενες υπηρεσίες που παρέχονται παραδοσιακά από γεννήτριες περιδίνησης και ρυθμιστές τάσης. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν αντιστάθμιση αντίστασης ισχύος, ρύθμιση τάσης, έλεγχος τρεμοπαίγματος, ενεργό φιλτράρισμα ισχύος και ακύρωση αρμονικών

Οι ανεμογεννήτριες με γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν συνθετική αδράνεια στο δίκτυο και να βοηθήσουν στον έλεγχο της συχνότητας (Sutherland, Peter & Zagata, 2015).

Το Hydro-Québec άρχισε να απαιτεί συνθετική αδράνεια το 2005 ως τον πρώτο χειριστή του δικτύου, απαιτώντας μια προσωρινή αύξηση ισχύος 6% όταν αντισταθμίζει τη μείωση της συχνότητας συνδυάζοντας τα ηλεκτρονικά ισχύος με την περιστροφική αδράνεια ενός στροβίλου ανεμογεννήτριας. (Paramati, et al., 2017).

Οι φορείς που είναι υπεύθυνοι είναι οι κάτωθι:

ΑΔΜΗΕ ΑΕ (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας)

ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ (Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας)

ΛΑΓΗΕ ΑΕ (Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας)

ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας)

Κεφάλαιο 3. Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές και κλάδος οικονομίας

3.1 Συμβολή στην οικονομία

Η ανάλυση των τεχνολογιών ενέργειας σε επίπεδο κόστους ηλεκτρικής ενέργειας από το Bloomberg New Energy Finance (BNEF) αναγνωρίζει την βασική ανισότητα ανάμεσα στο κόστος της ενέργειας του ωκεανού σε αντίθεση με άλλες μορφές παραγωγής (Rowlands et al., 2003)

Το κεντρικό σενάριο για το 2015 (H2) υπολογίζει την κυματική ενέργεια LCOE σε περίπου $500/MWh ενώ η παλιρροιακή υπολογίζεται σε περίπου $440/MWh. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι υπάρχει μεγαλύτερος βαθμός βεβαιότητας για το παλιρροϊκό κόστος σε σύγκριση με το κυματικό δεδομένης της ισχυρότερης τεχνολογικής σύγκλισης και της μεγαλύτερης εγκατεστημένης χωρητικότητας. Ευρύτερα, η εικόνα 4-1 δείχνει το υπερβολικά υψηλό κόστος της ενέργειας του ωκεανού σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές, όπως για παράδειγμα την υπεράκτια αιολική ενέργεια ($174/MWh),(μαγαχερτζ) το ηλιακό κρυσταλλικό πυρίτιο PV ($122/MWh), τον παραθαλάσσιο άνεμο ($83/MWh) το μεγάλο υδροηλεκτρικό ($70/MWh) (Suškevičs, et al., 2019)

Προκειμένου να υπάρχει μια πιο πλήρης εικόνα θεωρείται απαραίτητη μια ανασκόπηση που διεξήχθη από τους Kempener & Neumann (2014a). Αναγνώρισαν ότι το LCOE για μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις OTEC (1-10 MW)(μεγαβάτ) κυμαίνεται κάπου ανάμεσα σε $190/MWh και $940/MWh. Ωστόσο, αν η εγκατάσταση κλιμακωνόταν σε 50-400 MW, το κόστος θα έπεφτε σημαντικά και πιθανόν θα κυμαίνονταν ανάμεσα σε $70 MWh και $320/MWh (Raptis, et al., 2016)

Αυτά τα υψηλά κόστη δείχνουν την ανωριμότητα αυτών των τεχνολογιών και τη μικρή περίοδο πρακτικών εφαρμογών την οποία διανύουν οι τεχνολογίες ενέργειας του ωκεανού με εξαίρεση την παλιρροϊκή κλίμακα. Κατά συνέπεια, πολλά από τα ζητήματα κόστους θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν μέσα από συνεχείς προσπάθειες από το RD &D που εξετάζονται παρακάτω. Η παλιρροιακή κλίμακα είναι ελαφρώς διαφορετική με την έννοια ότι η τεχνολογία εγκαταστάθηκε για πρώτη φορά σε εμπορική βάση στα μέσα του 20^{ου} αιώνα σε χώρες όπως ο Καναδάς, η Γαλλία , και η Κίνα. Συνεπώς οι βασικές τεχνολογικές αρχές έχουν κατανοηθεί και πολλές από τις εγκαταστάσεις έχουν λειτουργήσει χωρίς σημαντικά ζητήματα προτείνοντας ότι η περαιτέρω RD & D είναι

πιθανό να μειώσει σημαντικά τα κόστη της. Ακόμη και έτσι είναι πιθανό να βελτιωθεί ο σχετικά κακός συντελεστής φορτίου (25%) της τεχνολογίας παλιρροϊκής κλίμακας εξαιτίας παλιρροϊκών κύκλων και απόδοσης της τουρμπίνας που με τη σειρά τους θα βελτιώσουν το LCOE (Levelized Cost of Energy) χρησιμοποιώντας σχεδιασμό πολλαπλών λεκανών και/ή τουρμπίνες για δημιουργία πλημμύρας και άμπωτης(Sütterlin, & Siegrist, 2017)

Τα κόστη τεχνολογίας ενέργειας πέφτουν καθώς αυξάνεται η ανάπτυξη συνδυασμού μάθησης από την πράξη και μάθησης από τη χρήση καθώς και άλλων παραγόντων όπως η αυξημένη σιγουριά των επενδύσεων

3.2 Ελληνικό ισοζύγιο ενέργειας

Η Ελλάδα έχει περάσει μια δύσκολη οικονομική κρίση της οποίας τα αποτελέσματα ακόμα είναι νωπά και συνεχίζουν να επηρεάζουν την οικονομία σε όλους τους τομείς και κλάδους της. Για πολλούς μάλιστα δεν έχει ξεπεραστεί και συνεχίζει να υφίσταται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον επηρεασμό κλάδων σημαντικών όπως είναι η ενέργεια. Οι βοηθητικές υπηρεσίες έχουν τη δυνατότητα με τη σωστή διαχείριση να βοηθήσουν το κλάδο της ενέργειας .Ζητήματα παραγωγής και διανομής θεωρούνται πολύ σημαντικά για το καλύτερο έλεγχο του κόστους που αυτόματα θα βοηθήσει και τον καταναλωτή. Στην Ελλάδα οι βοηθητικές ενέργειες δεν αναπτύσσονται με το κατάλληλο τρόπο και παρατηρούνται πολλές παραβλέψεις που επηρεάζουν το συγκεκριμένο κλάδο. Αυτό με το καιρό πρέπει να αλλάξει ώστε ν δοθεί περεταίρω βοήθεια στο κλάδο της ενέργειας ο οποίος υπό προϋποθέσεις δε θα είναι μόνο υποστηρικτικός αλλά θα μπορούσε να φέρει και επενδύσεις και πρόσθετα κεφάλαια στην Ελλάδα (Sutherland, Peter & Zagata, 2015).

Ως βασικές προτάσεις για το κλάδο θα μπορούσε να ήταν:

α)οι πρόσθετες επενδύσεις που πρέπει να κάνει το κράτος αξιοποιώντας τα κονδύλια της ΕΕ.

β) Η αναζήτηση επενδυτών οι οποίοι θα στήριζαν το κλάδο αυτό και θα του έδιναν διεξόδους ανάπτυξης

γ)η καινοτομία είναι πολύ βασική γιατί ο κλάδος αυτός από τη φύση του έχει την ανάγκη για καινοτόμες δράσεις (Moe, 2016).

3.3 Νέες εργασιακές σχέσεις και τοπικά πλεονεκτήματα

Για πολλά έτη, έχει γίνει σαφές και τεκμηριωμένο στην πράξη ότι τα ΑΠΕ συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της απασχόλησης παράλληλα με τη δημιουργία συγκριτικά περισσότερων θέσεων εργασίας από ό, τι τα εκτοπισμένα ορυκτά καύσιμα (Toptas, 2015)

Τα νέα έργα ΑΠΕ προσφέρουν πολλές θέσεις εργασίας, τόσο άμεσες όσο και έμμεσες. Μία πιθανή κλιματική αλλαγή για νέες επενδύσεις επηρεάζει επίσης άμεσα τις προσφερόμενες θέσεις εργασίας. Για παράδειγμα, το 2014 δείχνει σαφώς τον αντίκτυπο στην απασχόληση της αναστολής της χορήγησης αδειών για νέα έργα (η οποία ξεκίνησε τον Αύγουστο του 2012 και έμεινε έγκυρη μέχρι τον Απρίλιο του 2014). Η απασχόληση το 2013 βασίστηκε ουσιαστικά σε έργα που είχαν ωριμάσει άδεια στο παρελθόν και εκτελέστηκαν απλά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (Στέλιος Ψωμάς, 2015). Πολλά άλλα επαγγέλματα συνδέονται επίσης έμμεσα με τις ΑΠΕ, δημιουργώντας θέσεις εργασίας για ηλεκτρολόγους, καλωδιακούς παραγωγούς και εμπόρους, κατασκευαστές μεταλλικών βάσεων, επιχειρήσεις αλουμινίου, μελετητές, τεχνίτες, εργολάβους δικτύων, συστήματα ασφαλείας, εμπόρους, δικηγόρους, δικηγόρους, (Zoellner et al., 2008)

Πίνακας 3-1: Εκτιμώμενες θέσεις ανά ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια

Είδος ΑΠΕ	**Εκτιμώμενες θέσεις εργασίας**
Αιολική Ενέργεια	4000 – 5000
Ηλιακή Ενέργεια	2000 – 3000
Υδροηλεκτρική Ενέργεια	700 – 1000
Βιομάζα	400 – 500

Τα τοπικά οφέλη μπορούν να προκύψουν από την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ σε μια περιοχή. Αυτά τα οφέλη μπορούν να διακριθούν από αυτά που προκύπτουν από την καταβολή ενός τέλους 3% επί της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην τοπική κυβέρνηση όπου βρίσκεται η εγκατάσταση και γενικά λόγω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, αναδιαμόρφωσης και αναβάθμισης της περιοχής κλπ. (Μ. Παπαδόπουλος, Δ. Παπαχρήστου, 2010).

Όσον αφορά το ζήτημα των θέσεων εργασίας που μπορούν να δημιουργηθούν από τα έργα ΑΠΕ, αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της ΡΑΕ, κατά την κατασκευή τους απασχολούν, κατά μέσο όρο, 7 άτομα ανά MW και 2 άτομα ανά MW MW.¬

3.4 Ρίσκο για τα έργα

Οι κίνδυνοι ή οι παράγοντες κινδύνου που ενδέχεται να παρεμποδίσουν τις επενδύσεις στην Ελλάδα είναι:

Ρύθμιση Πολιτικής για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Η ελληνική νομοθεσία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αρκετά ρευστό και, κατά συνέπεια, οι όροι και οι προϋποθέσεις για τη στήριξη των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συχνά αλλάζουν.

Στέγη της διευκόλυνσης επιδότησης: Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των εγκαταστάσεων που μπορούν να επιδοτηθούν μέσω της διευκόλυνσης εγγυημένης τιμολόγησης.

Διαδικασία Διοικητική διαδικασία: Στην Ελλάδα, ο αριθμός των ανανεώσιμων εγκαταστάσεων που μπορούν να επιδοτηθούν είναι πολύ περιορισμένος λόγω της πολύ μεγάλης γραφειοκρατικής διαδικασίας. Επιπλέον, η διοικητική διαδικασία είναι πολύ περίπλοκη και χρονοβόρα λόγω της έλλειψης συντονισμού μεταξύ των υπουργείων που εμπλέκονται στη διαδικασία αδειοδότησης.

Άλλοι λόγοι: Επιπλέον, πολλές καθυστερήσεις σε έργα οφείλονται στην αποτυχία του δικτύου σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. στην Εύβοια, Κρήτη) να υποστηρίξει πρόσθετη εγκατεστημένη ισχύ, αντιδράσεις κατοίκων κυρίως σε οπτικές διαταραχές και έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού έργων αιολικής ενέργειας. δικτύου.

3.5 Εμπόδια

Σε γενικές γραμμές, ωστόσο, μπορεί να αναφερθεί ότι τα εμπόδια στην ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι κυρίως:

Ο χωροταξικός σχεδιασμός δεν υποκαθιστά βεβαίως τις ειδικές μελέτες που απαιτούνται για τον εντοπισμό και την εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων, αλλά θα διευκολύνει σημαντικά τις αρμόδιες αρχές να λάβουν τα σχετικά πιστοποιητικά.

Ανεπαρκής πληροφόρηση των κατοίκων για την ανάγκη για ανάπτυξη Α.Π.Ε., αλλά και για την επίδραση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στο περιβάλλον, η οποία είναι επίσης ανεπαρκής. Είναι δεδομένο ότι με τον σωστό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να μετριαστούν και αντίθετα μπορεί να υπάρξουν οικονομικά και άλλα οφέλη για τους ντόπιους.

Κεφάλαιο 4ο Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές και αιολική ενέργεια

4.1 Ανεμογεννήτριες και τεχνολογική ανάπτυξη

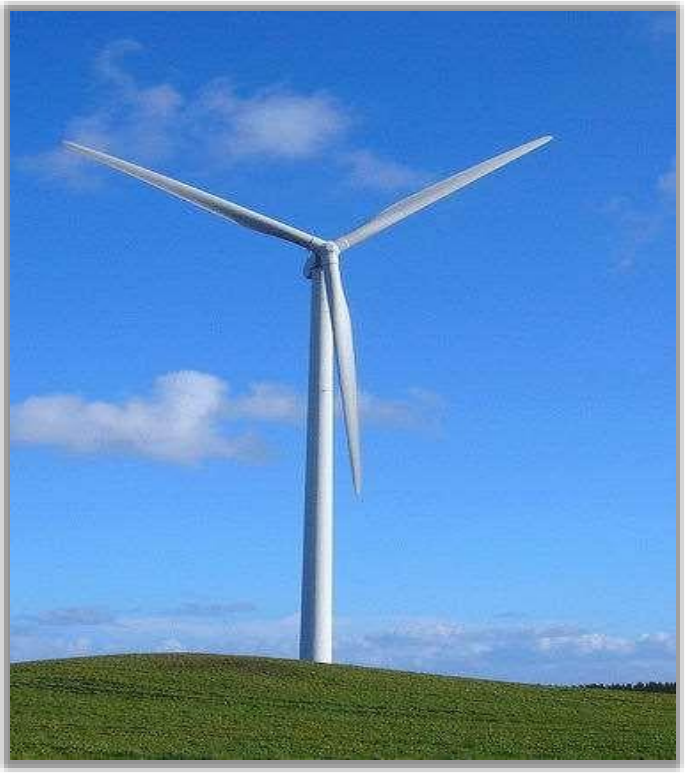
Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκε θεαματική αύξηση της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες στη χώρα μας (Κρήτη, Εύβοια, νησιωτική χώρα). Ο υψηλός ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας ακολουθούσε την ανησυχία των τοπικών κοινοτήτων για τις πιθανές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον (Βλάχου 2001).

Σε μερικές περιπτώσεις, οι φόβοι που εκφράζονται μπορεί να ακούγονται μάλλον υπερβολικοί και μερικές φορές μη ρεαλιστικοί. Σε άλλες περιπτώσεις, οι αντιρρήσεις για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών ή αιολικών πάρκων έχουν κάποια βάση και χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση. Εντούτοις, η αποδοχή ή μη της αιολικής ενέργειας από τις τοπικές κοινότητες προϋποθέτει αντικειμενική πληροφόρηση σχετικά με τα οφέλη και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτό για τη συμπεριφορά του ανθρώπου στη φύση (Glenn 2008).

