



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πρόγραμμα σπουδών: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Πτυχιακή Εργασία

Σχεδίαση και Βελτιστοποίηση Αυτόνομου
Μικροδικτύου στους Οθωνούς, με Χρήση
Λογισμικού **HOMER Energy**.

Φοιτητής: Αλέξιος Ι. Αντωνόπουλος

A.M: HN08007

Επιβλέπων Καθηγητής: Νικόλαος Κολτσακλής.

Desing and optimization of an autonomous micro-network in Othonous using **HOMER** **Energy** software

(Υπογραφή)

.....

Αλέξιος Ι. Αντωνόπουλος

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Copyrights © 2021 – All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται βιβλιογραφικά η πηγή προέλευσης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα μελετηθεί, η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην σχεδίαση και βελτιστοποίηση ενός μικροδικτύου στους Οθωνούς. Ενόσ μη διασυνδεδεμένου νησιού με τη χρήση του λογισμικού HOMER energy, το οποίο εκτελεί τεχνοοικονομική ανάλυση σε όλο τον κύκλο ζωής των υβριδικών συστημάτων και θα αναλύσουμε παρακάτω.

Ο σκοπός πλέον των επιστημών, που ασχολούνται με το σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση τέτοιων συστημάτων, είναι να μπορούν να συνδυάζουν περισσότερες από μία μορφές ενέργειας.

Η συνεχή αύξηση ζήτησης ενέργειας και η μη ορθολογική χρήση της, έχουν δημιουργήσει περιβαλλοντική και οικονομική κρίση καθώς και κοινωνικά προβλήματα σε παγκόσμιο επίπεδο, διότι όλη η ενέργεια προερχόταν μέχρι πριν λίγα χρόνια μόνο από ορυκτές πηγές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να επιβάλλεται η ανάγκη για "καθαρότερες" μορφές ενέργειας.

Αναλυτικότερα στο πρώτο κεφάλαιο δίδονται γενικές πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και τα οφέλη, σχολιάζοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση στις μορφές ενέργειας των Α.Π.Ε. και στον τρόπο λειτουργίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα μικροδίκτυα και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των Οθωνών, γεωπολιτικά αλλά και ενεργειακά καθώς και τους διαθέσιμους πόρους για εκμετάλλευση.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή στο λογισμικό HOMER ως εργαλείο τεχνοοικονομικής ανάλυσης. Θα κάνουμε προσομοίωση σε όλα τα στάδια συμβολής των Α.Π.Ε. που θα χρησιμοποιήσουμε και θα εξάγουμε συμπεράσματα για την πιο οικονομική και βιώσιμη λύση.

Λέξεις Κλειδιά: μικροδίκτυο Homer, Α.Π.Ε. (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας).

ABSTRACT

In the present work we will study the contribution of renewable energy sources in the design and optimization of a small network in Othonous, an unconnected island using the HOMER energy software, which performs techno-economic analysis throughout the life cycle of hybrid systems that will be analyzed below.

The purpose of the sciences now dealing with the design and optimization of such systems is to be able to combine more than one form of energy.

The constant increase in energy demand and its irrational use, have created environmental and economic crisis as well as social problems worldwide, because all energy until a few years ago came only from mineral sources. As a result, there is a need for "cleaner" forms of energy.

The first chapter provides more detailed information on renewable energy sources as well as the benefits, commenting on the advantages and disadvantages of RES.

The second chapter analyzes the forms of energy of RES and in operating mode.

The third chapter refers to microgrids and functional characteristics.

The fourth chapter describes the Othonous, geopolitically and energy as well as the available resources for exploitation.

Finally, in the fifth chapter, a detailed description is given in the HOMER software as a tool of techno-economic analysis. We will do simulation in all stages of RES contribution that we will use and draw conclusions for the most economical and sustainable solution.

Keywords: microgrid, Homer, R.E.S. (Renewable Energy Sources)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2021-2022, της Πολυτεχνικής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (Τ.Ε.), υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Νικόλαο Κολτσακλή, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την καθοδήγηση κατά τη συγγραφή της. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Βασίλειο Ζαγκάνα για την ανάθεσή της καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές του. Όλους τους διδάσκοντες μας του τμήματος, για τις γνώσεις που μου παρείχαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην HOMER energy, τόσο για το λογισμικό δοκιμής όσο και για τα βίντεο για τον τρόπο λειτουργίας της νέας έκδοσης.

Με αυτή την πτυχιακή εργασία φτάνει στο τέλος μια μεγάλη προσπάθεια στην οποία είχα πάντα την συμπαράσταση της οικογένειάς μου την κατανόηση και υπομονή συναδέλφων και φίλων μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iii
Abstract	v
Ευχαριστίες	vii
Πίνακας Περιεχομένων	ix
Πίνακας Περιεχομένων	x
Πίνακας Εικόνων	xi
Πίνακας Εικόνων	xii
Πίνακας Εικόνων	xiii
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Εισαγωγή	01
Κεφάλαιο 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
1.1 Τι είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.	02
1.2 Λόγοι χρήσης ΑΠΕ.	02
1.3 Τα οφέλη από μία εγκατάσταση ΑΠΕ.	03
1.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ΑΠΕ	05
Κεφάλαιο 2: ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ	
2.1 Ηλιακή ενέργεια.	07
2.2 Αιολική ενέργεια.	10
2.3 Βιομάζα.	13
2.4 Γεωθερμική ενέργεια.	14
2.5 Υδραυλική ενέργεια.	15
2.6 Θαλάσσια ενέργεια.	17
2.7 Ωσμωτική ενέργεια.	19
Κεφάλαιο 3: Τίτλος.....	
3.1 Λίγα λόγια για τα μικροδίκτυα	21
3.2 Μικροδίκτυα ως βάση διεσπαρμένων συστημάτων	22
3.3 Λειτουργικά χαρακτηριστικά και είδη μικροδικτύων	24
3.3.1 Έλεγχος στα μικροδίκτυα	27
3.3.2 Λειτουργία υπό νησιδοποίηση	29
3.4 Αποθήκευση ενέργειας σε συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής	30
3.4.1 Εφαρμογές αποθήκευσης ενέργειας.....	31
3.5 Ποιότητα και αξιοπιστία στα μικροδίκτυα	32

3.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροδικτύου	32
3.7 Εφαρμογές	34
Κεφάλαιο 4: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	
4.1 Γεωπολιτικά και ιστορικά στοιχεία.	36
4.2 Το υφιστάμενο δίκτυο.	38
4.3 Το προτεινόμενο υβριδικό σύστημα.	40
4.3.1 Αρχές λειτουργίας.	42
Κεφάλαιο 5: ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ HOMER energy	
5.1 Τι είναι το HOMER.	44
5.2 Ιστορική αναδρομή.	45
5.3 Τρόπος λειτουργίας του HOMER.....	46
5.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά του HOMER.....	46
5.3.2 Βασικός στόχος του HOMER.....	47
5.4 Αρχές λειτουργίας.	47
5.5 Σχεσιασμός και βελτιστοποίηση μικροδικτύου.	53
5.5.1 Εισαγωγή δεδομένων της μελέτης.	54
5.5.2 Αποτελέσματα δεδομένων της μελέτης.	60
5.5.3 Βελτιστοποίηση.	62
5.5.4 Βέλτιστο σενάριο.	64
Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφία	71

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εισαγωγή	
Κεφάλαιο 1: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	
1.1 Διάγραμμα διεσπαρμένης παραγωγής με χρήση ΑΠΕ	03
1.2 Σχέδιο διασύνδεσης των Ελληνικών νησιών.	04
Κεφάλαιο 2:Μορφές ΑΠΕ	
2.1 Ηλιακό πάνελ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.	07
2.2 Καταγεγραμμένες μέγιστες αποδόσεις ηλιακών κελιών από 1976 εως τώρα. .08	
2.3 Παγκόσμια ακτινοβολία και ηλιακό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας.....	09
2.4 Αιολικό πάρκο αποτελούμενο από σειρά ανεμογεννητριών	10
2.5 Λειτουργικά κομμάτια της ανεμογεννήτριας.....	11
2.6 Αιολικό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας από την βάση δεδομένων ΡΑΕ.....	12
2.7 Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής βιομάζας τροφοδοτούμενη με στερεά απόβλητα	13
2.8 Γενική μορφολογία παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας.	14
2.9 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου	15
2.10 Διάγραμμα υδροηλεκτρικού σταθμού.	16
2.11 Eco Wave Power συστοιχία εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας	17
2.12 Διάφορες μορφές τεχνολογίας εκμετάλλευσης θαλάσσιας ενέργειας	18
2.13 Σύστημα Ωσμωτικής ενέργειας τρόπος λειτουργίας.....	19
Κεφάλαιο 3: Τίτλος.....	
3.1 Αρχιτεκτονική ελέγχου μικροδικτύων	24
3.2 Αρχιτεκτονική AC μικροδικτύων	25
3.3 Αρχιτεκτονική DC μικροδικτύων	26
3.4 Αρχιτεκτονική CERTS μικροδικτύου.....	29
3.5 Μικροδίκτυο Κύθνου.....	34
3.6 Δίκτυο CESI.....	34
3.7 Continuum Holiday Energy Park	35
Κεφάλαιο 4:Περιοχή μελέτης	
4.1 Το νησί.....	36
4.2 Σπηλιά Καλυψώς.	37
4.3 Οφάρος.....	38
4.2.1 Ηλεκτροπαραγωγή μη διασυνδεδεμένων νησιών.	39
4.3.1 Αιολικό δυναμικό του νησιού.	41