Το εκτιμώμενο PSA μπορεί να φθάσει και να υπερβεί το 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, αποκτώντας σταδιακά την εμπειρία της, ενώ παράλληλα ενισχύει την εγχώρια οικονομία. Ταυτόχρονα, συμβάλλουν στη μείωση της ανεργίας δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας στην περιοχή. Οι υποστηρικτές της τεχνολογίας αιολικής ενέργειας ανέφεραν ορισμένα θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα πρώτο ζήτημα, λοιπόν, είναι ο θόρυβος που εκπέμπεται από τις ανεμογεννήτριες. Ανάλογα με την προέλευσή του, μπορεί να εμπίπτει σε δύο κατηγορίες: α) Μηχανικά - που προέρχονται από περιστρεφόμενα μηχανικά μέρη (κιβώτιο ταχυτήτων, γεννήτρια, έδρανα κ.λπ.), β) Αεροδυναμικά περιστρεφόμενα από λεπίδες Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση έχει επίσης Αυτή η ακουστική διαταραχή μπορεί να έχει επιζήμια επηρεάζουν την πανίδα, διαταράσσουν την ισορροπία στο σύστημα κυνηγών-παιχνιδιών και παρεμβαίνουν στους ήχους επικοινωνίας που εκπέμπονται ιδιαίτερα κατά την αναπαραγωγή και την προσαρμογή. ατομισμός (Ζήσης 2003)

Εικόνα 4-1: Ανεμογεννήτρια με οριζόντιο άξονα

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα χρησιμοποιούνται ευρύτερα, ακόμη και αν



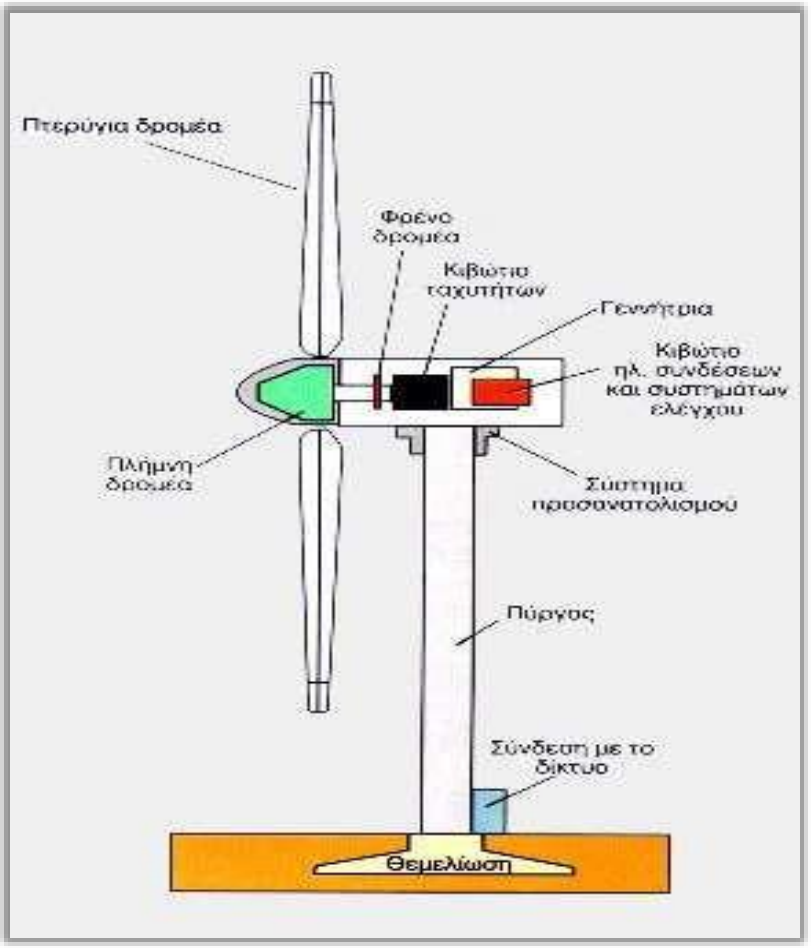
απαιτεί μηχανισμό προσανατολισμού των λεπίδων. Αυτός ο τύπος αεροηλεκτρικών γεννητριών χαρακτηρίζεται από υψηλότερη αεροδυναμική απόδοση από την κάθετη. Επιπλέον, αρχίζει αυτόνομα και έχει χαμηλά στοιχεία στο επίπεδο του εδάφους Πράγματι, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα βασίζονται στον προγονικό αέρα. Αποτελούνται από πολλά πτερύγια που έχουν αεροδυναμική μορφή σαν φτερά αεροπλάνου. Στην περίπτωση αυτή, ο ανελκυστήρας δεν χρησιμοποιείται για τη συντήρηση ενός αεροσκάφους κατά την πτήση, αλλά για την παραγωγή ροπής οδήγησης που προκαλεί περιστροφή. Ο αριθμός των λεπίδων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 1 και 3. με τρεις λεπίδες, υπάρχει ένας συμβιβασμός μεταξύ του συντελεστή ισχύος, του κόστους και της ταχύτητας περιστροφής του αισθητήρα ανέμου. Αυτός ο τύπος ανεμογεννήτριας έχει κερδίσει το πάνω χέρι πάνω από εκείνους με κάθετη. Επιπλέον, είναι λιγότερο δαπανηρές και λιγότερο εκτεθειμένες σε μηχανικές καταπονήσεις και η θέση του δέκτη σε αρκετά δεκάδες μέτρα του εδάφους ευνοεί την αποδοτικότητα

Εικόνα 4-2: Ανεμογεννήτρια Κάθετου Άξονα

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα (VAWT) είναι ένας τύπος ανεμογεννήτριας όπου ο κύριος άξονας του στροφέα είναι τοποθετημένος εγκάρσια στον άνεμο (αλλά όχι κατ 'ανάγκη κάθετα) ενώ τα κύρια εξαρτήματα βρίσκονται στη βάση του στροβίλου. Αυτή η διάταξη επιτρέπει τη γεννήτρια και το κιβώτιο ταχυτήτων να βρίσκονται κοντά στο έδαφος, διευκολύνοντας την επισκευή και την επισκευή. Τα VAWTs δεν χρειάζεται να κατευθύνονται προς τον άνεμο, πράγμα που απομακρύνει την ανάγκη για μηχανισμούς ανίχνευσης και προσανατολισμού αέρα. Μεγάλα μειονεκτήματα για τα αρχικά σχέδια περιλάμβαναν τη σημαντική μεταβολή ροπής ή την "κυμάτωση" κατά τη διάρκεια κάθε επανάστασης, καθώς και τις μεγάλες ροπές κάμψης στις λεπίδες. Αργότερα, τα σχέδια αντιμετώπιζαν το ζήτημα της συστροφής ροπής σκουπίζοντας τις λεπίδες ελικοειδώς.

Μία ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα έχει τον άξονά του κάθετο προς τις ράγες του ανέμου και κάθετο προς το έδαφος. Ένας γενικότερος όρος που περιλαμβάνει αυτή την επιλογή είναι "ανεμογεννήτρια εγκάρσιου άξονα" ή "ανεμογεννήτρια διασταυρούμενης ροής". Για παράδειγμα, το αρχικό δίπλωμα Darrieus, US Patent 1835018, περιλαμβάνει και τις δύο επιλογές.

Εικόνα 4-3: Συνιστώσες μιας τυπικής ανεμογεννήτριας



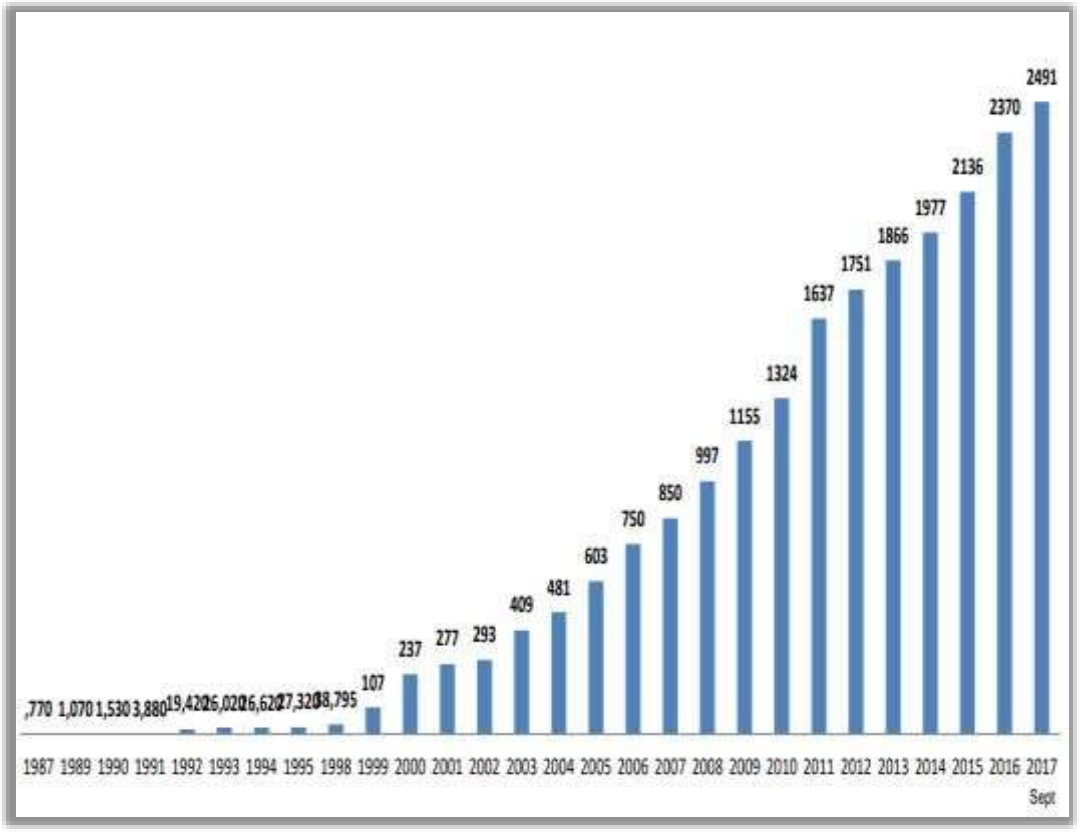
Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπου αυτή εγκαθίσταται. Το δε μέγεθος της είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει (Καλδέλλης 2005)

4.2 Προοπτικές μελλοντικής εξέλιξης

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια είναι εντυπωσιακή. Αν και η Ελλάδα ήταν μία από τις πρώτες χώρες στον κόσμο που εγκατέστησαν ανεμογεννήτριες το 1986-87 (με χωρητικότητα 0,8 MW), η συνέχεια δεν ήταν αναλογική. Η επέκταση των επενδύσεων στη μέση της κρίσης πραγματοποιήθηκε κατά τα δύο έτη 2010 (180 MW που εγκαταστάθηκαν εκείνο το έτος) και το 2011, όπου τέθηκαν σε λειτουργία 310 MW αιολικής ενέργειας (Koroneos 2012)

Στο γράφημα που ακολουθεί, αποτυπώνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά έτος για τη χρονική περίοδο από το 1987 έως το 2017.

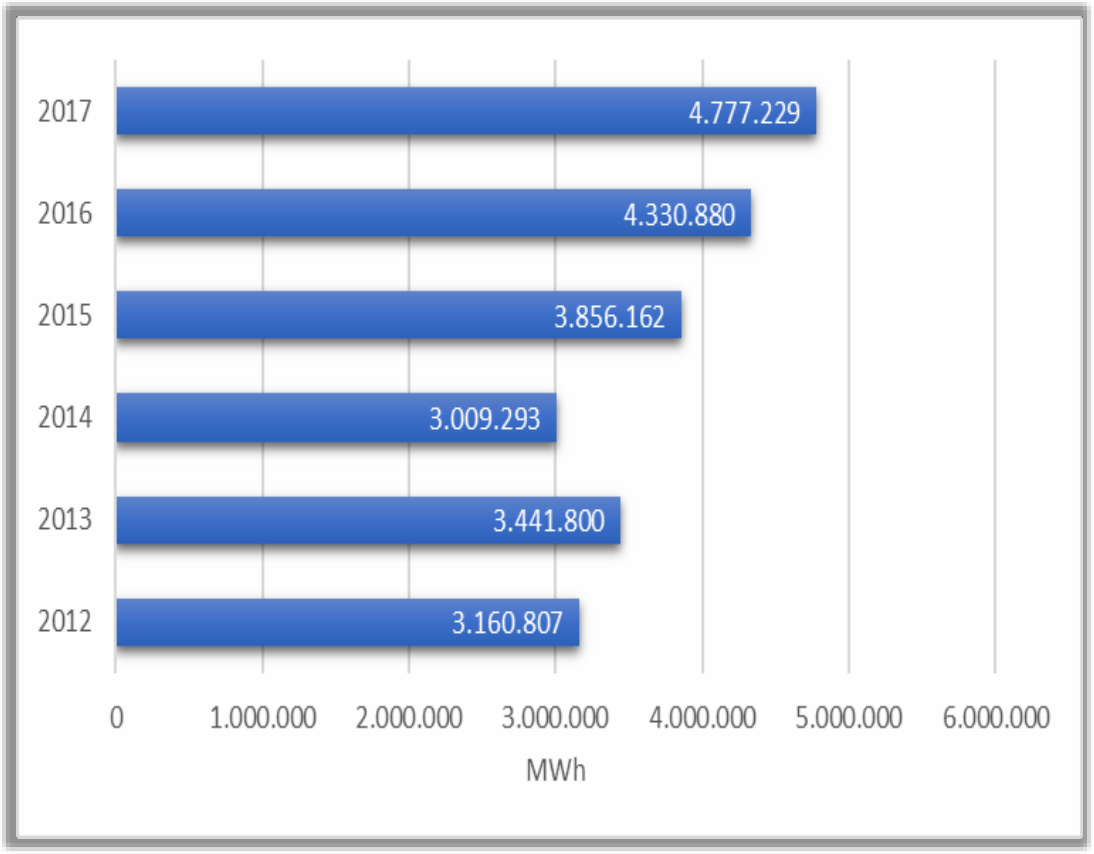
Γράφημα 4-1: Εξέλιξη συνολικής εγκατεστημένης ισχύς αιολικής ενέργεια (1987- 2017)



Πηγή: HWEA Wind Energy Statistics 2017

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την αιολική ενέργεια για την περίοδο 2012 έως 2017. Το γράφημα δείχνει ότι υπάρχει ανοδική τάση, αν εξαιρείται το έτος 2014 όπου υπάρχει μείωση (Παπαδάκης 1997).

Γράφημα 4-2: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από αιολική ενέργεια (2012-2017)



Η προοπτική διείσδυση των αιολικών συνεπώς αναμένεται υψηλή, και αναμένεται να υπερβεί τα 1 GW την περίοδο 2017-2020.

Κεφάλαιο 5ο Υδροηλεκτρική ενέργεια

5.1 Λειτουργίες μονάδων

Η μετατροπή της υδροηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας υδροηλεκτρικά έργα (φράγμα, φράγμα, κλειστή αποχέτευση, υδροηλεκτρική, γεννήτρια, δίαυλος διαφυγής) παράγει υδροηλεκτρική ενέργεια. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια χρησιμοποιούν τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. (Sutherland, Peter & Zagata, 2015).

Οι μορφές θαλάσσιας ενέργειας είναι πολλές και οι ποσότητες ενέργειας οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν είναι σήμερα τεράστιες. Ενω έχει προηγηθεί αναλυτική περιγραφή παραπάνω, συνοπτικά κάνοντας και πάλι αναφορά στις μορφές θαλάσσιας ενέργειας, διαπιστώνεται ότι η θαλάσσια επιφάνεια απορροφά τεράστιες ποσότητες ηλιακής και αιολικής ενέργειας, η οποία εμφανίζεται σε διάφορες μορφές, όπως κύματα ή ρεύματα (wave energy). (Raptis, et al., 2016)

Παρακάτω περιγράφονται τα Υδροηλεκτρικά Συστήματα Μικρής Κλίμακας (MIS), δεδομένου ότι τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα γενικά δεν θεωρούνται ως συστήματα αξιοποίησης ΑΠΕ.

5.2 Έργα και προοπτικές εξέλιξης

Τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΟΗΕ) είναι η σύγχρονη μορφή των παραδοσιακών νερόμυλων. Τα βουνά MWEs (περίπου το 80% των MWEs στην Ελλάδα) εκμεταλλεύονται τη διαφορά ύψους των μικρών υδάτων δίχως δεξαμενές νερού, εκμεταλλευόμενοι τον διαθέσιμο ποταμό (river) επιτρέποντας τις πλημμύρες να περάσουν δίχως αποθήκευση δίχως τρεχούμενο νερό. η διαφορά ύψους στα μεγαλύτερα ρεύματα (το υπόλοιπο 20% στην Ελλάδα) έχει συνήθως μια πολύ μικρή δεξαμενή και δεν μεταβάλλει ουσιαστικά τη γεωμορφολογία στη λεκάνη απορροής.

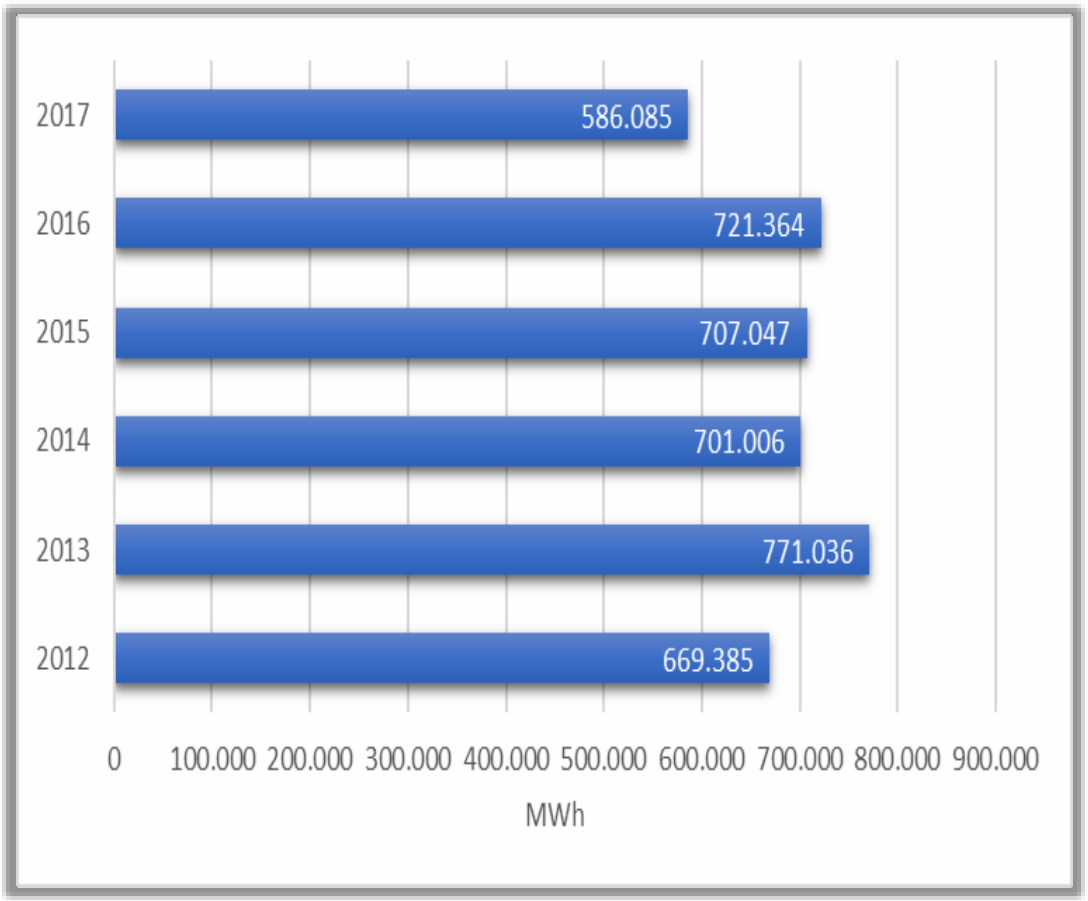
Κάθε εγκατεστημένο kW MWE συνεισφέρει ετησίως προκειμένου να αποφευχθεί η εκπομπή περίπου 5,4 τόνων CO2 και άλλων ρύπων εάν η αντίστοιχη ενέργεια παράγεται με καύση λιγνίτη.

Την 31.12.2016, το Διασυνδεδεμένο Σύστημα λειτουργούσε στη χώρα 107 MWE με εγκατεστημένη ισχύ 223 MW και σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της LAGIE. για ολόκληρο το έτος 2016, δημιουργήθηκαν 722 GWh. Σύμφωνα με το Μηνιαίο Δελτίο του Ειδικού Λογαριασμού της ΑΠΕ & ΣΙΘΙΑ της ΛΑΓΙΕ Α.Ε (Ιανουάριος 2017), για το σύνολο της επικράτειας και για το σύνολο του 2016:

Οι HEPs, που κατέχουν μόνο το 4,1% της συνολικής εγκατεστημένης δυναμικότητας των έργων ΑΠΕ, συνεισέφεραν 6,4% της συνολικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, ενώ αντισταθμίστηκαν κατά 3,5% των συνολικών πληρωμών του Ειδικού Λογαριασμού, με αποζημίωση της μέσης αποζημίωσης μεγαβάτ ώρας για όλες τις ΑΠΕ, που παρέμεινε σταθερή τα τελευταία 4 χρόνια (Sutherland, Peter & Zagata, 2015).

Το παρακάτω γράφημα δείχνει τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια για τα έτη 2012 έως 2017. Το γράφημα δείχνει ότι το 2017 σημειώνεται σημαντική μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τις ΜΗΠ, παρά την υιοθέτηση του νόμου 4414 από το Ελληνικό Κοινοβούλιο, παρακάτω.

Γράφημα 5-1: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΜΥΗΕ (2012-2017)



Σύμφωνα με το EREF-Europian Renewable Energies Federation (διάδοχος της Ευρωπαϊκής Μικρής Υδρολογικής Εταιρείας - ESHA), το ποσοστό χρήσης των διαθέσιμων μικροηλεκτροφόρων στην Ελλάδα είναι σήμερα στο 11%, ενώ τα αντίστοιχα για την Ευρώπη των 27 είναι υψηλότερα από 70% (σε ορισμένες χώρες περισσότερο από 90%). Στην Ελλάδα, το σύνολο των τεχνικώς και οικονομικώς εκμεταλλεύσιμων μικρών υδροηλεκτρικών ικανοτήτων εκτιμάται σε περίπου 2.000 MW.

Κεφάλαιο 6ο Βιομάζα

6.1 Χαρακτηριστικά

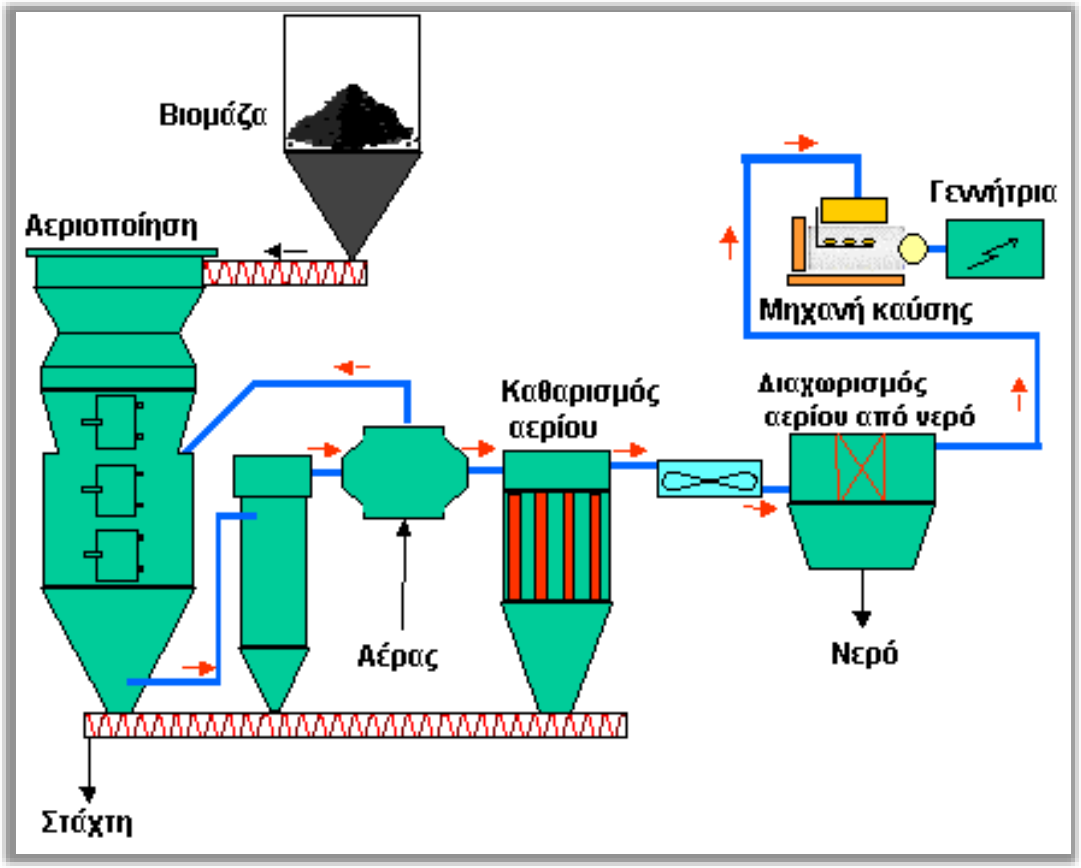
Η βιομάζα είναι η μοναδική φυσική πηγή ενέργειας άνθρακα, που διαθέτει αποθέματα ικανά να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα των ορυκτών καυσίμων. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, οι πρώτες ύλες βιομάζας χρειάζεται μόνο ένα μικρό χρονικό διάστημα για την ανασύσταση, γι 'αυτό και η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Διαφορετικοί όροι υιοθετούνται για τις διάφορες τελικές χρήσεις. (Panwar, et al., 2011)

Ωστόσο, η συνεχής έρευνα και η τεχνολογική πρόοδος έχουν καταστήσει τις τεχνολογίες μετατροπής και χρήσης ενέργειας βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές παγκοσμίως. (Panwar, et al., 2011)

6.2 Τρόποι επεξεργασίας

Ο σκοπός της χρήσης ενέργειας από βιομάζα είναι η παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας και κίνησης. Ανάλογα με την διαθέσιμη πρώτη ύλη, επιλέγεται επιπλέον η κατάλληλη διαδικασία για τη βέλτιστη χρήση της ενέργειας. (Raptis, et al., 2016)

Εικόνα 6-1: Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα



Πηγή: http://www.cres.gr/

Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι επεξεργασίας βιομάζας είναι η καύση που παράγει θερμότητα ως προϊόν της, η πυρόλυση που είναι μια θερμική διεργασία (450 έως 600 βαθμούς Κελσίου) όπου η βιομάζα υποβαθμίζεται απουσία οξυγόνου. Στην πυρόλυση παράγονται 70% βιο-πετρέλαιο, 15% βιοαέριο και 15% ξυλάνθρακας. Επιπλέον, υφίσταται η διαδικασία αεριοποίησης βιομάζας, όπου η θερμική αποικοδόμηση της πραγματοποιείται στους 750 έως 850 βαθμούς Κελσίου δίχως αέρια.

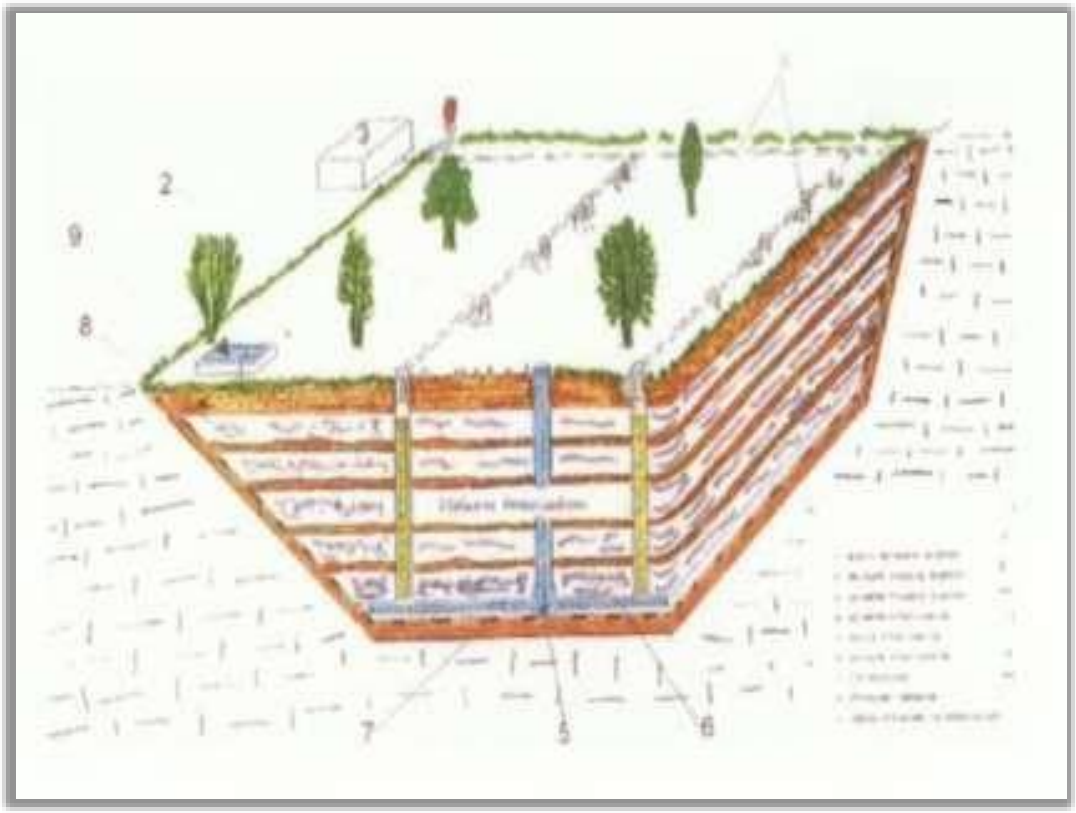
Από τις παραπάνω διαδικασίες, οι πλέον τεχνολογικά ώριμες και οι πλέον χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες για την παραγωγή ενέργειας είναι η καύση στερεής βιομάζας και η καύση βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.

6.3 Βιοαέριο

Στην περίπτωση των αποβλήτων ζωικού κεφαλαίου, η παραγωγή βιοαερίου πραγματοποιείται σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις, απλούστερες ή πιο σύνθετες,

ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής. Εκτός από το βιοαέριο, παράγουν επιπλέον πολύ καλά οργανικά λιπάσματα υψηλής ποιότητας, η εμπορία των οποίων είναι δυνατόν να συμβάλει στην οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας εφαρμογής.

Εικόνα 6-2: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



Πηγή:http://www.cres.gr/

Κεφάλαιο 7ο Φωτοβολταικά

7.1 Τα Φωτοβολταικά συστήματα

Εξοικείωση με την ορολογία,

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Πολλές φορές, για ευκολία, χρησιμοποιείται η συντόμευση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic - PV)

Φωτοβολταϊκό στοιχείο (PV cell): Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται και φωτοβολταϊκή κυψέλη.

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV module): Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα.

Φωτοβολταϊκό πανέλο (PV panel): Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

Φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array): Μια ομάδα από φωττοβολταϊκά πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης.

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV generator): Το τμήμα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα.

Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter): Ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλασσόμενο.

Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller): Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζειτη φόρτιση των συσσωρευτών.