4.3.2 Ηλιοφάνεια του νησιού.....	41
4.3.3 Το προτεινόμενο σύστημα ΑΠΕ.....	41
4.3.4 Φιλικές για το περιβάλλον λύσεις.....	43
Κεφάλαιο 5: HOMER energy	
5.1.0 Λογότυπο Homer.....	44
5.1.1 Δεδομένα από προσομοίωση.....	45
5.2 Νεότερες εκδόσεις.....	45
5.3 Διάφορες περιπτώσεις που προσομοιώνει το HOMER.....	46
5.4 Επιτόκιο και διάρκεια ζωής έργου.....	48
5.4.1 Ωριαία επιλογή φορτίου.....	48
5.4.2 Μηνιαία επιλογή φορτίου.....	49
5.4.3 Μοντελοποίηση φορτίου παράδειγμα.....	49
5.4.4 Κόστος φωτοβολταϊκών.....	50
5.4.5 Φωτοβολταϊκό ηλιοφάνεια.....	50
5.4.6 Αιολικά κόστη.....	51
5.4.7 Αιολικό δυναμικό.....	51
5.4.8 Δεδομένα μετατροπαία.....	52
5.4.9 Μπαταρίες.....	52
5.5 Δημιουργία νέας μελέτης.....	54
5.5.1 Επιλογή περιοχής μελέτης.....	54
5.5.2 Εμφάνιση συντεταγμένων περιοχής μελέτης.....	55
5.5.3 Αιολικό δυναμικό περιοχής μελέτης.....	55
5.5.4 Ηλιοφάνεια περιοχής μελέτης.....	56
5.5.5 Επιλογή είδος φορτίου και μέγεθος.....	56
5.5.6 Ωριαίες και μηνιαίες μεταβολές φορτίου.....	57
5.5.7 Εισαγωγή συμβατικής μονάδας και τιμή καυσίμου.....	57
5.5.8 Εισαγωγή μονάδων ΑΠΕ.....	58
5.5.9 Εισαγωγή converter και μπαταριών.....	59
5.5.10 Διαδικασία προσομοίωσης.....	59
5.5.11 Κόστη στο υπάρχον δίκτυο.....	60
5.5.12 Ηλεκτροπαραγωγή της γεννήτριας πετρελαίου.....	61

5.5.13 Ρύποι της γεννήτριας πετρελαίου.....	61
5.5.14 Κόστη γεννήτριας πετρελαίουκαι φωτοβολταϊκών.....	62
5.5.15 Συμετοχή ηλεκτροπαραγωγής γενήτριας πετρελαίου και φωτοβολταϊκών ...	62
5.5.16 Ρύποι γεννήτριας πετρελαίου και φωτοβολταϊκών	63
5.5.17 Βέλτιστο σενάριο ωριαίες και μηνιαίες μεταβολές.....	64
5.5.18 Στοιχεία συστήματος κατά την διάρκεια έργου	64
5.5.19 Κόστη βέλτιστου σεναρίου συστήματος.....	65
5.5.20 Το βέλτιστο σενάριο μετά την τελική προσομοίωση.....	65
5.5.21 Συμετοχή κάθε ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας	66
5.5.22 Σύγκριση αρχικού και βέλτιστου σεναρίου	66
5.5.23 Ρύποι βέλτιστου σεναρίου.....	67
5.5.24 Το βέλτιστο σύστημα	67

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εισαγωγή	
Κεφάλαιο 4:Περιοχή μελέτης	
4.2.1 Πληροφορίες ενέργειας.....	40
Κεφάλαιο 5: HOMER Energy	
5.1 Πεδίο δράσης HOMER.....	47
5.2 Ηλεκτροπαραγωγή ΜΔΝ.....	53
5.3 Κόστη μετά την προσομοίωση	67

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος από την αρχαιότητα έως σήμερα βασίζεται στην χρήση ενέργειας. Στην αρχή αξιοποίησε τη θερμική ενέργεια από καύσιμες ύλες, έτσι κατασκεύασε τα πρώτα εργαλεία εξυπηρετώντας την ανάγκη της επιβίωσης. Με την πάροδο του χρόνου μετέτρεψε την θερμική ενέργεια σε μηχανική και κινητική όπως οχήματα και μηχανές εργοστασίων.

Φτάνοντας στο σύγχρονο πολιτισμό όπου βασίζεται πλέον στην ηλεκτρική ενέργεια σε πολλούς τομείς.

Η παραγωγή όμως της ηλεκτρικής ενέργειας για πολλά χρόνια προέρχεται από ορυκτά καύσιμα με αποτέλεσμα σήμερα να ανησυχούμε τόσο για τις επιπτώσεις στον ίδιο τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Για το λόγο αυτόν σήμερα βλέπουμε μια μεγαλειώδη εξελικτική πορεία ως προς την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που ίσως είναι μονόδρομος για μια καλύτερη ποιότητα ζωής και την ανεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, παρόλο την <<χαμηλή>> σχετικά απόδοση που ανεβάζει το κόστος.

Ο συνδυασμός όμως ορυκτών πηγών και ΑΠΕ, είναι αυτό που απασχολεί σήμερα τους επιστήμονες-σχεδιαστές τέτοιων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν φιλικά προς το περιβάλλον αλλά να καλύπτουν και την επάρκεια ηλεκτρικής ενέργειας ανά πάσα στιγμή με την καλύτερη οικονομοτεχνική λύση. Γ'αυτό αρκετές εταιρίες κατασκεύασαν λογισμικά προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούν οι σχεδιαστές ανά τον κόσμο για τον υπολογισμό ΣΗΕ. Ένα τέτοιο λογισμικό είναι και το HOMER, που θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα πτυχιακή. Ο σκοπός είναι να αναδείξουμε το συγκεκριμένο λογισμικό ως εργαλείο για την σχεδίαση αλλά και την βελτιστοποίηση ενός μικροδικτύου καθώς και την σπουδαιότητα του μαθήματος, Ενέργεια Οικονομία και Αγορές Ενέργειας που διδάσκετε από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Η εφαρμογή θα γίνει στο νησί των Οθωνών, ενός μικρού μη διασυνδεδεμένου νησιού αλλά με τους πόρους που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε και που θα αναλύσουμε παρακάτω.

Κεφάλαιο 1: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

1.1. Τι είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και συνεπώς την αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια, οδήγησε στην έρευνα και την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) θεωρούνται οι εναλλακτικές μορφές παραγωγής ενέργειας που συμβάλλουν στην απεξάρτηση της παραγωγής ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα, μειώνοντας παράλληλα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Καθοριστικό ρόλο στην ανάγκη εύρεσης νέων πηγών ενέργειας έχουν τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, τα οποία εξαντλούνται σταδιακά, δημιουργώντας παράλληλα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι ανθυγιεινές συνθήκες ζωής στα μεγάλα αστικά κέντρα. Είναι πλέον αποδεκτό πως για να καλυφθούν οι σύγχρονες ενεργειακές ανάγκες πρέπει να υπάρξει μία πολυμορφία στην ενεργειακή παραγωγή.

Έτσι οι μέθοδοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να προσανατολίζονται σε τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον, αλλά και να εξασφαλίζουν χαμηλό κόστος παραγωγής. Για τους παραπάνω λόγους, η ΕΕ [01] έθεσε νομοθεσία για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία έχει εξελιχθεί σημαντικά κατά τα τελευταία 15 έτη. Το 2009, οι ηγέτες της ΕΕ όρισαν ως στόχο έως το 2020 ένα μερίδιο 20% της κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Το 2018 ο στόχος έως το 2030 ορίστηκε σε μερίδιο 32% και τον Ιούλιο του 2021, προτάθηκε στους συννομοθέτες η αναθεώρηση του στόχου του 40 % έως το 2030 αν και προς το παρόν βρίσκεται ακόμα υπό συζήτηση.