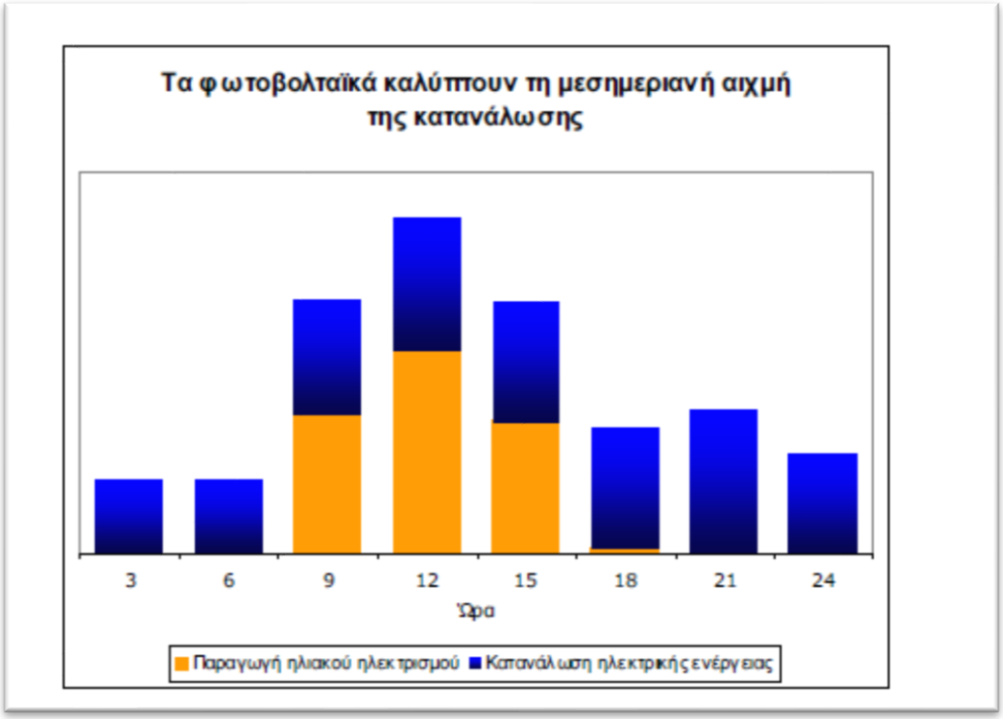
- kW (κιλοβάτ): μονάδα ισχύος [1 kW = 1.000 Watt, 1 MW (μεγαβάτ) = 1.000 kW]
- kWp (κιλοβάτ πικ-peak): μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού (ίδιο με το kW)

- kWh (κιλοβατώρα): μονάδα ενέργειας

Τα πλέον διαδομένα πλεονεκτήματα των Φωτοβολταικών είναι τα κάτωθι:

- ✓ μηδενική ρύπανση
- ✓ αθόρυβη λειτουργία
- ✓ αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που ξεπερνά τα 30 χρόνια)
- ✓ απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- ✓ δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ✓ ελάχιστη συντήρηση Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα πολλά. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO2). Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους ή περίπου 100 δέντρα για να απορροφήσουν αυτή την ποσότητα CO2.
Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο. Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1.300 κιλά CO2 ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο.



Πηγή https://helapco.gr/

7.2 Τα Φωτοβολταικά συστήματα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι αναμενόμενη και προβλέψιμη.. Μείζον σημασία για έναν επενδυτή είναι σε ετήσια βάση πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το φωτοβολταικό σύστημα. Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.200-1.650 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kWh/έτος/kWp). Είναι γενικά αποδεκτό και κατανοητό ότι στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό από ότι στις βόρειες.

Η επιλογή του προσανατολισμού είναι βασικό στοιχειό για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης . Η βέλτιστη απόδοση επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο συνδυασμό προσανατολισμού και κλίσης.

Πιο συγκεκριμένα μια κλίση των Φ/Β πανέλων του συστήματος στις 30 μοίρες σε συνδυασμό με Νότιο προσανατολισμό επιτυγχάνουμε την μέγιστη απόδοση της τάξεως

99%, ενώ αντίθετα η χειρότερη επιλογή είναι 90 μοίρες κλίση σε Ανατολικό/Δυτικο Προσανατολισμό. Παρατίθεται σχετικός πίνακας με ενδεικτικές αποδόσεις.

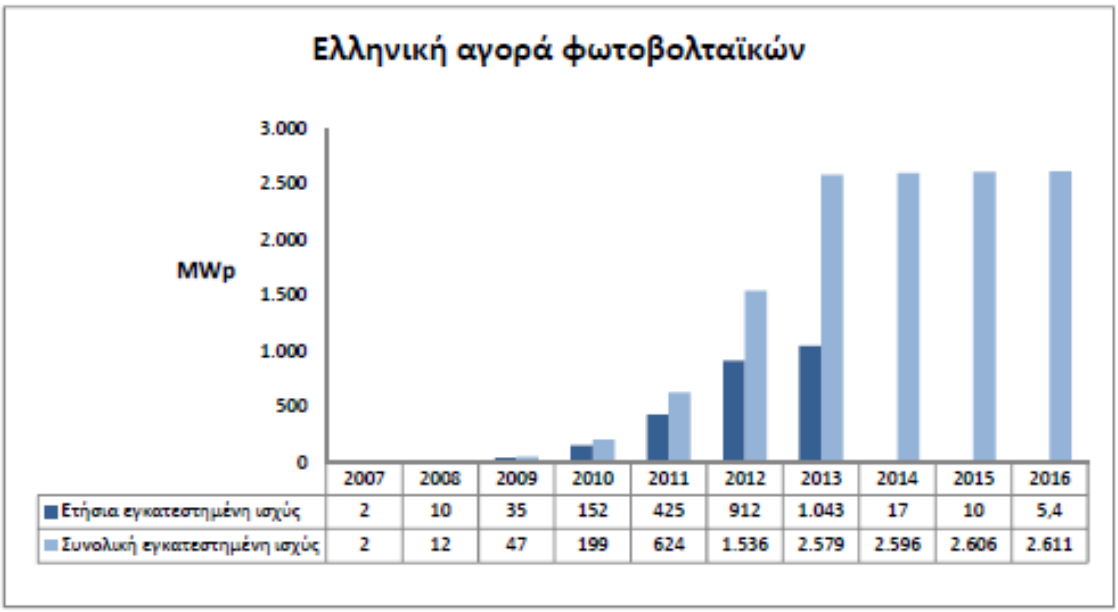
Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Προσανατολισμός		
	Νότιος	Νοτιοανατολικός/Νοτιο δυτικός	Ανατολικός-Δυτικος
0°	90%	90%	90%
15°	98%	95%	88%
30°	100%	95%	85%
90°	60%	60%	50%

Πηγή https://helapco.gr/

7.3 Οι μελλοντικές εξελίξεις

Σύμφωνα με τις στατιστικές της φωτοβολταϊκής αγοράς για τα έτη 2007-2016, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανήλθε σε 2.611 MWp, καλύπτοντας το 7,05% των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Τα νέα φωτοβολταϊκά συστήματα που εγκαταστάθηκαν πέρυσι ανέρχονται σε 432 και ανέρχονται σε 5.418,43 kWp και είναι συστήματα καθαρού μέτρησης που επιτρέπουν στον καταναλωτή να «εξοικονομήσει» την υπερβολική ενέργεια εάν είναι διαθέσιμη και που δεν έχει χαθεί αλλά συμψηφιστεί με την κατανάλωση για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Γράφημα 7-1: Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών (2007-2016)



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ετήσια εγκατεστημένη ισχύς	2	10	35	152	425	912	1.043	17	10	5,4
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς	2	12	47	199	624	1.536	2.579	2.596	2.606	2.611

Πηγή https://helapco.gr/

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, το 2014 ήταν ένα κακό έτος για την φωτοβολταϊκή αγορά στην Ελλάδα, με το 2015 να συνεχίζει να μειώνεται και το 2016 να είναι το χειρότερο έτος, επαναφέροντας την αγορά στα επίπεδα του 2007, σχεδόν πριν ξεκινήσει την ανάπτυξή της. Η μείωση αυτή ήταν αποτέλεσμα των πολιτικών που ακολουθήθηκαν για την αντιμετώπιση των θεσμικών αδυναμιών του παρελθόντος, καθώς και των ελέγχων κεφαλαίου που επιβλήθηκαν στην αγορά, επηρεάζοντας αρνητικά τη ρευστότητα και τις επενδύσεις γενικότερα.

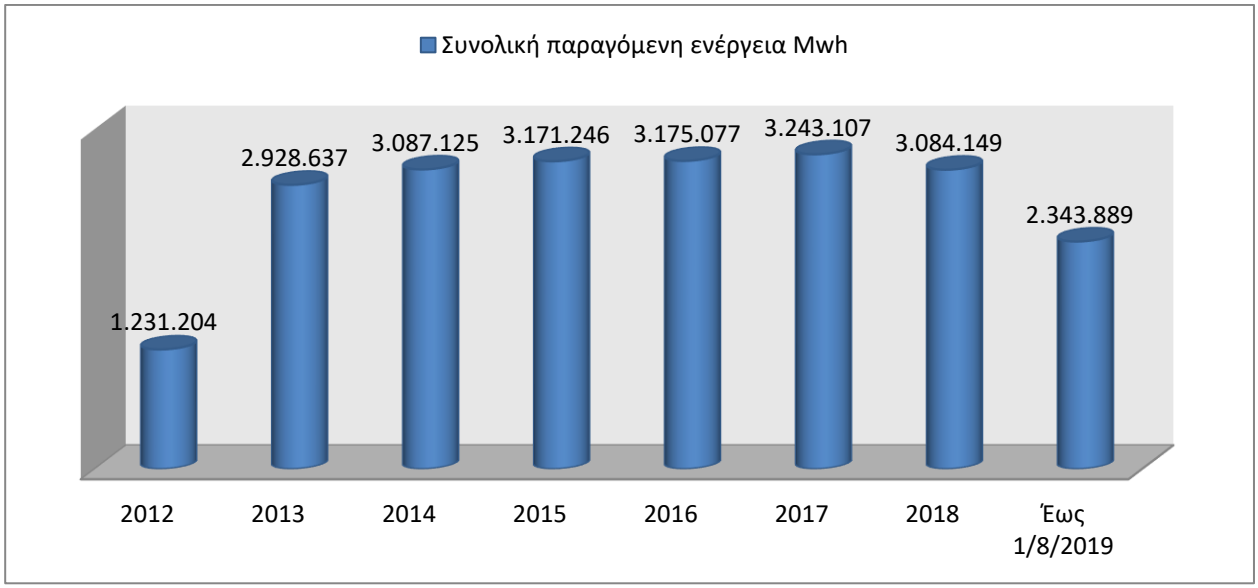
Ωστόσο, η προηγούμενη εντυπωσιακή ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει διατηρήσει το μερίδιό τους στις συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας σε υψηλά επίπεδα, 7% για το 2014, 7,1% για το 2015 και 7,05% για το 2016.

Το αντίστοιχο μερίδιο των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει εντυπωσιακό, αντιπροσωπεύοντας το 45,1% το 2014, το 41,3% το 2015 και το 39,1% το 2016, το δεύτερο μόνο από την αιολική ενέργεια. εγκαταστάσεις.

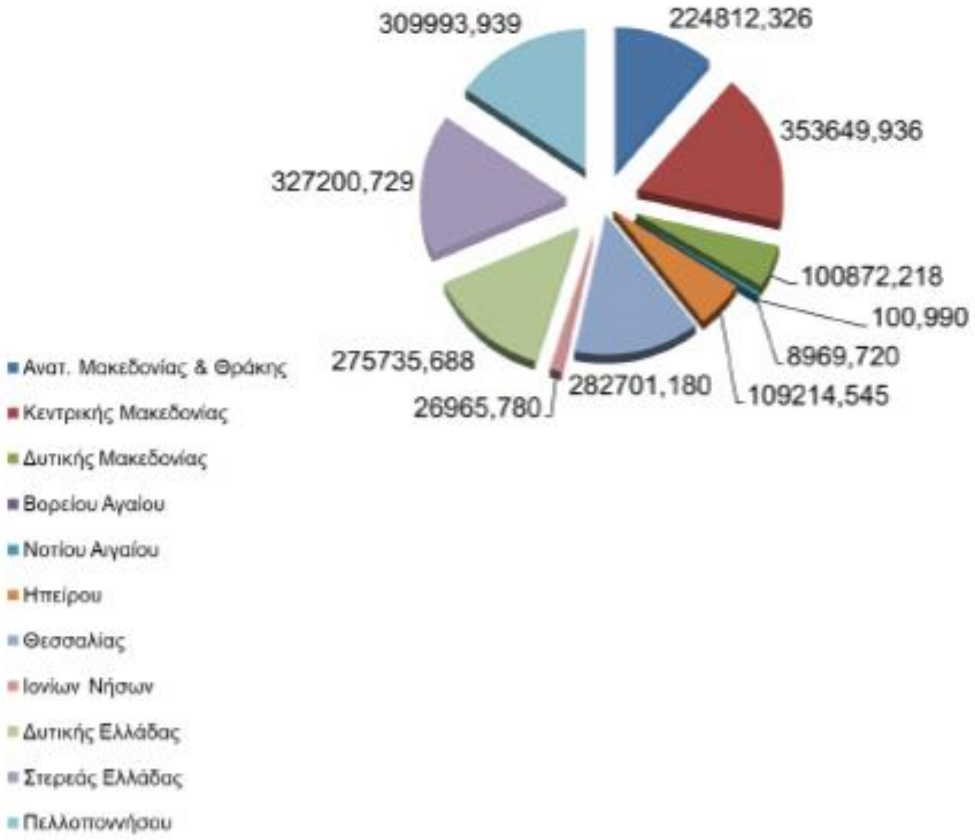
Το 2017 υπήρξε αναζωπύρωση στον κλάδο καθώς κατασκευάστηκαν 8,6Mwp τα οποία προκριθήκαν από τον πιλοτικό διαγωνισμό του Δεκεμβρίου. Το έτος έκλεισε με συνολική εγκατεστημένη Ισχύς 2.624Mwp από τα οποία τα 2.072Mwp αφορούσαν φωτοβολταικα συστήματα σε χωράφια, αξιοσημείωτη είναι η έκταση των 40.000 στρεμμάτων που δέσμευσαν. Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ1 , η γεωργική γη στην Ελλάδα ανέρχεται σε 32,8 εκατ. στρέμματα (στατιστικά για το 2015 δημοσιευμένα το Νοέμβριο του 2017), εκ των οποίων καλλιεργούνται τα 29,2 εκατ. στρέμματα. Αυτό σημαίνει ότι τα φωτοβολταϊκά δεσμεύουν το 0,12% της γεωργικής γης ή αλλιώς το 0,03% της έκτασης της χώρας.

Το 2018 ολοκληρώθηκε η κατασκευή και διασύνδεση 41,1Mwp από τον πιλοτικό διαγωνισμό του 20216 και η Ελλάδα για ακόμα μια χρονιά συνέχισε να καλύπτει με τα Φ/Β το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρονιά κλείνει με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 2,665Mwp

Γράφημα 7-2: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (2012-2019)



Γράφημα 7-3: Γεωγραφική κατανομή Εγκατεστημένης Ισχύος (Kw) ΦΒ στο διασυνδεδεμένο σύστημα



Πηγή: http://www.lagie.gr

Γενικά, η Ελλάδα είναι μία από τις πλέον ευνοημένες χώρες στον κόσμο όσον αφορά την ηλιοφάνεια και έχει πολύ ευνοϊκές συνθήκες για τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Το κύριο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων σήμερα, το οποίο εμποδίζει τη διαδεδομένη χρήση τους, είναι το υψηλό κόστος απόκτησης τους, δηλαδή το σχετικά μεγάλο κεφάλαιο που απαιτείται προκειμένου να επενδύσουν στην αγορά τέτοιων συστημάτων, σε συνδυασμό με τη μεγάλη περίοδο υποτίμησης της επένδυσης σε σχέση με τη χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας. Παρόλο που το κόστος εγκατάστασης των διαφόρων φωτοβολταϊκών συστημάτων μειώνεται ραγδαία, δεν έχει ακόμη φθάσει σε επίπεδα βραχυπρόθεσμα ανταγωνιστικά με άλλες, κυρίως συμβατικές, τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας.

7.4 Στατιστική Ανάλυση-Προβλέψεις για τη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β Συστήματα στην Ελλάδα

Στατιστική ανάλυση δεδομένων παραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά

Χρονοσειρά

Με τον όρο χρονοσειρά ή χρονολογική σειρά ορίζουμε μια σειρά δεδομένων με κύριο χαρακτηριστικό τη διατεταγμένη χρονική διάταξη των παρατηρήσεων της σεράς. Η ανάλυση χρονοσειρών μπορεί να γίνει με δυο τρόπους, ο πρώτος υποθέτει ότι κάθε παρατήρηση στο χρόνο t είναι συνάρτηση της συμπεριφοράς της χρονοσειράς στους προηγούμενους χρόνους, ενώ ο δεύτερος υποθέτει ότι κάθε παρατήρηση είναι συνάρτηση ημιτόνων και συνημιτόνων με διαφορετικές συχνότητες. Όταν χρησιμοποιούμε τον πρώτο τρόπο λέμε ότι κάνουμε ανάλυση χρονοσειρών σε «πεδίο χρόνων» ενώ στην άλλη περίπτωση κάνουμε ανάλυση χρονοσειρών σε «πεδίο συχνοτήτων». Η μελέτη περίπτωσης αφορά ανάλυση χρονοσειράς σε πεδίο χρόνων.

Στοιχεία χρονοσειράς

Οι χρονοσειρές εμφανίζουν κάποια κοινά βασικά χαρακτηριστικά: την στασιμότητα ή μη στασιμότητα, την τάση, την περιοδικότητα που διακρίνεται σε εποχικότητα ή κυκλική διακύμανση.

Μια χρονοσειρά καλείται στάσιμη όταν τα στατιστικά μέτρα (μέση, τιμή, διακύμανση και αυτοδιακύμανση στην πάροδο του χρόνου) είναι ανεξάρτητα της μεταβολής του χρόνου. Αντίθετα αν τα στατιστικά μέτρα μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου τότε η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται ως μη στάσιμη.

Τάση μιας χρονοσειράς ορίζεται ως η μακροχρόνια συμπεριφορά της χρονοσειράς που μπορεί να είναι ανοδική ή καθοδική.

Μια χρονοσειρά λέμε ότι έχει εποχικότητα s (seasonality) αν η σειρά παρουσιάζει ομοιότητες κάθε s διαστήματα ή ισοδύναμα η ίδια συμπεριφορά επαναλαμβάνεται κάθε s παρατηρήσεις. Η κυκλική διακύμανση χαρακτηρίζεται από κυματοειδείς διακυμάνσεις που το εύρος καθώς και η χρονική διάρκεια δεν είναι σταθερά.

Χρονικές σειρές με εποχικότητα

Το μοντέλο των χρονολογικών σειρών με εποχικότητα συμβολίζεται:

ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)$_s$.

Όπου:

p: η τάξη αυτοπαλινδρόμησης του μη εποχικού παράγοντα

d: η τάξη προς τα πίσω διαφορών του μη εποχικού παράγοντα

q: η τάξη κινούμενου μέσου όρου του μη εποχικού παράγοντα

P: η τάξη αυτοπαλινδρόμησης του εποχικού παράγοντα

D: η τάξη προς τα πίσω διαφορών του εποχικού παράγοντα

Q: η τάξη κινούμενου μέσου όρου του εποχικού παράγοντα

s: η εποχικότητα της σειράς

Μεθοδολογία Box-Jenkins (BJ)

Η Μεθοδολογία BJ συνίσταται σε μια διαδικασία με τέσσερα στάδια:

Στάδιο 1: Ταυτοποίηση

Στο στάδιο αυτό γίνεται η ταυτοποίηση του υποδείγματος, δηλαδή ο έλεγχος της στασιμότητας της χρονοσειράς και η επιλογή της τάξης των υποδειγμάτων. Υπολογίζονται έτσι προσεγγιστικά οι τιμές των παραμέτρων p,d,q. Στο ίδιο στάδιο ελέγχουμε για την ύπαρξη του σταθερού όρου ή όχι.

Στάδιο 2 Εκτίμηση

Στο στάδιο αυτό εκτιμούμε το επιλεγμένο μοντέλο (υπόδειγμα). Η μεθοδολογία των υποδειγμάτων ARIMA (p,d,q) συνιστάται στην ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων πρόβλεψης.

Στάδιο 3 Διαγνωστικός έλεγχος

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιούνται οι διαγνωστικοί έλεγχοι:

- Για τη στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών του υποδείγματος
- Για τον έλεγχο των καταλοίπων
- Για τον έλεγχο επιλογής του υποδείγματος

Στάδιο 4 Πρόβλεψη

Στο τελευταίο στάδιο γίνεται η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών και του διαστήματος εμπιστοσύνης της χρονολογικής σειράς σε βραχυχρόνιο ορίζοντα (σύνηθες χρονικός ορίζοντας το 10% των τιμών του δείγματος)

Αξιολόγηση Προβλέψεων

Για την αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας του υποδείγματος έχουν προταθεί τα ακόλουθα κριτήρια:

Α) Η ρίζα του μέσου τετραγώνου του σφάλματος (Root Mean Square Error) που δίνεται από τη σχέση:

$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{1}^{T}\left(\hat{Y}_t - Y_t\right)^2}$, όπου Τ το μέγεθος του δείγματος, $\hat{Y}$ η προβλεπόμενη τιμή και Υ η παρατηρούμενη τιμή

Β) Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Absolute Error) που δίνεται από τη σχέση:

$$MAE = \frac{1}{T}\sum_{1}^{T}\left|\left(\hat{Y}_t - Y_t\right)\right|$$

Γ) Μέσο απόλυτο Ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error) που δίνεται από τη σχέση:

$$MAPE = \frac{1}{T}\sum_{1}^{T}\left|\frac{\left(\hat{Y}_t - Y_t\right)}{Y_t}\right|$$

Όσο μικρότερη είναι η τιμή των ανωτέρω ποσοτήτων τόσο καλύτερα

Πρόβλεψη παραγόμενης ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το διάστημα Σεπτέμβριος 2019- Αύγουστος 2020.

Στη συνέχεια θα επιχειρηθεί στατιστική ανάλυση των δεδομένων της μηνιαίας παραγωγής (mwh) των φωτοβολταϊκών από το Ιανουάριο του 2012 έως τον Αύγουστο του 2019. Τα δεδομένα ελήφθησαν από τον ιστότοπο του ΛΑΓΗΕ (www.lagie.gr).

Ακολουθεί ο πίνακας με τα μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – Αύγουστο 2019 των Φωτοβολταικών Σταθμών.

Πίνακας 7.1 Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2019

2012	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	2013	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	45.357	481,74	Ιανουάριος	102.627	1.403,74
Φεβρουάριος	37.779	504,47	Φεβρουάριος	94.551	1.615,10
Μάρτιος	61.577	535,05	Μάρτιος	175.118	1.862,50
Απρίλιος	68.171	573,50	Απρίλιος	240.340	1.921,66
Μάιος	79.975	627,15	Μάιος	271.736	1.970,12
Ιούνιος	161.521	724,18	Ιούνιος	399.937	1.999,51
Ιούλιος	117.201	801,07	Ιούλιος	292.485	2.017,06
Αύγουστος	123.362	937,03	Αύγουστος	291.144	2.021,36
Σεπτέμβριος	127.732	974,30	Σεπτέμβριος	260.447	2.021,32
Οκτώβριος	224.728	1.017,97	Οκτώβριος	437.184	2.058,79
Νοέμβριος	95.235	1.057,30	Νοέμβριος	182.130	2.070,25
Δεκέμβριος	88.566	1.126,09	Δεκέμβριος	180.939	2.070,25
Σύνολο	**1.231.204**		**Σύνολο**	**2.928.637**	

2014	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	2015	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	179.916	2.073,24	Ιανουάριος	169.872	2.087,42
Φεβρουάριος	158.214	2.074,42	Φεβρουάριος	164.989	2.091,82
Μάρτιος	278.489	2.074,26	Μάρτιος	218.547	2.092,06
Απρίλιος	284.229	2.074,30	Απρίλιος	318.469	2.092,06
Μάιος	324.861	2.074,30	Μάιος	339.543	2.092,06
Ιούνιος	303.854	2.077,28	Ιούνιος	320.584	2.092,06
Ιούλιος	343.005	2.078,54	Ιούλιος	374.985	2.092,06
Αύγουστος	347.000	2.078,97	Αύγουστος	350.055	2.092,06
Σεπτέμβριος	301.898	2.079,46	Σεπτέμβριος	286.558	2.091,97
Οκτώβριος	268.449	2.079,50	Οκτώβριος	221.592	2.092,07
Νοέμβριος	156.296	2.079,70	Νοέμβριος	210.832	2.092,56
Δεκέμβριος	140.914	2.085,31	Δεκέμβριος	195.219	2.093,02
Σύνολο	**3.087.125**		**Σύνολο**	**3.171.246**	

2016	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	2017	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	172.784	2.093,12	Ιανουάριος	132.146	2.093,68
Φεβρουάριος	200.964	2.093,12	Φεβρουάριος	182.549	2.093,68
Μάρτιος	248.596	2.093,12	Μάρτιος	279.753	2.093,68
Απρίλιος	329.147	2.093,12	Απρίλιος	333.670	2.093,78
Μάιος	324.168	2.093,12	Μάιος	327.613	2.093,82
Ιούνιος	341.213	2.093,12	Ιούνιος	343.747	2.093,91
Ιούλιος	372.486	2.093,12	Ιούλιος	366.285	2.093,91
Αύγουστος	350.319	2.093,52	Αύγουστος	360.385	2.093,87
Σεπτέμβριος	274.364	2.093,52	Σεπτέμβριος	302.460	2.093,87

Οκτώβριος	216.485	2.093,52	Οκτώβριος	285.147	2.093,97
Νοέμβριος	166.240	2.093,52	Νοέμβριος	165.274	2.093,97
Δεκέμβριος	178.310	2.093,52	Δεκέμβριος	164.078	2.093,97
Σύνολο	**3.175.077**		**Σύνολο**	**3.243.107**	

2018	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	2019	Παραγωγή-Mwh	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	177.299	2.093,97	Ιανουάριος	141.159	2.140,95
Φεβρουάριος	145.725	2.094,07	Φεβρουάριος	189.602	2.140,95
Μάρτιος	253.264	2.094,17	Μάρτιος	307.676	2.140,95
Απρίλιος	324.316	2.094,67	Απρίλιος	280.895	2.140,95
Μάιος	313.658	2.094,67	Μάιος	328.325	2.145,95
Ιούνιος	316.206	2.120,33	Ιούνιος	347.762	2.161,23
Ιούλιος	358.728	2.121,33	Ιούλιος	364.391	2.194,55
Αύγουστος	347.915	2.121,33	Αύγουστος	384.080	2.197,11
Σεπτέμβριος	292.369	2.121,33	Σεπτέμβριος		
Οκτώβριος	242.322	2.121,32	Οκτώβριος		
Νοέμβριος	154.116	2.139,85	Νοέμβριος		
Δεκέμβριος	158.230	2.139,85	Δεκέμβριος		
Σύνολο	**3.084.149**		**Σύνολο**	**2.343.889**	

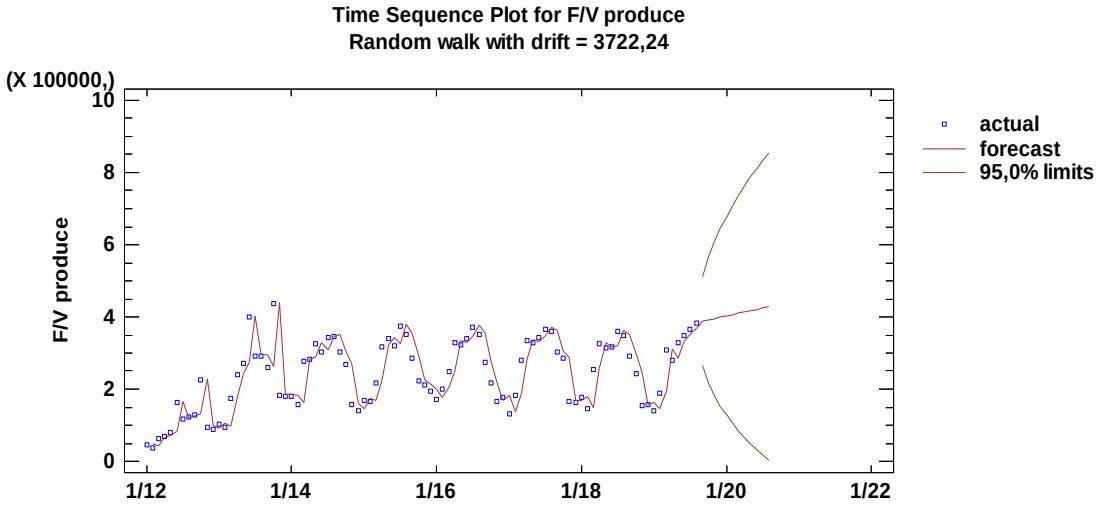
Με βάση τα ανωτέρω δεδομένα και με χρήση της μεθοδολογίας της ανάλυσης χρονοσειρών θα επιχειρηθεί και η πρόβλεψη της περιόδου 9/2019 έως 8/2020.

Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων είναι το Statgraphics

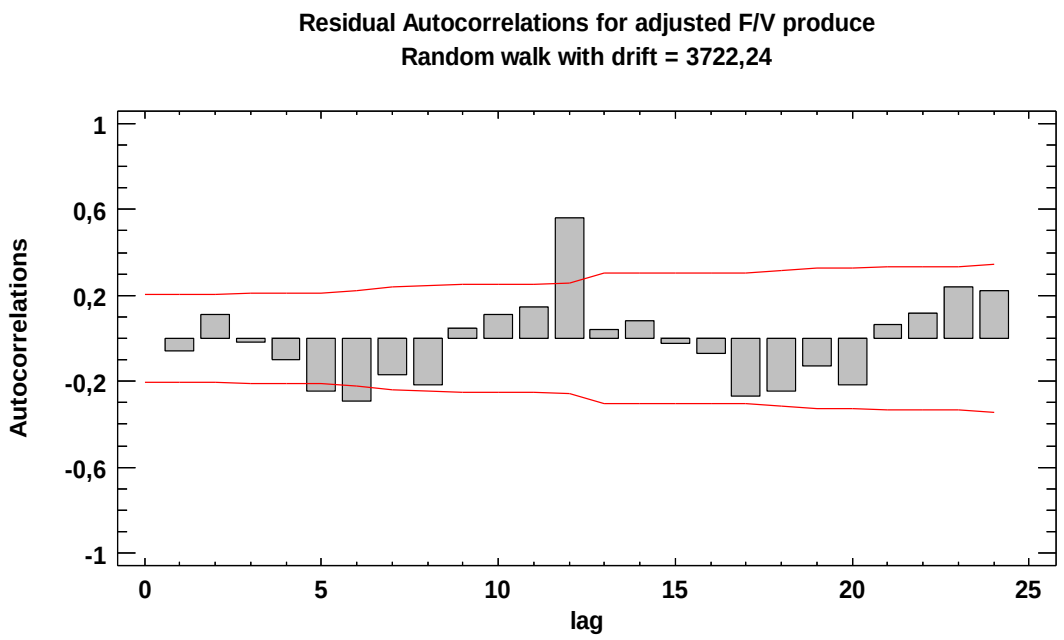
Η χρονοσειρά των δεδομένων παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά (σχήμα1) , όπως θα δούμε παρακάτω χαρακτηρίζεται από εποχικότητα.