1.2. Λόγοι χρήσης ΑΠΕ

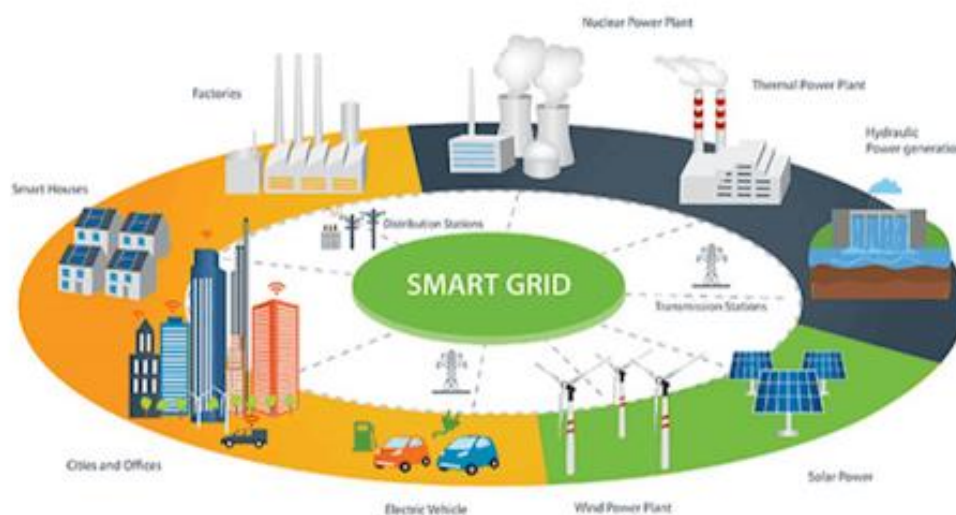
Ένας ακόμα λόγος ανάπτυξης των ΑΠΕ είναι η συμβολή τους στην γεωγραφικά διεσπαρμένη παραγωγή, μειώνοντας δραστικά τις απώλειες από τη μεταφορά της ενέργειας ενώ παράλληλα επιτρέπουν την παραγωγή σε δύσκολα προσβάσιμες περιοχές, όπως νησιά και περιοχές σε υψηλό υψόμετρο. Προβλήματα, όπως οι περιορισμοί διείσδυσης των ΑΠΕ σε ασθενή δίκτυα ή το υψηλό κόστος επένδυσης, μπορούν να ξεπεραστούν με αναβάθμιση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας και τη δημιουργία ελκυστικών οικονομικών επενδύσεων που βοηθάνε επίσης την τοπική οικονομία.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές, όπως οι γαιάνθρακες (π.χ. λιγνίτης) και το πετρέλαιο, οι ΑΠΕ θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες και η χρήση τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Ουσιαστικά, οι λόγοι για την χρήση των ΑΠΕ αντί των ορυκτών καυσίμων είναι:

- Τα ΑΠΕ θεωρούνται μια καθαρή πηγή ενέργειας.
- Σε σχέση με τα ορυκτά, δεν παράγουν απόβλητα.
- Δεν απαιτείται διανομή ενέργειας καθώς μπορούν να εγκατασταθούν τοπικά.
- Δεν εκπέμπονται αέρια φαινομένου θερμοκηπίου.

1.3. Τα οφέλη από μια εγκατάσταση ΑΠΕ

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη της διανεμημένης παραγωγή και αποτελεί απάντηση στα προβλήματα περιορισμού της ανάπτυξης των συστημάτων μεταφοράς, επιτυγχάνοντας την επέκταση των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο όπου υπάρχει σημαντική αύξηση ζήτησης.



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα διεσπαρμένης παραγωγής με χρήση ΑΠΕ (01:)

Ένας άλλος σημαντικός λόγος για την ανάπτυξη της διανεμημένης παραγωγής σχετίζεται με την ποιότητα και την αξιοπιστία της ηλεκτροδότησης, καθώς επίσης και η φιλικότητα της προς το περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικοί προβληματισμοί και οι αντίστοιχες πολιτικές προώθησης περιβαλλοντικά φιλικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής, αποτελούν σήμερα την κύρια κινητήρια δύναμη ανάπτυξης της διανεμημένης παραγωγής στην Ευρώπη.

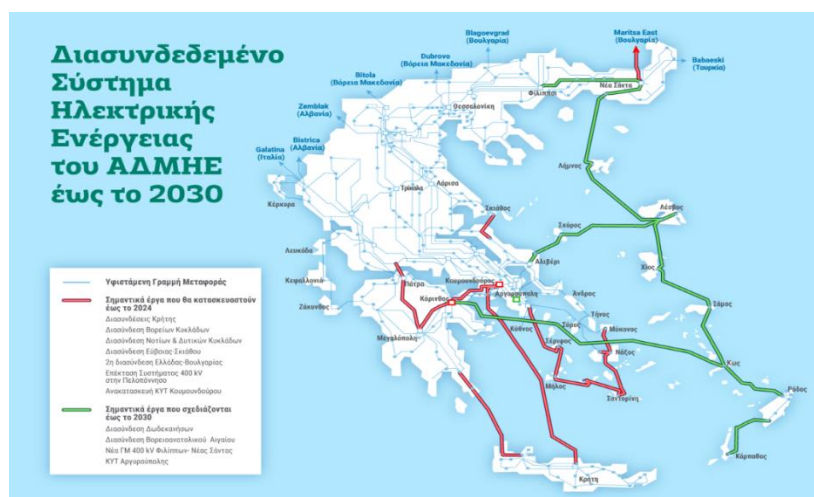
Οι απαιτήσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο που η Ελλάδα καλείται να ακολουθήσει, απαιτούν την χρήση συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής που να χρησιμοποιούν φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο και να έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης. Επίσης, το πρωτόκολλο επιβάλλει την αύξηση της συμμετοχής των

Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, οι οποίες, πλην των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών, αποτελούν συστήματα διανεμημένης παραγωγής.

Από επενδυτική σκοπιά είναι πρακτικά πιο εύκολο να βρεθούν τοποθεσίες για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και άλλες διεσπαρμένες παραγωγές από ότι για ένα μεγάλο, κεντρικό εργοστάσιο ισχύος και μάλιστα οι μονάδες αυτές είναι πιο εύκολο και κυρίως πιο γρήγορο να συνδεθούν στο δίκτυο. Η έκθεση και το ρίσκο του κεφαλαίου μειώνονται, και αποφεύγονται οι περιττές δαπάνες ενώ η παραγωγή της ενέργειας στην τοποθεσία στην οποία χρησιμοποιείται, ελαχιστοποιεί τις απώλειες μεταφοράς, όπως επίσης και το κόστος μεταφοράς, ένα σημαντικό μέρος (πάνω από 30%) του συνολικού κόστους του ηλεκτρισμού.

Η συνεχώς αυξανόμενη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών, αλλά και άλλων μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής, εκτός από την υψηλότερη απόδοση ενέργειας θα κάνει και πιο ασφαλή την παρεχόμενη ενέργεια. Με την αναβάθμιση του ρόλου της ΡΑΕ και τον περιορισμό της διάρκειας της σχετικής αδειο-δοτικής διαδικασίας, σε 2μήνες (από 10-12 μήνες) και την δημιουργία κινήτρων για την υλοποίηση έργων ΑΠΕ που δεν θα ενταχθούν σε κάποιο πρόγραμμα επιδότησης, ώστε να αποφευχθούν καθυστερήσεις, η τιμολόγηση τους θα γίνεται περισσότερο ορθολογική, εξασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα των επενδύσεων, δίχως κατασπατάληση πόρων.

Τα οφέλη όμως της εγκατάστασης των ΑΠΕ δεν περιορίζονται μόνο στους επενδυτές αλλά και στους πολίτες και την ίδια την χώρα. Η συμμετοχή των πολιτών στα άμεσα οφέλη των ΑΠΕ προέρχεται με την απευθείας απόδοση στους πολίτες μέρος των εσόδων για εγκατεστημένα ΑΠΕ στην περιοχή τους. Επίσης, ενισχύονται οι μικρές εγκαταστάσεις ΑΠΕ, δίνοντας τη δυνατότητα στον πολίτη που το επιθυμεί να έχει με απλές διαδικασίες και οικονομικά οφέλη, μία μονάδα ΑΠΕ στο σπίτι του.



Εικόνα 1.2: Σχέδιο διασύνδεσης των Ελληνικών νησιών(09:)

Για τη χώρα, εκπονείται άμεσα στρατηγικός σχεδιασμός διασυνδέσεων των νησιών, παύοντας τη λειτουργία σταθμών ακριβών και ρυπογόνων πετρελαϊκών καυσίμων και εκμηδενίζοντας την τοπική ρύπανση σε νησιά που σήμερα φιλοξενούν τοπικές

πετρελαϊκές μονάδες ενώ παράλληλα ενισχύεται η οικονομία, η ανάπτυξη και η ενεργειακή ασφάλεια της χώρας από τις επενδύσεις που θα προκύψουν στον τομέα των ΑΠΕ.

Ακόμα, η ανάπτυξη αυτή επιτρέπει την χώρα να ακολουθεί τον καθορισμό του εθνικού δεσμευτικού στόχου 20% για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην κάλυψη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2020 και 40% για τον ηλεκτρισμό, προστατεύοντας το περιβάλλον ενώ επιτυγχάνεται η πλήρης ανταπόκριση στις διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας και στις δεσμεύσεις της με βάση την κοινοτική οδηγία.

1.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα ΑΠΕ

Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Μειονεκτήματα

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Κεφάλαιο 2: Μορφές ΑΠΕ

Οι διάφορες μορφές των ΑΠΕ αποτελούν την βάση του μοντέλου της ενεργειακής και οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και συχνά μελετούνται ως λύση στο πρόβλημα της εξάντλησης των φυσικών αποθεμάτων της γης σε ορυκτά καύσιμα.

2.1. Ηλιακή ενέργεια

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιου είδους ενέργειας είναι το φως (φωτεινή ενέργεια), η θερμότητα και διάφορες μορφές ηλιακής ακτινοβολίας. Καθώς αυτού του είδους ενέργεια προέρχεται από τον ήλιο, θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητη και ως εκ τούτου η εκμετάλλευση της δεν έχει αποθεματικούς περιορισμούς.



Εικόνα 2.1: Ηλιακό Πάνελ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(11:)

Οι τρεις βασικές κατηγορίες εφαρμογών ηλιακής ενέργειας είναι:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα
- Ηλιοθερμικά ή ενεργητικά ηλιακά συστήματα
- Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τόσο τα παθητικά όσο και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, εκμεταλλεύονται την θερμότητα της ηλιακής ενέργειας για την διαχείριση πλήθους εφαρμογών ψύξης και θέρμανσης, σε οικιακό αλλά και σε βιομηχανικό επίπεδο. Ενώ, στην περίπτωση των

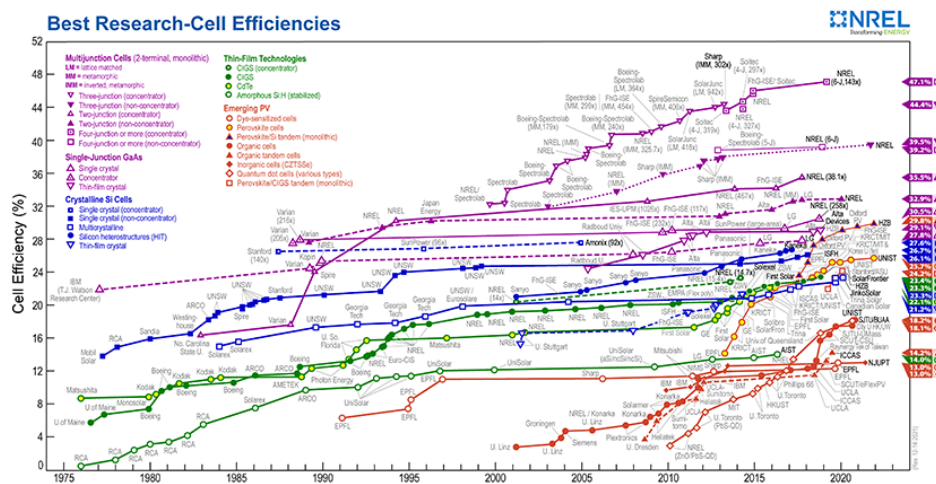
φωτοβολταϊκών συστημάτων, κύριος στόχος είναι η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Με βάση την Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας EBHE [15], οι εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται ως εξής:

- Ηλιακός θερμοσίφοντας
- Ηλιακά συστήματα με αντλία
- Ηλιακή θέρμανση
- Ηλιακή Ψύξη
- Ηλιακή Τηλεθέρμανση
- Βιομηχανικές εφαρμογές

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων, όπως αναφέρεται στον οδηγό μελέτης και υλοποίησης φωτοβολταϊκών έργων του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) του τμήματος κεντρικής Μακεδονίας (ΤΕΕ – ΤΚΜ) [15], τα σημαντικότερα στοιχεία ενός ηλιακού κελιού είναι δύο στρώματα ημιαγωγικού υλικού τα οποία αποτελούνται από κρυστάλλους πυριτίου. Αν και το κρυσταλλικό πυρίτιο δεν είναι πολύ καλός αγωγός ηλεκτρισμού, με τις κατάλληλες προσμίξεις, δημιουργούνται προϋποθέσεις για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Τα ηλιακά κελιά έχουν συνήθως δυνατότητα παραγωγής πολύ μικρής ισχύος και για τις ανάγκες παραγωγής ενέργειας ενώνονται ηλεκτρικά σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα τις ανάγκες του προς κατασκευή φωτοβολταϊκού πάνελ. Η απόδοση των ηλιακών κελιών που εκφράζεται ως το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μπορούν να μετατρέψουν σε ηλεκτρική, εξαρτάται από την τεχνολογία των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή τους.

Αν και στο εμπόριο η τυπική μέγιστη απόδοση των ηλιακών κελιών είναι της τάξης του 17 με 19%, σε ερευνητικό επίπεδο με βάση το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL) [13] αναφέρονται αποδόσεις που φτάνουν έως και 47% το 2020.

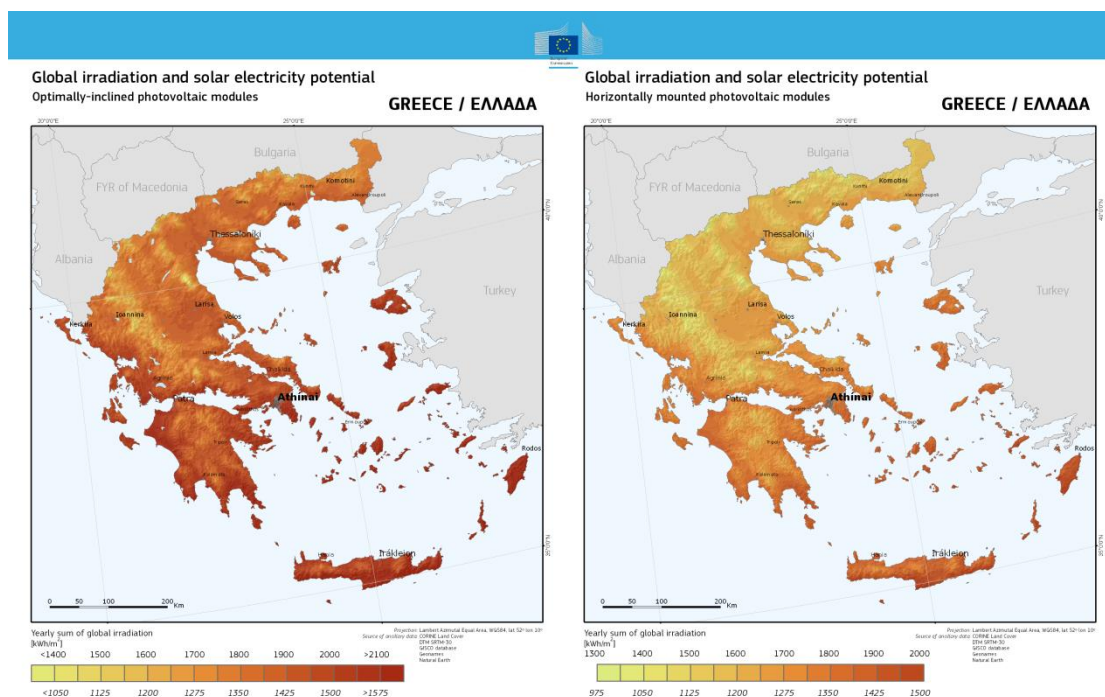


Εικόνα 2.2: Καταγεγραμμένες μέγιστες αποδόσεις ηλιακών κελιών από το 1976 ως τώρα(13:)

Η πραγματική ενεργειακή απολαβή των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, που εκτός της τεχνολογίας που έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των κελιών, περιλαμβάνει επίσης και στοιχεία όπως το μέρος που πρόκειται να εγκατασταθούν. Σχετικά με το σημείο εγκατάστασης τους, ενδιαφέρον έχει ο προσανατολισμός τους, η κλίση του πάνελ σε σχέση με τον ορίζοντα, οι καιρικές συνθήκες της περιοχής μέχρι και οι θερμοκρασίες της περιοχής.

Για τα ελληνικά δεδομένα, μια τυπική μέση χαρακτηριστική κλίση είναι αυτή των 30 μοιρών για συστήματα που έχουν σταθερή βάση ενώ για μεγιστοποίηση της ενεργειακής απολαβής ως προς την κλίση των πάνελ μπορούν να τοποθετηθούν βάσεις με δυνατότητα κίνησης, αναγκάζοντας τα φωτοβολταϊκά πάνελ να ακολουθούν καθημερινά την πορεία του ηλίου από την ανατολή ως την δύση.