Από διάγραμμα αυτοσυσχετίσεων (σχήμα 2.) όπου παρατηρούμε ότι η τιμή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης για την υστέρηση No12 είναι πολύ σημαντική σε σχέση με τις γειτονικές. Από το περιοδόγραμμα (σχήμα 4) επίσης, παρατηρούμε ότι η πρώτη μεγάλη κορυφή έχει τετμημένη 0,0860162 οπότε η χρονοσειρά έχει εποχικότητα s=12 (s = 1/0,0860162).

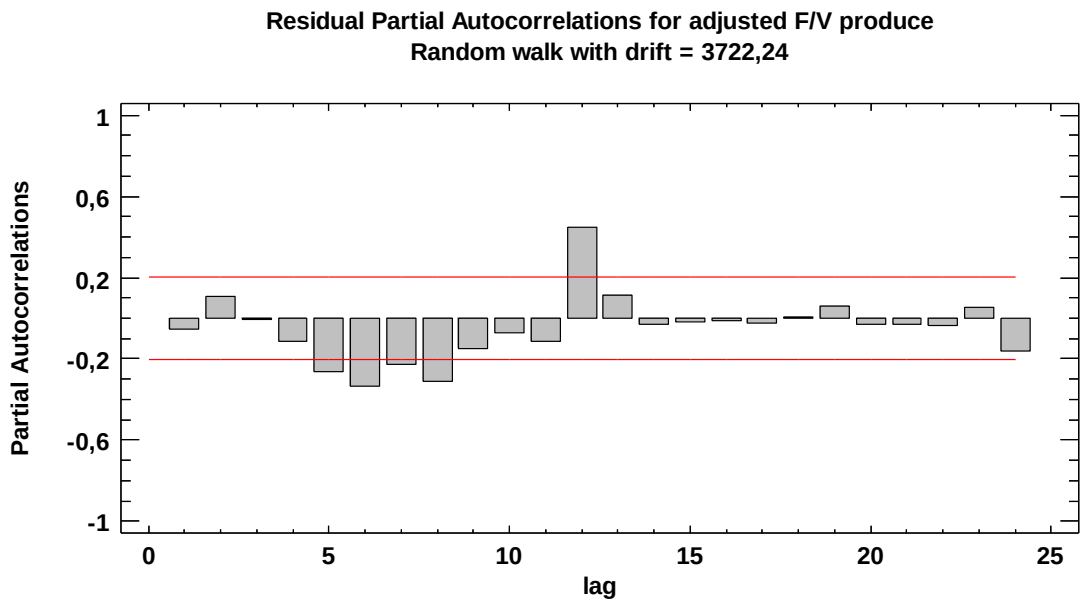
Η εξέλιξη της παραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά αποτυπώνεται στο σχήμα 1



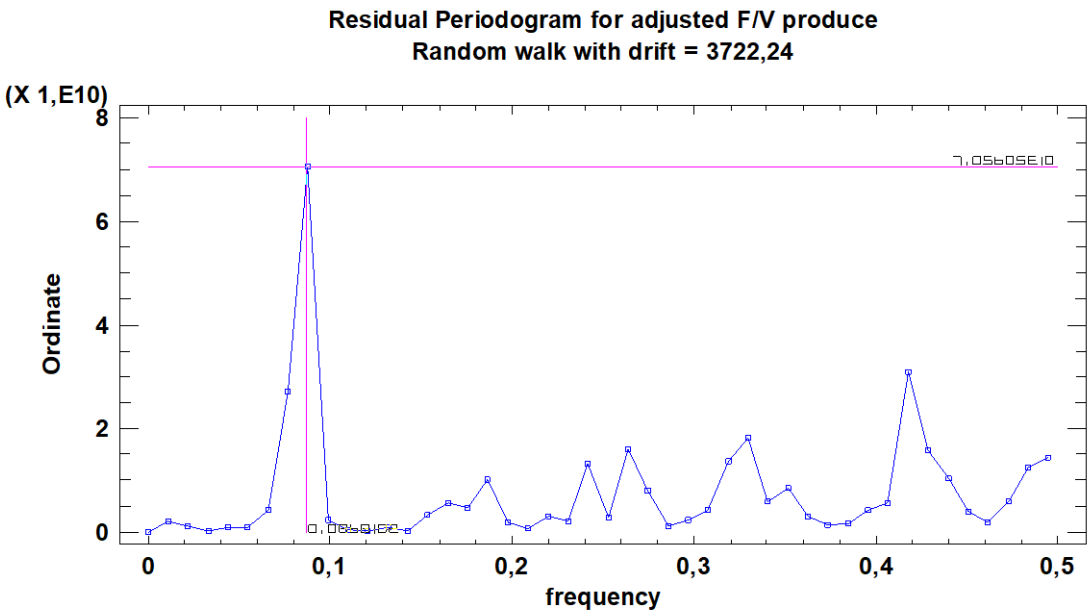
Σχήμα 1 Χρονική εξέλιξη παραγωγής ενέργειας φωτοβολταϊκών



Σχήμα2 Διάγραμμα αυτοσυσχετίσεων της χρονοσειράς παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά



Σχήμα3 Διάγραμμα μερικών αυτοσυσχετίσεων της χρονοσειράς παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά



Σχήμα4. Περιοδόγραμμα της χρονοσειράς παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά

Στη συνέχεια μέσω του προγράμματος stagraphics θε επιλεχθεί το πλέον κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης, αφού ενσωματώσουμε την εποχικότητα της χρονοσειράς.
Τα μοντέλα που αποτυπώνονται στον πίνακα 1 είναι τα μοντέλα πρόβλεψης που εξετάστηκαν.

Πίνακας1 Μοντέλα πρόβλεψης που εξετάστηκαν μέσω του statgraphics

Models
(A) Simple exponential smoothing with alpha = 0,4166
(B) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,2364
(C) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,3308 and beta = 0,085
(D) ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant
(E) ARIMA(1,0,0)x(2,1,2)12 with constant
(F) ARIMA(0,1,1)x(2,1,2)12
(G) ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12
(H) ARIMA(0,1,1)x(2,1,2)12 with constant

Από τα ανωτέρω μοντέλα πρόβλεψης αυτό που επιλέγεται ως πλέον κατάλληλο είναι το ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant (με σταθερά)

Πίνακας2 Μοντέλο πρόβλεψης ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant που επιλέχθηκε μέσω του προγράμματος Statgraphics

Forecast Summary

Forecast model selected: ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant

Number of forecasts generated: 12

Number of periods withheld for validation: 0

	Estimation	*Validation*
Statistic	*Period*	*Period*
RMSE	28232,1	
MAE	20332,2	
MAPE	8,56472	
ME	2760,17	
MPE	0,491669	

ARIMA Model Summary

Parameter	*Estimate*	*Stnd. Error*	*t*	*P-value*
AR(1)	0,837615	0,0744066	11,2573	0,000000
MA(1)	0,328774	0,129148	2,54571	0,013017
SAR(1)	0,636365	0,0283352	22,4584	0,000000
SAR(2)	-0,678495	0,0385735	-17,5897	0,000000
SMA(1)	1,69266	0,0573112	29,5345	0,000000
SMA(2)	-0,782557	0,0500556	-15,6337	0,000000
Mean	17985,0	3446,13	5,2189	0,000002
Constant	3043,54			

Σχετικά με την επιλογή του βέλτιστου μοντέλου έγινε χρήση του κριτηρίου RMSE, MAPE, MAE. Το μοντέλο που παρουσιάζει την μικρότερη τιμή των ανωτέρω

κριτηρίων και ταυτόχρονα «περνάει» τα αντίστοιχα τεστ (αναγράφεται ok για κάθε τεστ που περνά το μοντέλο) υποδεικνύεται ως καλύτερο.

Πίνακας 3. Εκτίμηση τιμών κριτηρίων επιλογής μοντέλων πρόβλεψης -έλεγχος των τεστ

Estimation Period

Model	*RMSE*	*MAE*	*MAPE*	*ME*	*MPE*	*AIC*	*HQC*	*SBIC*
(A)	40584,3	24862,6	10,5874	5101,81	1,53897	21,4831	21,6159	21,8121
(B)	40722,9	27218,0	12,3954	1588,71	1,43703	21,49	21,6227	21,8189
(C)	39390,6	26141,4	11,9101	-3430,17	-2,79945	21,4452	21,589	21,8015
(D)	28232,1	20332,2	8,56472	2760,17	0,491669	20,6486	20,726	20,8405
(E)	28945,1	21395,7	8,96744	3480,86	0,868318	20,6767	20,7431	20,8412
(F)	29702,4	22288,3	9,42218	1215,51	0,114055	20,7067	20,762	20,8437
(G)	29547,1	22284,3	9,60084	-2414,71	-1,46933	20,7179	20,7843	20,8824
(H)	29904,8	22315,7	9,44071	1125,58	0,0917219	20,742	20,8084	20,9064

Model	*RMSE*	*RUNS*	*RUNM*	*AUTO*	*MEAN*	*VAR*
(A)	40584,3	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	40722,9	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	39390,6	OK	OK	OK	OK	OK
(D)	28232,1	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	28945,1	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	29702,4	OK	OK	OK	OK	*
(G)	29547,1	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	29904,8	OK	OK	OK	OK	*

Key:

RMSE = Root Mean Squared Error

RUNS = Test for excessive runs up and down

RUNM = Test for excessive runs above and below median
AUTO = Box-Pierce test for excessive autocorrelation
MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half
VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half
OK = not significant (p >= 0,05)
* = marginally significant (0,01 < p <= 0,05)
** = significant (0,001 < p <= 0,01)
*** = highly significant (p <= 0,001

Το μοντέλο ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή RMSE = 28232,1 τη μικρότερη τιμή MAE = 20332,2 , τη μικρότερη τιμή MAPE =8,56472 ενώ ταυτόχρονα περνά (ένδειξη ok) όλα τα τεστ:

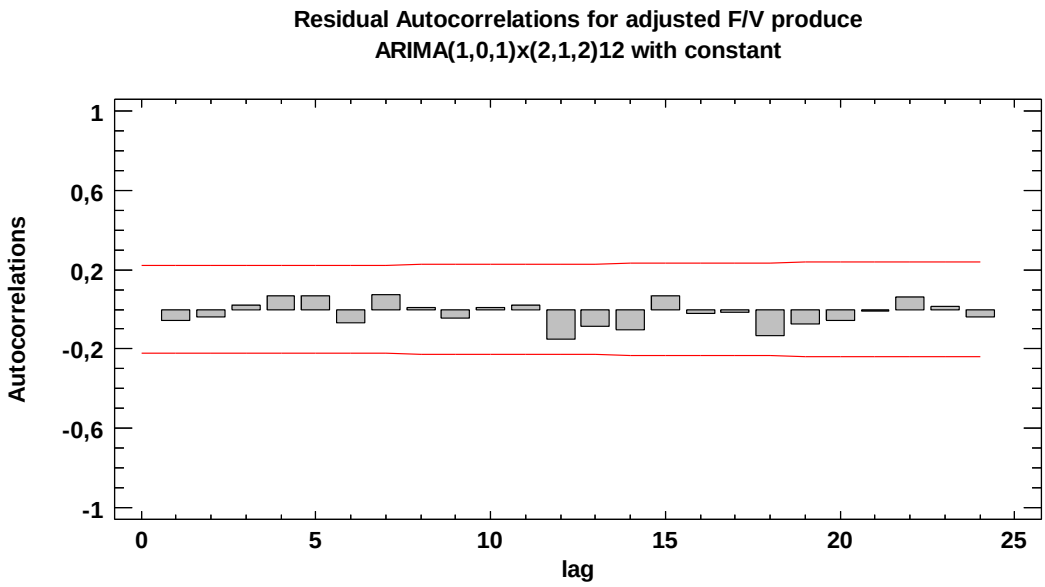
RUNS = έλεγχος ροών (πάνω και κάτω)

RUNM = έλεγχος ροών πάνω και κάτω από τη διάμεσο

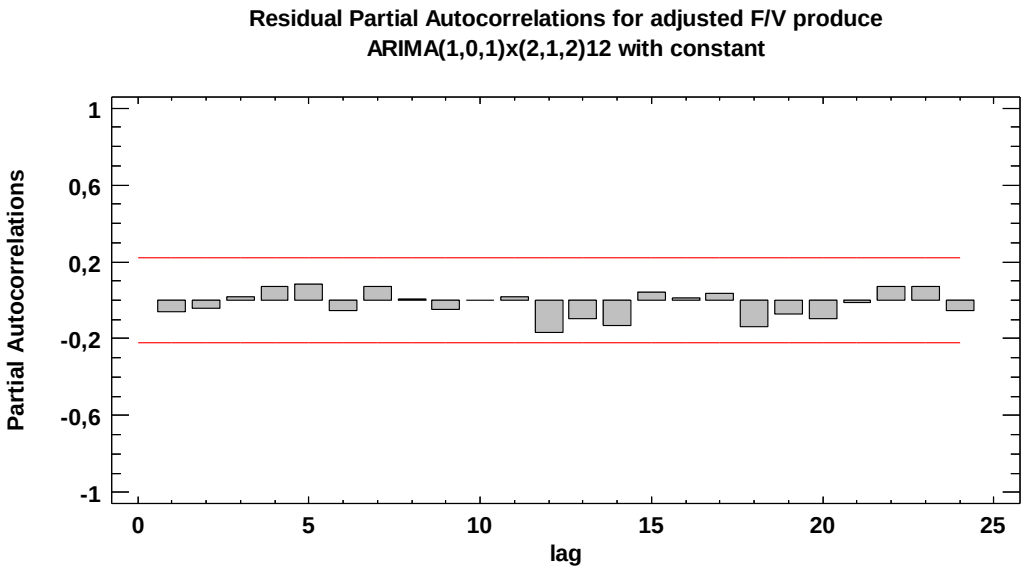
AUTO = Τεστ Box-Pierce για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης

MEAN = έλεγχος διαφορών μέσου μεταξύ πρώτου και δεύτερου μισού

VAR = έλεγχος διασποράς μεταξύ πρώτου και δεύτερου μισού.



Σχήμα 5. Διάγραμμα αυτοσυσχετίσεων των σφαλμάτων μετά την προσαρμογή του μοντέλου ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant



Σχήμα 6. Διάγραμμα μερικών αυτοσυσχετίσεων υπολοίπων μετά την προσαρμογή του μοντέλου ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant

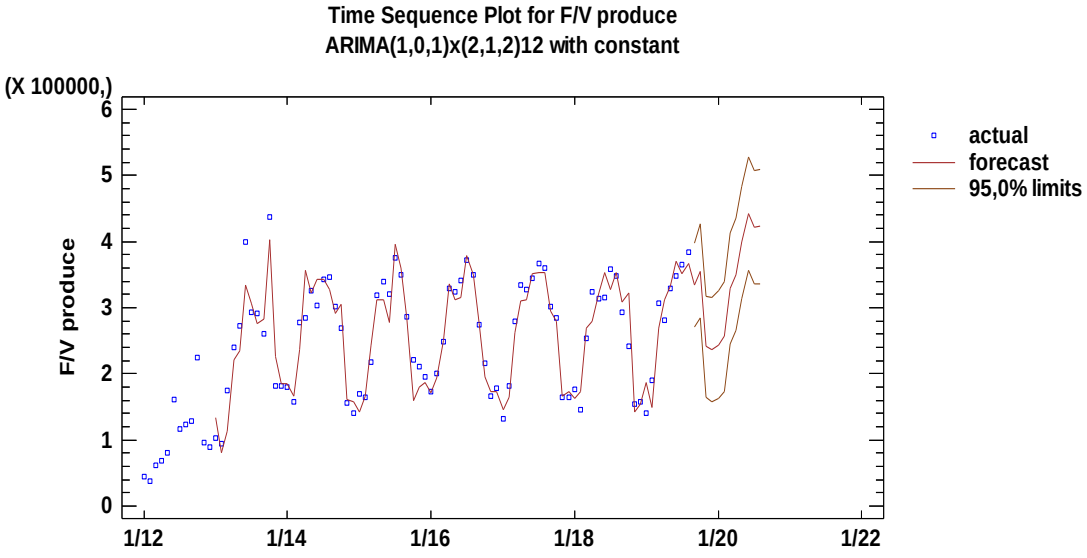
Επιπλέον, από τα σχήματα 4.& 5 δεν προκύπτουν σημαντικές αυτοσυσχετίσεις και μερικές αυτοσυσχετίσεις των υπολοίπων, και κατά συνέπεια το μοντέλο ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant θα χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη μελλοντικής παραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά.