Με την βοήθεια του προγράμματος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Photovoltaic Geographical Information System» (PVGIS) [11] και της μεγάλης βάσης δεδομένων του, παράχθηκαν οι παρακάτω χάρτες. Στους χάρτες αυτούς φαίνεται το ηλιακό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία για όλη την Ελλάδα.



Εικόνα 2.3: Παγκόσμια ακτινοβολία και ηλιακό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας σε βέλτιστη γωνία και σε οριζόντιο επίπεδο(11:)

Μέσω αυτών προκύπτει μια μέση εκτίμηση της ενεργειακής απολαβής της τάξεως των 1150 με 1500kWh/kWp, με μέγιστες τιμές να σημειώνονται στην Κρήτη και τα Δωδεκάνησα και την χαμηλότερες τιμές να σημειώνονται σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Ακόμα, συγκρίνοντας τους δύο χάρτες φαίνεται έντονα η διαφορά που έχει στην απόδοση η σωστή γωνία και θέση των φωτοβολταϊκών.

2.2. Αιολική ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου που βρίσκεται σε αφθονία, αποκεντρωμένα και δωρεάν γύρω μας. Ο άνεμος θεωρείται μια διακοπτόμενη μη ελεγχόμενη πηγή ενέργειας και συνεπώς παρέχει μεταβλητή ισχύ. Η ισχύς αυτή είναι σχετικά σταθερή (χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις) στο σύνολο της από έτος σε έτος, αλλά ποικίλλει σε μικρότερα χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 2.4: Αιολικό πάρκο αποτελούμενο από σειρά ανεμογεννητριών(10:)

Με βάση την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) [10], οι ανεμογεννήτριες είναι συσκευές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου, σε ηλεκτρισμό. Πολλές ανεμογεννήτριες μαζί αποτελούν ένα αιολικό πάρκο και είναι συνδεδεμένα για να τροφοδοτούν με ενέργεια το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο. Τυπικά, οι ανεμογεννήτριες συναντιόνται στην στεριά, αλλά σε αρκετά μέρη του κόσμου, όπως στη βόρεια Ευρώπη, υπάρχουν ανεμογεννήτριες και στην θάλασσα.

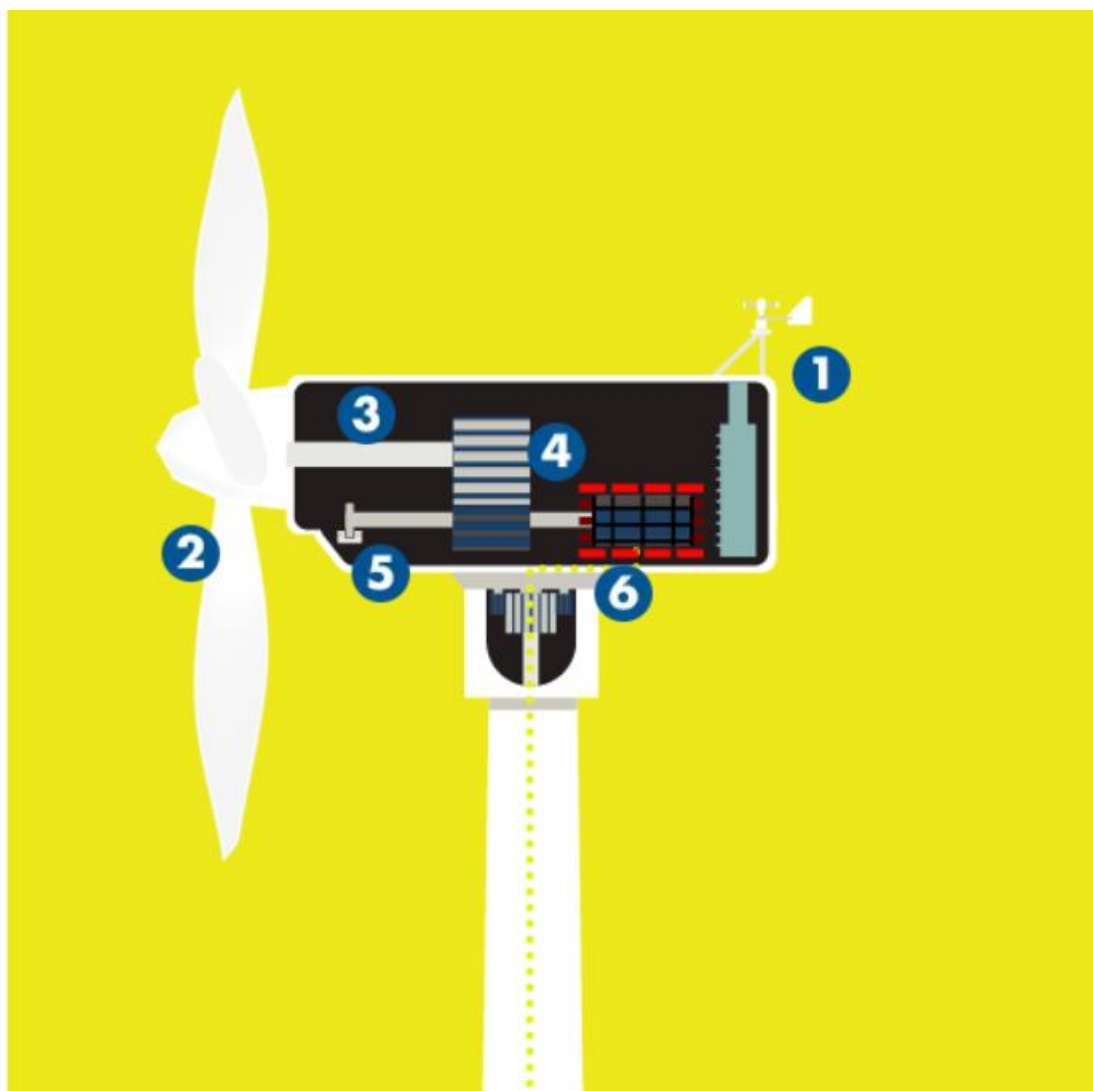
Ακόμα, οι ανεμογεννήτριες ποικίλουν ανάλογα το σχήμα, το μέγεθος και της ισχύος τους, με το πιο σύνηθες να είναι εκείνο με τα τρία πτερύγια τοποθετημένα σε οριζόντιο άξονα, με την ισχύ να κυμαίνεται από μερικά kW ως 12 MW. Αναλύοντας τον τρόπο λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας, υπάρχει ένας ανεμοδείκτης στην κορυφή της ανεμογεννήτριας ο οποίος υποδεικνύει την κατεύθυνση του αέρα (1 Εικόνα 2.5).

Για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου και ανάλογα με την ταχύτητα και την κατεύθυνση του, η ανεμογεννήτρια περιστρέφεται πάνω στον πυλώνα – βάση της, ώστε να «κοιτάει» τον άνεμο, ώστε τα πτερύγια της (2 Εικόνα 2.5) να

περιστρέφονται στον άξονά τους ώστε να δημιουργήσουν την μεγαλύτερη δυνατή αντίσταση στον αέρα.

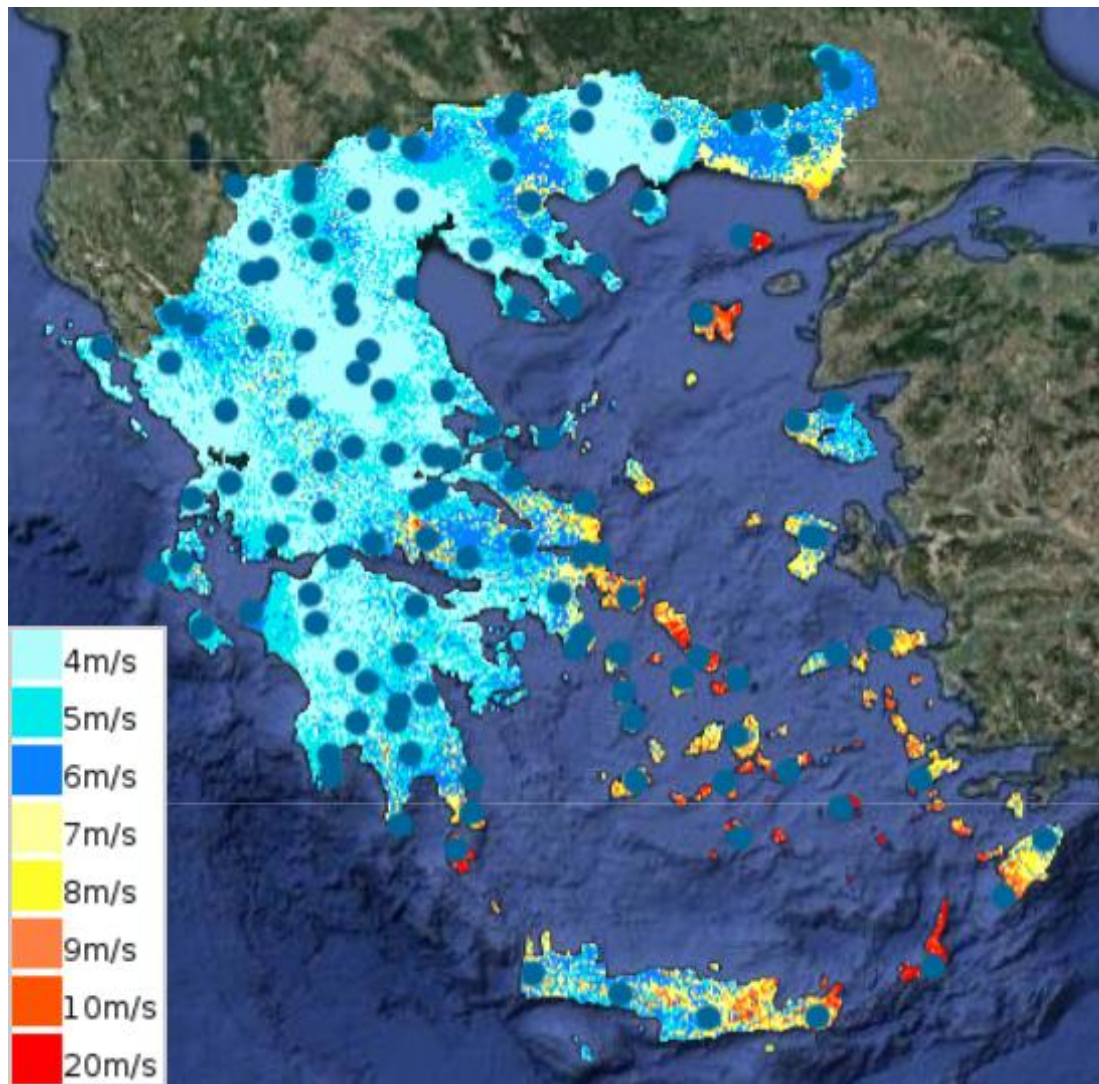
Ο άνεμος ξεκινά να περιστρέφει τα πτερύγια τα οποία είναι συνδεδεμένα μέσω της πλήμνης με έναν άξονα χαμηλής ταχύτητας (3 Εικόνα 2.5) στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας. Ο άξονας χαμηλής ταχύτητας περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα όπως τα πτερύγια (7-12 περιστροφές ανά λεπτό), ενώ απαιτείται πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής ώστε να παραχθεί ρεύμα από μια γεννήτρια.

Για αυτό το λόγο, οι περισσότερες ανεμογεννήτριες έχουν κιβώτιο ταχυτήτων (4 Εικόνα 2.5), το οποίο πολλαπλασιάζει την ταχύτητα περιστροφής του άξονα χαμηλής ταχύτητας έως και 100 φορές περισσότερο στον άξονα υψηλής ταχύτητας (5 Εικόνα 2.5), ο οποίος έτσι μπορεί να περιστρέφεται έως και 1500 φορές ανά λεπτό. Ο άξονας υψηλής ταχύτητας συνδέεται με μια γεννήτρια (6 Εικόνα 5.5), η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του άξονα σε ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 2.5: Λειτουργικά κομμάτια της ανεμογεννήτριας(10:)

Με την βοήθεια του διαθέσιμου γεωπληροφοριακού χάρτη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) και της βάσης δεδομένων Αιολικού Δυναμικού [12], παράχθηκαν οι παρακάτω χάρτες, στους οποίους φαίνεται το ετήσιο δυναμικό αιολικής ενέργειας σε όλη την επικράτεια της Ελλάδας.



Εικόνα 2.6: Αιολικό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας από την βάση δεδομένων της ΡΑΕ(12:)

Μέσω αυτών προκύπτει μια μέση εκτίμηση της ταχύτητας του ανέμου της τάξεως των 4 με 5m/s για το μεγαλύτερο κομμάτι της χώρας, με μέγιστες τιμές να σημειώνονται στην Κρήτη, τα Δωδεκάνησα, μέρος της Θράκης και της Στερεάς Ελλάδας. και την χαμηλότερες τιμές να σημειώνονται σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας, πλην όμως των πολύ ορεινών σημείων που φτάνουν ετήσια τιμή τα 6 m/s.

2.3. Βιομάζα

Βιομάζα είναι η μάζα βιολογικών υλικών που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς και από βιολογικούς μετασχηματισμούς ύλης, θεωρείται ανανεώσιμη καθώς μετασχηματίζεται, δηλαδή καταστρέφεται και αναδημιουργείται. Η βιομάζα βρίσκει πολλές εφαρμογές, όπως: χρήση σε υλικά κατασκευών, παραγωγή ζωοτροφών, παραγωγή λιπασμάτων, αλλά και παραγωγή ενέργειας.



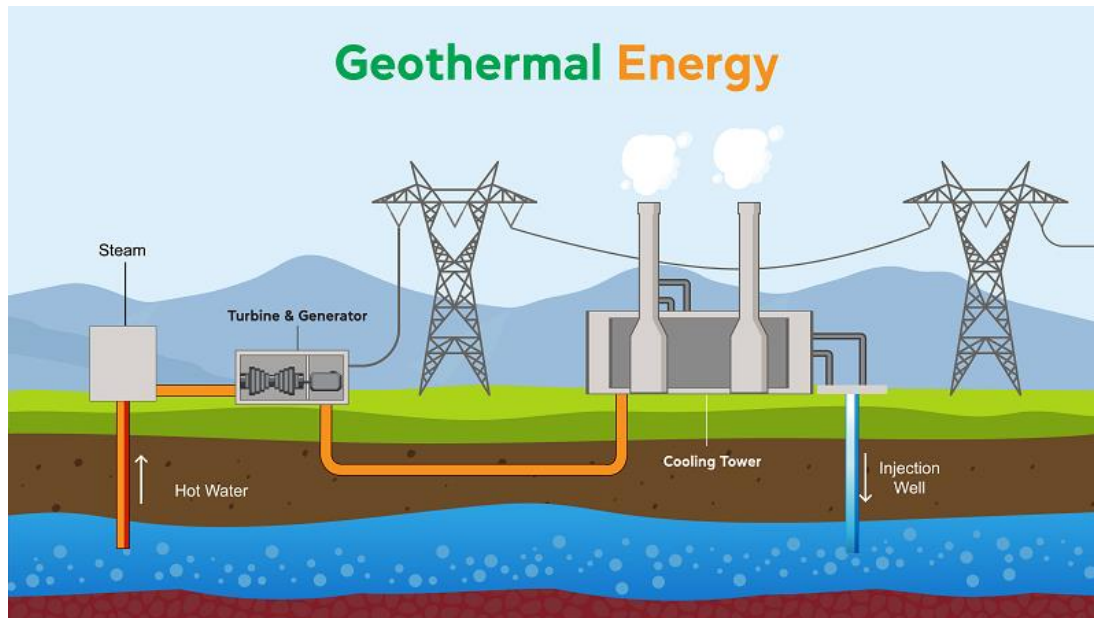
Εικόνα 2.7: Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής βιομάζας τροφοδοτούμενη με στερεά απόβλητα εργοστασίου χαρτιού στην Ισπανία(08:)

Μία μορφή αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή βιοαερίου ή biodiesel και στη συνέχεια η καύση του σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή και μικροτουρμπίνες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η βιομάζα για παραγωγή ενέργειας κατατάσσεται σε διάφορες κατηγορίες, όπως:

- Ξυλώδης βιομάζα
- Μη ξυλώδης βιομάζα
- Απόβλητα ζώων και ανθρώπων
- Προϊόντα βιολογικού καθαρισμού.

2.4. Γεωθερμική ενέργεια

Στην επίσημη σελίδα του υπουργείου περιβάλλοντος και ενέργειας [07], η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως μια ήπια και ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, που παράγεται από την εκμετάλλευση του υπόγειου γεωθερμικού δυναμικού. Έχει ελάχιστο έως μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να παράγει θερμική είτε / και ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 2.8: Γενική μορφολογία παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας(07:)

Βασικές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως αφορούν στη θέρμανση θερμοκηπίων και υδατοκαλλιεργειών, ξήρανση γεωργικών προϊόντων, αφαλάτωση νερού για την κάλυψη ύδρευσης, άλλες ήπιες βιομηχανικές χρήσεις αλλά και για τηλεθέρμανση κτιρίων, οικισμών, χωριών ή και πόλεων.