Στη συνέχεια επιχειρείται η πρόβλεψη παραγωγής ενέργειας από Φ/Β ενώ υπολογίζεται και το 9%% διάστημα πρόβλεψης για το διάστημα Σεπτέμβριος 2019 – Αύγουστος 2020

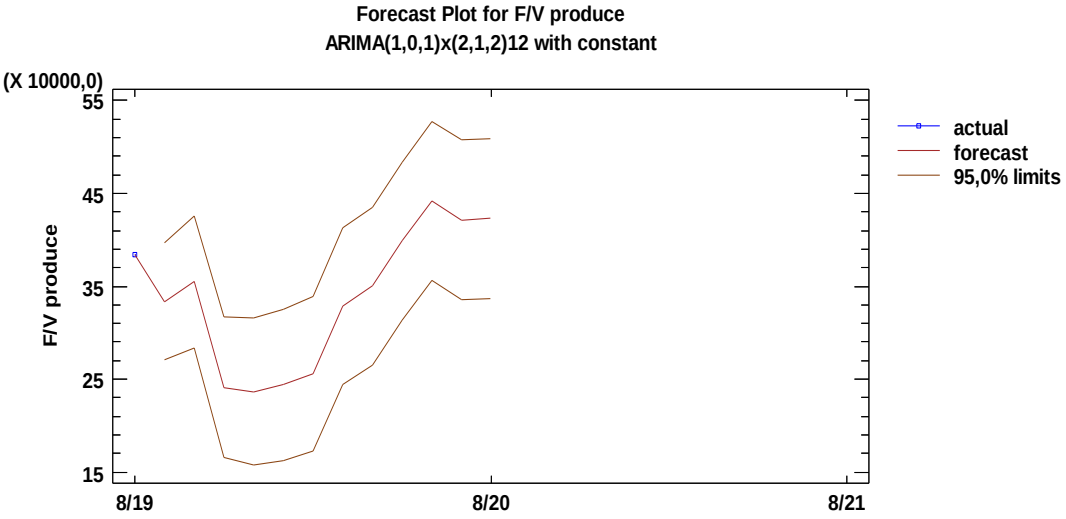
Πίνακας Πρόβλεψης παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά περιόδου Σεπτέμβριος 2019 -Αύγουστος 2020.

Μήνας	Κεντρική Τιμή Πρόβλεψης	Διάστημα εμπιστοσύνης πρόβλεψης 95%	
		Κάτω όριο	Άνω όριο
Σεπ-19	333815	270396	397235
Οκτ-19	355095	283937	426252
Νοε-19	241297	165178	317416
Δεκ-19	236662	157248	316076
Ιαν-20	244054	162407	325701
Φεβ-20	256312	173133	339490
Μαρ-20	328847	244611	413083
Απρ-20	350468	265498	435437
Μαϊ-20	398576	313095	484057
Ιουν-20	441703	355865	527540
Ιουλ-20	421311	335224	507399
Αυγ-20	423062	336800	509324

Από τον πίνακα 4 παρατηρείται ότι οι τιμές παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά ακολουθούν την εποχικότητα και των προηγούμενων περιόδων. Η παραγωγή ενέργειας είναι αυξημένη τους καλοκαιρινούς μήνες (λόγω αυξημένης ηλιοφάνειας) ενώ βαίνει μειούμενη κατά τους χειμερινούς μήνες (λόγω μειωμένης ηλιοφάνειας) όπως επίσης αποτυπώνονται στα διαγράμματα πρόβλεψης των σχημάτων 6 & 7.



Σχήμα 7 Διαγραμματική απεικόνιση των δεδομένων παραγωγής ενέργειας της πρόβλεψης και του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης για την πρόβλεψη του διαστήματος 9/2019 έως 8/2020.



Σχήμα 8. Διάγραμμα πρόβλεψης χρονικού διαστήματος 8/2019 έως 8/2020.

Η παραγωγή ενέργειας είναι αυξημένη τους καλοκαιρινούς μήνες (λόγω αυξημένης ηλιοφάνειας) ενώ βαίνει μειούμενη κατά τους χειμερινούς μήνες

(λόγω μειωμένης ηλιοφάνειας) όπως επίσης αποτυπώνονται στα διαγράμματα πρόβλεψης των σχημάτων 7 & 8.

Συμπεράσματα-Προτάσεις

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η σημασία της παραπάνω στατιστικής ανάλυσης και των προβλέψεών της, η μελέτη αυτή επεδίωξε να προσεγγίσει το ΑΠΕ μεταξύ τριών επιπέδων χρόνου αναφοράς. Με απλά λόγια, ήταν απαραίτητο να αναφέρουμε την εξέλιξη και την τρέχουσα κατάσταση της Ελλάδας στον τομέα των ΑΠΕ και ποιοι είναι οι στόχοι που επιδιώκονται για το μέλλον.

Οι στόχοι που έχουν τεθεί για το 2020 φαίνεται να είναι πιο δύσκολο από ποτέ, καθώς οι αριθμοί αυτοί δεν είναι πολύ αισιόδοξοι για τους στόχους της χώρας. Συγκεκριμένα, δεν έχουν επιτευχθεί οι στόχοι για το 2020 όσον αφορά τη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μείγμα της χώρας. Σύμφωνα με τα στοιχεία του 13ου Ετήσιου Νόμου και Περιβάλλοντος του WWF, το 2017 αναφέρει ότι το μερίδιο της ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2015 (τελευταία διαθέσιμα στοιχεία) ήταν 15,4% ενώ ο εθνικός στόχος για το 2020, σύμφωνα με το ν. 3851/2010, είναι 20% .

Αντίστοιχα, η παραγωγή ηλεκτρισμού αντιπροσώπευε το 22,9%, όταν ο στόχος ήταν 40%. Η επίτευξη του τελευταίου στόχου απαιτεί την προσθήκη περισσότερων από 1 GW εγκατεστημένης δυναμικότητας σε ετήσια βάση, η οποία, σύμφωνα με το στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη, φαίνεται εξαιρετικά δύσκολη.

Ταυτόχρονα, η ΕΕ η σύνοδος της Κοπεγχάγης θέτει ακόμη περισσότερο τον στόχο, καθορίζοντας νέους στόχους: i) μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60% έως 70% έως το 2050 έως το 2005, ii) αύξηση της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ κατά 85-100% με iii) 60% -70% συνολική διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2050 και τέλος, iv) αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων στις συνολικές μεταφορές κατά 31% -34% έως το 2050.

Τα υπό μελέτη μεγέθη, τα οποία έχουν αναλυθεί σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο, επηρεάζονται από ένα σύνολο παραγόντων, μερικοί από τους οποίους ενδέχεται να αλλάξουν στο μέλλον προκειμένου να δημιουργήσουν ένα πιο ευνοϊκό πλαίσιο ανάπτυξης της ΑΠΕ. Με δεδομένο αυτό, δεν είναι δυνατόν να συμπεράνουμε ότι οι παραπάνω στόχοι είναι εξαιρετικά φιλόδοξοι.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι καθορισμένοι στόχοι, είναι σκόπιμο να εξεταστούν οι ακόλουθες προτάσεις:

Ελλάδα Προκειμένου να εκμεταλλευτεί το τεράστιο αναξιοποίητο δυναμικό της Ελλάδας, χρειάζεται ένα ολοκληρωμένο θεσμικό, κανονιστικό και τιμολογιακό πλαίσιο.

Τότε απαιτείται μια ορθολογική τιμολόγηση της παραγόμενης πράσινης ενέργειας, ανάλογα με τις ανάγκες και την ωριμότητα κάθε τεχνολογίας.

Εκσυγχρονισμός των προτεραιοτήτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την ταχεία ολοκλήρωση των ώριμων και μη αμφιλεγόμενων έργων και την προώθηση της θαλάσσιας άνεσης και την αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών.

Σε κοινωνικό επίπεδο, η γνώση των νέων τεχνολογικών εφαρμογών από τους πολίτες, από τις οποίες είναι δυνατόν να επωφεληθούν, αρχίζει με τη διοχέτευση της γνώσης αυτής σε πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα με την αύξηση των απαραίτητων πόρων για έρευνα και καινοτομία.

Γενικότερα, ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκεται στην αρχή της δημιουργίας του. Όλα δείχνουν, όπως και στην παρούσα διατριβή, ότι η ανάπτυξή της θα αποτελέσει βασικό τομέα του επενδυτικού ενδιαφέροντος, του πολιτικού προσανατολισμού και τελικά της κοινωνικής ζήτησης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Automatic Forecasting - F/V produce

Data variable: F/V produce

Number of observations = 92
Start index = 1/12
Sampling interval = 1,0 month(s)
Length of seasonality = 12

Forecast Summary
Forecast model selected: ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant
Number of forecasts generated: 12
Number of periods withheld for validation: 0

	Estimation	*Validation*
Statistic	*Period*	*Period*
RMSE	28232,1	
MAE	20332,2	
MAPE	8,56472	
ME	2760,17	
MPE	0,491669	

ARIMA Model Summary

Parameter	*Estimate*	*Stnd. Error*	*t*	*P-value*
AR(1)	0,837615	0,0744066	11,2573	0,000000
MA(1)	0,328774	0,129148	2,54571	0,013017
SAR(1)	0,636365	0,0283352	22,4584	0,000000
SAR(2)	-0,678495	0,0385735	-17,5897	0,000000
SMA(1)	1,69266	0,0573112	29,5345	0,000000
SMA(2)	-0,782557	0,0500556	-15,6337	0,000000
Mean	17985,0	3446,13	5,2189	0,000002
Constant	3043,54			

Backforecasting: yes
Estimated white noise variance = 1,01258E9 with 73 degrees of freedom
Estimated white noise standard deviation = 31821,1
Number of iterations: 16

The StatAdvisor
This procedure will forecast future values of F/V produce. The data cover 92 time periods. Currently, an autoregressive integrated moving average (ARIMA) model has been selected. This model assumes that the best forecast for future data is given by a parametric model relating the most recent data value to previous data values and previous noise. Each value of F/V produce has been adjusted in the following way before the model was fit:

(1) A multiplicative seasonal adjustment was applied.

The output summarizes the statistical significance of the terms in the forecasting model. Terms with P-values less than 0,05 are statistically significantly different from zero at the 95,0% confidence level. The P-value for the AR(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the MA(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SAR(2) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SMA(2) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the constant term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The estimated standard deviation of the input white noise equals 31821,1.

The table also summarizes the performance of the currently selected model in fitting the historical data. It displays:

(1) the root mean squared error (RMSE)
(2) the mean absolute error (MAE)
(3) the mean absolute percentage error (MAPE)
(4) the mean error (ME)

(5) the mean percentage error (MPE)

Each of the statistics is based on the one-ahead forecast errors, which are the differences between the data value at time t and the forecast of that value made at time t-1. The first three statistics measure the magnitude of the errors. A better model will give a smaller value. The last two statistics measure bias. A better model will give a value close to 0.

Forecast Table for F/V produce
Model: ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant

Period	*Data*	*Forecast*	*Residual*
1/12	45356,7		
2/12	37778,6		
3/12	61577,4		
4/12	68171,4		
5/12	79975,3		
6/12	161521,		
7/12	117201,		
8/12	123362,		
9/12	127732,		
10/12	224728,		
11/12	95235,3		
12/12	88565,9		
1/13	102627,	133614,	-30986,1
2/13	94551,3	80607,2	13944,1
3/13	175118,	113484,	61634,4
4/13	240340,	221557,	18782,2
5/13	271736,	235069,	36666,5
6/13	399937,	334682,	65255,0
7/13	292485,	306287,	-13802,6
8/13	291144,	276209,	14934,5
9/13	260447,	283391,	-22943,7
10/13	437184,	403260,	33923,7
11/13	182130,	225860,	-43730,5
12/13	180939,	184780,	-3841,16
1/14	179916,	184767,	-4850,33
2/14	158214,	165742,	-7528,46
3/14	278489,	236292,	42196,9
4/14	284229,	357353,	-73124,6
5/14	324861,	322861,	2000,87
6/14	303854,	343250,	-39396,3
7/14	343005,	342578,	426,376
8/14	347000,	327138,	19861,3
9/14	301898,	291973,	9925,14
10/14	268449,	304803,	-36354,4
11/14	156296,	161577,	-5280,58
12/14	140914,	156943,	-16028,6
1/15	169872,	141648,	28223,8
2/15	164989,	165836,	-846,815
3/15	218547,	243591,	-25044,7
4/15	318469,	311939,	6530,54
5/15	339543,	312369,	27173,2
6/15	320584,	277447,	43136,9
7/15	374985,	395573,	-20588,5
8/15	350055,	359850,	-9794,8
9/15	286558,	285090,	1467,93
10/15	221592,	159472,	62120,8
11/15	210832,	180712,	30120,2
12/15	195219,	187182,	8037,59
1/16	172784,	171259,	1525,58
2/16	200964,	192863,	8101,9
3/16	248596,	250227,	-1631,21
4/16	329147,	336855,	-7708,55
5/16	324168,	312072,	12096,3

6/16	341213,	315739,	25474,6
7/16	372486,	378808,	-6321,23
8/16	350319,	349350,	968,574
9/16	274364,	276454,	-2089,54
10/16	216485,	196176,	20309,0
11/16	166240,	173043,	-6802,96
12/16	178310,	173084,	5225,98
1/17	132146,	145023,	-12876,8
2/17	182549,	164449,	18100,4
3/17	279753,	262620,	17133,9
4/17	333670,	309829,	23840,4
5/17	327613,	312005,	15608,4
6/17	343747,	350704,	-6956,21
7/17	366285,	352830,	13455,5
8/17	360385,	353821,	6564,28
9/17	302460,	295670,	6789,93
10/17	285147,	279850,	5297,49
11/17	165274,	166172,	-898,71
12/17	164078,	173905,	-9827,36
1/18	177299,	162368,	14931,0
2/18	145725,	173838,	-28112,8
3/18	253264,	268606,	-15342,1
4/18	324316,	279241,	45075,4
5/18	313658,	322581,	-8922,64
6/18	316206,	352361,	-36155,0
7/18	358728,	328121,	30606,8
8/18	347915,	353909,	-5993,51
9/18	292369,	308242,	-15873,8
10/18	242322,	321452,	-79130,5
11/18	154116,	142522,	11594,1
12/18	158230,	153526,	4703,98
1/19	141159,	186019,	-44860,0
2/19	189602,	148515,	41087,3
3/19	307676,	269792,	37884,1
4/19	280895,	312700,	-31804,8
5/19	328325,	333394,	-5069,42
6/19	347762,	370125,	-22363,2
7/19	364391,	351466,	12924,4
8/19	384080,	366045,	18035,0

		Lower 95,0%	*Upper 95,0%*
Period	*Forecast*	*Limit*	*Limit*
9/19	333815,	270396,	397235,
10/19	355095,	283937,	426252,
11/19	241297,	165178,	317416,
12/19	236662,	157248,	316076,
1/20	244054,	162407,	325701,
2/20	256312,	173133,	339490,
3/20	328847,	244611,	413083,
4/20	350468,	265498,	435437,
5/20	398576,	313095,	484057,
6/20	441703,	355865,	527540,
7/20	421311,	335224,	507399,
8/20	423062,	336800,	509324,

The StatAdvisor

This table shows the forecasted values for F/V produce. During the period where actual data is available, it also displays the predicted values from the fitted model and the residuals (data-forecast). For time periods beyond the end of the series, it shows 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true data value at a selected future time is likely to be with 95,0% confidence, assuming the fitted model is appropriate for the data. You can plot the forecasts by selecting Forecast Plot from the list of graphical options. You can change the

confidence level while viewing the plot if you press the alternate mouse button and select Pane Options. To test whether the model fits the data adequately, select Model Comparisons from the list of Tabular Options.

Model Comparison
Data variable: F/V produce
Number of observations = 92
Start index = 1/12
Sampling interval = 1,0 month(s)
Length of seasonality = 12

Models
(A) Random walk
(B) Random walk with drift = 2477,83
(C) Constant mean = 240594,
(D) Linear trend = -874769, + 1410,96 t
(E) Simple moving average of 2 terms
(F) Simple exponential smoothing with alpha = 0,4166
(G) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,2364
(H) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,3308 and beta = 0,085
(I) ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12 with constant
(J) ARIMA(1,0,0)x(2,1,2)12 with constant
(K) ARIMA(0,1,1)x(2,1,2)12
(L) ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)12
(M) ARIMA(0,1,1)x(2,1,2)12 with constant

Estimation Period

Model	*RMSE*	*MAE*	*MAPE*	*ME*	*MPE*	*AIC*	*HQC*	*SBIC*
(A)	44445,5	29971,0	13,4345	2039,97	-0,122577	21,6432	21,7649	21,9447
(B)	44691,4	29802,6	13,4	-461,607	-1,30598	21,6759	21,8087	22,0049
(C)	70803,1	46553,0	33,4914	159,692	-17,1541	22,5962	22,7289	22,9251
(D)	58310,8	40052,5	25,345	-308,072	-11,0334	22,2297	22,3735	22,586
(E)	42803,7	28892,6	12,1655	3269,27	0,681833	21,5896	21,7224	21,9186
(F)	40584,3	24862,6	10,5874	5101,81	1,53897	21,4831	21,6159	21,8121
(G)	40722,9	27218,0	12,3954	1588,71	1,43703	21,49	21,6227	21,8189
(H)	39390,6	26141,4	11,9101	-3430,17	-2,79945	21,4452	21,589	21,8015
(I)	28232,1	20332,2	8,56472	2760,17	0,491669	20,6486	20,726	20,8405
(J)	28945,1	21395,7	8,96744	3480,86	0,868318	20,6767	20,7431	20,8412
(K)	29702,4	22288,3	9,42218	1215,51	0,114055	20,7067	20,762	20,8437
(L)	29547,1	22284,3	9,60084	-2414,71	-1,46933	20,7179	20,7843	20,8824
(M)	29904,8	22315,7	9,44071	1125,58	0,0917219	20,742	20,8084	20,9064

Model	*RMSE*	*RUNS*	*RUNM*	*AUTO*	*MEAN*	*VAR*
(A)	44445,5	OK	OK	**	OK	OK
(B)	44691,4	OK	OK	***	OK	OK
(C)	70803,1	OK	**	***	***	***
(D)	58310,8	OK	***	***	OK	***
(E)	42803,7	OK	OK	**	OK	OK
(F)	40584,3	OK	OK	OK	OK	OK
(G)	40722,9	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	39390,6	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	28232,1	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	28945,1	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	29702,4	OK	OK	OK	OK	*
(L)	29547,1	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	29904,8	OK	OK	OK	OK	*

Key:
RMSE = Root Mean Squared Error
RUNS = Test for excessive runs up and down
RUNM = Test for excessive runs above and below median
AUTO = Box-Pierce test for excessive autocorrelation
MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half
VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half
OK = not significant (p >= 0,05)
* = marginally significant (0,01 < p <= 0,05)

** = significant (0,001 < p <= 0,01)
*** = highly significant (p <= 0,001)

The StatAdvisor
This table compares the results of fitting different models to the data. The model with the lowest value of the Akaike Information Criterion (AIC) is model I, which has been used to generate the forecasts.

The table also summarizes the results of five tests run on the residuals to determine whether each model is adequate for the data. An OK means that the model passes the test. One * means that it fails at the 95% confidence level. Two *'s means that it fails at the 99% confidence level. Three *'s means that it fails at the 99,9% confidence level. Note that the currently selected model, model I, passes 5 tests. Since no tests are statistically significant at the 95% or higher confidence level, the current model is probably adequate for the data.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία, άρθρα και μελέτες

1. **Abas, N., Kalair, A., & Khan,** N (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, *69*, 31-49.

2. **Ackah, I., & Kizys, R** (2015). Green growth in oil producing African countries: A panel data analysis of renewable energy demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *50*, 1157-1166.

3. **Al-Mulali, U., & Ozturk,** I (2016). The investigation of environmental Kuznets curve hypothesis in the advanced economies: the role of energy prices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *54*, 1622-1631.

4. **Astariz, S., & Iglesias, G.,** (2017). The collocation feasibility index–A method for selecting sites for co-located wave and wind farms. Renewable Energy, 103, 811-824.

5. **Bartos, M. D., & Chester, M.** V (2015). Impacts of climate change on electric power supply in the Western United States. *Nature Climate Change*, 5(8), p.748.

6. **Basher, S. A., Haug, A. A., & Sadorsky, P** (2018). The impact of oil-market shocks on stock returns in major oil-exporting countries. *Journal of International Money and Finance*, *86*, 264-280.

7. **Bichpuriya, Y., & Soman, S. A** (2010). Electric power exchanges: A review. In *16th National Power Systems Conference*

8. **Blaabjerg, F., & Ionel, D. M** (2015). Renewable energy devices and systems–state-of-the-art technology, research and development, challenges

and future trends. *Electric Power Components and Systems*, *43*(12), 1319-1328.

9. **Blaabjerg, F., Yang, Y., Ma, K., & Wang, X** (2015, November). Power electronics-the key technology for renewable energy system integration. In *2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)* (pp. 1618-1626). IEEE.

10. **Chapelliere, Y., Tuel, A., Mirodatos, C., Schuurman, Y., Venderbosch, R., Jordan, E., & Wellach, S** (2017, October). FCC of upgraded pyrolysis liquids mixed with crude oil distillates: strategies for improving bio-fuels quality and minimizing production costs. In *World Congress on Chemical Engineering, WCCE-10*.

11. **Chen, C. F., Xu, X., & Arpan,** L (2017). Between the technology acceptance model and sustainable energy technology acceptance model: Investigating smart meter acceptance in the United States. *Energy research & social science*, *25*, 93-104.

12. **Denny, F. I., & Dismukes, D.** E (2017). *Power system operations and electricity markets*. CRC Press.

13. **EIA, European International Association**, (2009), World Energy Projections Plans.

14. **Ela, E., Milligan, M., Bloom, A., Cochran, J., Botterud, A., Townsend, A., & Levin, T** (2018). Overview of Wholesale Electricity Markets. In *Electricity Markets with Increasing Levels of Renewable Generation: Structure, Operation, Agent-based Simulation, and Emerging Designs*,Springer, Cham.

15. EWEA. “Annual Report 2008”.

16. **Gasparatos, A., Doll, C. N., Esteban, M., Ahmed, A., & Olang, T. A** (2017). Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *70*, 161-184.

17. **Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies** (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, HELAPCO.

18. **Huijts, N. M. A., Molin, E. J. E., & Steg, L** (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based

comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,16(1), 525-531.

19. **Jobert A, Laborgne P, Mimler S**.(2007) "Local acceptance of wind energy: factors of success identified in French and German case studies", *Energy Policy*,35,pp.2751-2760

20. **Juvenal, L., & Petrella, I** (2015). Speculation in the oil market. *Journal of Applied Econometrics*, *30*(4), 621-649.

21. **Kay, J., Stanislowski, J., Tolbert, S., Fiala, N., Patel, N., & Laumb, J** (2017). *Pathway To Low-Carbon Lignite Utilization; US Department of Energy (DOE) National Energy Technology Laboratory (NETL) Cooperative Agreement No. DE-FE0024233* (No. DE-FE0024233). University of North Dakota Energy & Environmental Research Center, Grand Forks, ND (United States).

22. **Ketsetzi, A., & Capraro, M. M** (2016). Renewable Energy Sources. In A Companion to Interdisciplinary STEM Project-Based Learning, SensePublishers.

23. **Kilian, L., & Murphy, D. P** (2014). The role of inventories and speculative trading in the global market for crude oil. *Journal of Applied Econometrics*, 29(3), 454-478.

24. **Kostakis, I., & Genoudi, P** (2012). Which factors affect the willingness of consumers to pay for renewable energy?. *Renewable Energy*, 38(1), 169-172.

25. **Kostakis, I., & Sardianou, E** (2012). Which factors affect the willingness of tourists to pay for renewable energy?. Renewable Energy, 38(1), 169-172.

26. **Lancaster K. A**.(1966) "New approach to consumer theory" *Journal of Political Economy* 74,pp.132-157

27. **Lane, J. L., Smart, S., Schmeda-Lopez, D., Hoegh-Guldberg, O., Garnett, A., Greig, C., & McFarland, E** (2016). Understanding constraints to the transformation rate of global energy infrastructure. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, *5*(1), 33-48.

28. **Lee, C. Y., & Heo, H** (2016). Estimating willingness to pay for renewable energy in South Korea using the contingent valuation method. *Energy Policy*, *94*, 150-156.

29. **Liserre, M., Sauter, T., & Hung, J. Y** (2010) "Future energy systems: Integrating renewable energy sources into the smart power grid through industrial electronics", *Industrial Electronics Magazine, IEEE*, 4(1), pp.18-37.

30. **Liu, L., Wang, Y., Wu, C., & Wu, W** (2016). Disentangling the determinants of real oil prices. *Energy Economics*, *56*, 363-373.

31. **Lopes, F** (2018). Electricity Markets and Intelligent Agents Part I: Market Architecture and Structure. In *Electricity Markets with Increasing Levels of Renewable Generation: Structure, Operation, Agent-based Simulation, and Emerging Designs* (pp. 23-48). Springer, Cham.

32. **Mallett A.(**2007) "Social acceptance of renewable energy innovations: the role of technology cooperation in urban Mexico", *Energy Policy*,3,pp.2790-2798

33. **Mashinsky, A., & Chi, E. K** (2016). *U.S. Patent No. 9,256,905*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

34. **McKinsey Global Institute,** May 2007, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity.

35. **Moe, E** (2016). *Renewable energy transformation or fossil fuel backlash: Vested interests in the political economy*. Springer.

36. **Murray C.** European Photovoltaic Industry Association Global market outlook or photovoltaics until 2013, EPIA, 2009.

37. **Pan, S. Y., Du, M. A., Huang, I. T., Liu, I. H., Chang, E. E., & Chiang, P. C** (2015). Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. *Journal of Cleaner Production*, 108, pp.409-421.

38. **Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari,** S (2011) "Role of renewable energy sources in environmental protection: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), pp.1513-1524.

39. **Paramati, S. R., Sinha, A., & Dogan, E** (2017). The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: evidence from the Next 11 developing economies. *Environmental Science and Pollution Research*, *24*(15), 13546-13560.

40. **Raptis, C. E., van Vliet, M. T., & Pfister,** S (2016). Global thermal pollution of rivers from thermoelectric power plants. *Environmental Research Letters*, 11(10), 104011.

41. **Rowlands IH, Scott D, Parker P.(**2003) “Consumers and green electricity: profiling potential purchasers”, *Business Strategy and the Environment*,12,pp.36-48

42. **Shahidehpour, M., & Alomoush, M (**2017). *Restructured electrical power systems: Operation: Trading, and volatility*. CRC Press.

43. **Suškevičs, N. B., Eiter, S., Martinat, S., Stober, D., Vollmer, E., de Boer, C. L., & Buchecker, M** (2019). Regional variation in public acceptance of wind energy development in Europe: What are the roles of planning procedures and participation?. *Land use policy*, *81*, 311-323.

44. **Sutherland, L. A., Peter, S., & Zagata,** L (2015). Conceptualising multi-regime interactions: The role of the agriculture sector in renewable energy transitions. *Research Policy*, *44*(8), 1543-1554.

45. **Sütterlin, B., & Siegrist,** M (2017). Public acceptance of renewable energy technologies from an abstract versus concrete perspective and the positive imagery of solar power. *Energy Policy*, *106*, 356-366.

46. **Terpan, F** (2015). Soft law in the European Union—the changing nature of EU law. European Law Journal, 21(1), 68-96.

47. **Tesfatsion, L** (2018). Electric power markets in transition: Agent-based modeling tools for transactive energy support. In *Handbook of computational economics* 4,Elsevier. pp. 715-766

48. **The Greek PV Market** - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies , September 2007, HELAPCO.

49. **Toptas, A., Yildirim, Y., Duman, G., & Yanik,** J (2015). Combustion behavior of different kinds of torrefied biomass and their blends with lignite. *Bioresource technology*, 177, 328-336.

50. **Uyar, T. S., & Beşikci, D** (2017). Integration of hydrogen energy systems into renewable energy systems for better design of 100% renewable energy communities. *International Journal of Hydrogen Energy*, *42*(4), 2453-2456.

51. **Van Vliet, M. T., Wiberg, D., Leduc, S., & Riahi, K** (2016). Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources. *Nature Climate Change*, 6(4), 375.

52. **Yazdanpanah, M., Komendantova, N., & Ardestani, R. S** (2015). Governance of energy transition in Iran: Investigating public acceptance and willingness to use renewable energy sources through socio-psychological model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *45*, 565-573.

53. **Zoellner J, Schweizer-Ries P, Wemheuer C**.(2008) “Public acceptance of renewable energies: results from case studies in Germany”, *Energy Policy*,36,pp.4136-441

Ελληνική βιβλιογραφία, άρθρα και μελέτες

1. **Βλάχου Α.,** 2001. Περιβάλλον και φυσικοί πόροι, Οικονομική θεωρία και πολιτική, Τόμος Ά. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.

2. **Γληνού Γ., Χρισταντώνης Ν και Κουλούρης Κ.** Παρουσίαση ΡΑΕ: “Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, κίνητρα, εμπόδια και προοπτικές”, 2008.

3. **Ζήση Ι.** (2003).ISBN 960-7284-18-6 «Το πράσινο επιχειρειν». Αθήνα: Υ.Πε.Χω.Δ.Ε,Παν.Δοι.Κο

4. Κ**αλδέλλης** Ι. Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας, Εκδόσεις: Σταμούλης, 1999.

5. **ΚΑΠΕ.** Ενέργεια και Πολίτης, 2005.

6. **Κορωναίος Ι. Χ.** 2012. Σύγγραμμα: Ανανεώσιμες Ενεργειακές πηγές – Περιβάλλον Και Αναπτυξη. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Διεπιστημονικό - Δια τμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.), Αθήνα 2012.

7. **Κορωναίος Χ.** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Ε.Μ.Π. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, 2003.

8. **Μουζιούρας Ν.** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Εξέλιξη – Προβλέψεις, ΠΑΠΕΙ, 2010.

9. **Μπάης Α.** Ενέργεια και Περιβάλλον, 2003.

10. **Παλαιολόγου, Κ. Ν** (2011). Επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μοντέλο προσομοίωσης δικτύου αισθητήρων

11. **Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ., Μουρελάτος Α**., 1997, Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το λογισμικό Statgraphics, Εκδόσεις Σταμούλης.

12. **Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος 2002,** Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα.

13. **Συριόπουλος, Φίλιππας,** Οικονομετρικά Υποδείγματα & εφαρμογές με το Eviews, Εκδόσεις Ανίκουλα, **2010**

14. **Τσούτσος Θ.** Ανανεώσιμες Ενεργειακές πηγές και Περιβάλλον, Πολυτεχνείο Κρήτης

Διαδικτυακά άρθρα, μελέτες και ιστοσελίδες

1. **http://www.lagie.gr**
2. **http://eletaen.gr**
3. **www.cres.gr**
4. **http://portal.tee.gr**
5. **www.energypress.gr**
6. **www.ewea.org**
7. **www.rae.gr**
8. **www.ypan.gr**
9. **www.desmie.gr**