Οι μονάδες παραγωγής από γεωθερμία είναι ουσιαστικά ατμοστρόβιλοι και λειτουργούν ως μονάδες βάσης. Οι εγκαταστάσεις τους, χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος εγκατάστασης και χαμηλό κόστος παραγωγής. Οι γεωθερμικές πηγές που υπάρχουν διαθέσιμες στον κόσμο διακρίνονται σε:

- Υδροθερμικές με νερό
- Υδροθερμικές με ατμό
- Πετροθερμικές
- Γεωπιεστικές

2.5. Υδραυλική ενέργεια

Υδραυλική ενέργεια είναι η ενέργεια που αποταμιεύεται ως δυναμική ενέργεια μέσα σε βαρυντικό πεδίο με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά από τη συνέχιση της ροής του ελεύθερου νερού, και αποδίδεται ως κινητική μέσω της υδατόπτωσης. Η κινητική ενέργεια, στη συνέχεια, μπορεί είτε να χρησιμοποιείται αυτούσια επιτόπου (π.χ. νερόμυλοι), είτε να μετατρέπεται σε ηλεκτρική ή άλλη μορφή ενέργειας που αποθηκεύονται, ώστε τελικά να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις.



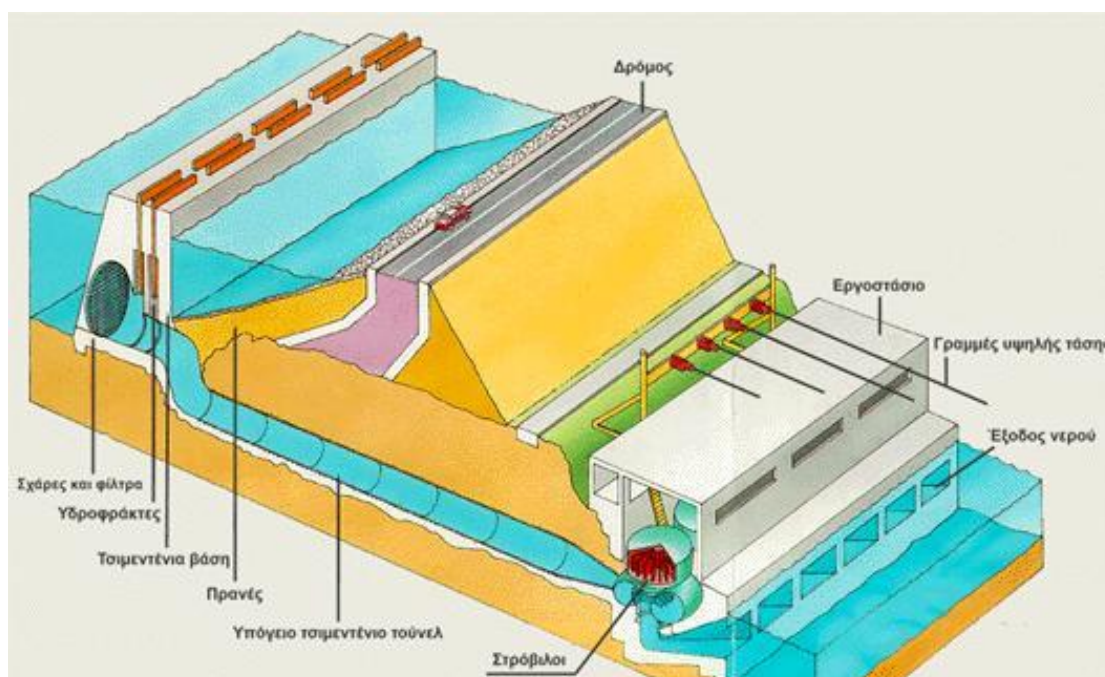
Εικόνα 2.9: Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου(04:)

Μία μέθοδος αξιοποίησης της υδραυλικής ενέργειας είναι μέσω της υδροσυμπίεσης πεπιεσμένου αέρα. Σε αυτή την περίπτωση αναμιγνύεται σκόπιμα μια στήλη νερού με φυσαλίδες αέρα που επιδρά μέσω στροβιλισμού ή με μειωμένη πίεση και έτσι, με πτώση κάτω από έναν άξονα, ο συμπιεσμένος αέρας χωρίζεται από το νερό και παγιδεύεται. Η πτώση της στήλης νερού από ύψος διατηρεί τη συμπίεση του αέρα στην κορυφή του θαλάμου, ενώ μια έξοδος, βυθισμένη κάτω από τη στάθμη του νερού στο θάλαμο επιτρέπει στο νερό να ρέει στην επιφάνεια σε χαμηλότερο επίπεδο από την είσοδο. Μια ξεχωριστή έξοδος στην οροφή του θαλάμου τροφοδοτεί τον πεπεισμένο αέρα σε μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Μια άλλη μέθοδος είναι ο υδροηλεκτρισμός όπου στην περίπτωση αυτή, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας μπορούν να περιλαμβάνουν μια δεξαμενή (που γενικά δημιουργείται από ένα φράγμα) για την εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού που πέφτει ή μπορεί να χρησιμοποιούν την φυσική κινητική ενέργεια του νερού σε

ποταμούς. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια ποικίλλουν σε μέγεθος από μικρά κοινοτικά μεγέθη (μικρό υδροηλεκτρικά) έως πολύ μεγάλα εργοστάσια.

Ακόμα, η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση ενέργειας με τη μορφή δυναμικής ενέργειας μεταξύ δεξαμενών σε διαφορετικά συστήματα υδροηλεκτρικής αποθήκευσης. Το νερό αντλείται ανηφορικά σε δεξαμενές κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης για απελευθέρωση, ενώ όταν η ζήτηση είναι υψηλή, για παραγωγή.



Εικόνα 2.10: Διάγραμμα υδροηλεκτρικού σταθμού(04:)

Τα μικρά υδροηλεκτρικά σε αντίθεση με τα μεγάλα, μπορούν να κατασκευαστούν σε μικρότερο χρονικό διάστημα και με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ένας μεγάλος ΥΗΣ συνήθως υπερδιαστασιολογείται, με σκοπό τη μεγαλύτερη δυνατή κάλυψη των αιχμών ζήτησης, γεγονός που αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ και μικρότερες τιμές του συντελεστή φορτίου. Αποτέλεσμα τούτου είναι η διόγκωση των έργων πολιτικού μηχανικού και επομένως σημαντική επιβάρυνση του κόστους του έργου.

Αντιθέτως, ένα μικρό ΥΗΕ δε δύναται να ανακουφίζει τις αιχμές ισχύος και για το λόγο αυτό η διαστασιολόγησή του γίνεται με βάση την οικονομική βιωσιμότητα. Οι γεννήτριες που χρησιμοποιούνται τις περισσότερες φορές είναι συνήθως σύγχρονες με έκτυπους πόλους και χαμηλή ταχύτητα περιστροφής αν και σε εγκαταστάσεις μικρότερης ισχύος χρησιμοποιούνται και ασύγχρονες. Άλλες μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνουν γεννήτριες παλιρροιακού ρεύματος που κίνηση από την παλίρροια που παράγεται από ωκεανούς, ποτάμια και ανθρωπογενή κανάλια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

2.6. Θαλάσσια ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια αξιοποιείται τόσο με βάση την παλιρροϊκή ενέργεια όσο και την κυματική. Η τεχνολογία που απαιτείται για να μετατραπεί η παλιρροϊκή ενέργεια σε ηλεκτρισμό μοιάζει πολύ με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε παραδοσιακά υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Η ενέργεια από την παλίρροια είναι προβλέψιμη στις τοποθεσίες στις οποίες υπάρχει αξιόλογο δυναμικό. Βασικό μειονέκτημα της είναι πολύ λίγες τέτοιες τοποθεσίες και το γεγονός ότι μέσα στη διάρκεια της ημέρας, το χρονικό διάστημα λειτουργίας δεν υπερβαίνει τις 10 ώρες.



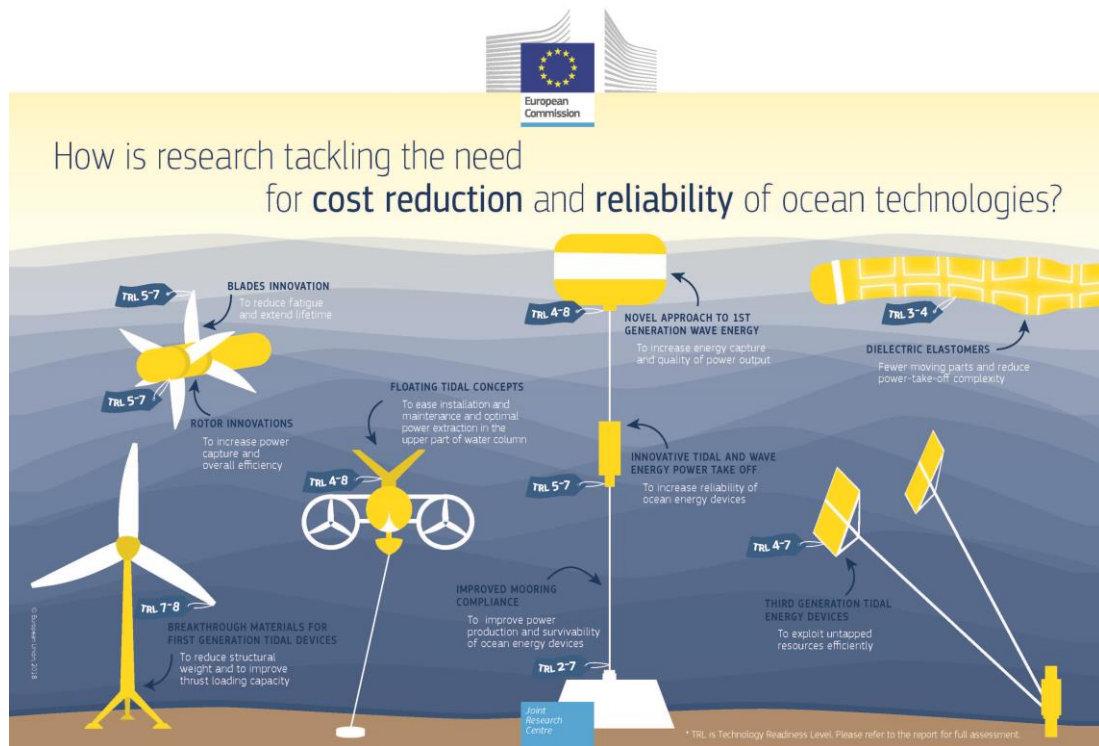
Εικόνα 2.11: Eco Wave Power συστοιχία εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας(05:)

Στην περίπτωση της κυματικής ενέργειας, η παραγωγή εξαρτάται από την δύναμη των κυμάτων με αποτέλεσμα να παρουσιάζει διακυμάνσεις από μέρα σε μέρα και από ώρα σε ώρα. Η επιλογή των τοποθεσιών απαιτεί περιοχές με έντονο και επαναλαμβανόμενο κυματισμό, αρκετές φορές το έτος.

Σε μελέτη του επιστημονικού κέντρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής τον Οκτώβριο του 2018 [06] σχετικά με νέες τεχνολογίες στον τομέα της θαλάσσιας ενέργειας έγινε αναφορά στην ταχύτητα ανάπτυξης των τεχνολογιών τόσο για την παλιρροϊκή ενέργεια όσο και την κυματική ενέργεια.

- Η πρώτη γενιά μετατροπέων παλιρροιακής ενέργειας έχει φτάσει στο προεμπορικό στάδιο με συνολική εγκατεστημένη ισχύ περίπου 12 MW στην Ευρώπη και η ταχύτητα ανάπτυξης της είναι μέτρια (περίπου 10 έτη).
- Οι πλωτές παλιρροϊκές συσκευές δεν απαιτούν βαριά και δαπανηρά συστήματα θεμελίωσης και έτσι η ταχύτητα της ανάπτυξης της τεχνολογίας είναι μέτρια/γρήγορη (που σημαίνει μεταξύ 5 έως 15 ετών), με ορισμένες πλωτές παλιρροϊκές πλατφόρμες ήδη σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης.
- Οι μετατροπείς παλιρροιακής ενέργειας τρίτης γενιάς εξάγουν ενέργεια από την παλιρροιακή ροή του νερού χρησιμοποιώντας πανιά, χαρταετούς ή την

προσομοίωση της κίνησης κολύμβησης ψαριών, με την ταχύτητα ανάπτυξης τους να είναι μέτρια/γρήγορη.



Εικόνα 2.12: Διάφορες μορφές τεχνολογίας εκμετάλλευσης θαλάσσιας ενέργειας(06:)

Όσον αφορά την ενέργεια των κυμάτων, η διαθεσιμότητα των εγκαταστάσεων δοκιμών και των νέων υπολογιστικών εργαλείων καθιστούν την έρευνα πιο προσιτή, ανοίγοντας νέες ευκαιρίες για νέες προσεγγίσεις στις έννοιες της πρώτης γενιάς κυματικής ενέργειας. Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και των αλγόριθμων μάθησης, η ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών σχεδίων ενισχύει την ταχύτητα ανάπτυξης που ως τώρα είναι μεσαία προς αργή.

Οι νέες έννοιες της κυματικής ενέργειας εκμεταλλεύονται την ευελιξία υλικών και τις τροχιακές ταχύτητες των σωματιδίων του νερού για την μετατροπή της κυματική ισχύος σε ηλεκτρική ενέργεια. Χαρακτηρίζονται από μια συνολική απλότητα σχεδιασμού σε σύγκριση με συσκευές πρώτης γενιάς κυματικής ενέργειας. Ωστόσο, βρίσκονται σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης, χωρίς να έχει εγκατασταθεί συσκευή σε πραγματική θάλασσα και η μέγιστη ονομαστική ισχύς για αυτές τις συσκευές δεν έχει ακόμη προσδιοριστεί.

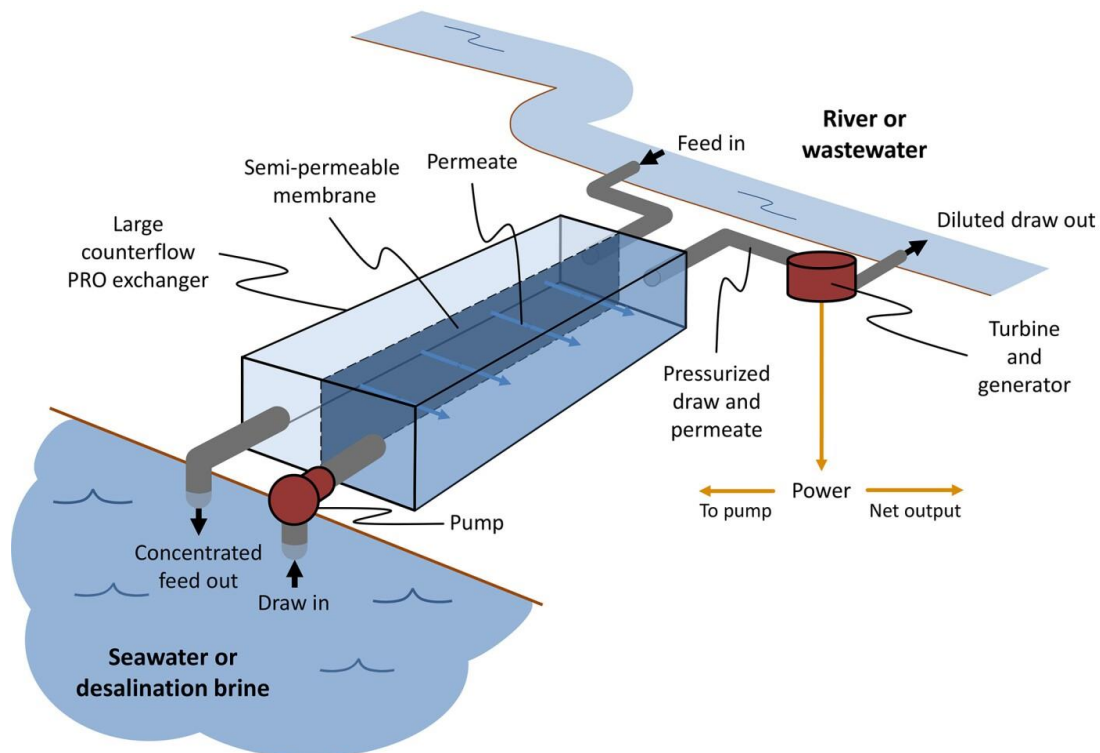
Τα συστήματα παραγωγής ενέργειας από κύματα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες:

- Συσκευές στην ακτή (Shoreline devices), με παράδειγμα την εγκατάσταση στο νησί Islay στη Σκωτία, με πειραματική διάταξη ισχύος 75 kW.

- Συσκευές κοντά στην ακτή (Nearshore devices) σε μέτρια βάθη νερών (20 –25 μέτρα), σε αποστάσεις μέχρι 500 μέτρα από την ακτή.
- Συσκευές σε απόσταση από την ακτή (Offshore devices), εκμεταλλεύονται το δυναμικό των κυμάτων σε βαθιά νερά.

2.7. Ωσμωτική ενέργεια

Ωσμωτική είναι η διαθέσιμη ενέργεια από τη διαφορά στη συγκέντρωση αλατιού μεταξύ του θαλασσινού νερού και του νερού του ποταμού. Δύο πρακτικές μέθοδοι για αυτό είναι η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (RED) και η όσμωση καθυστερημένης πίεσης (PRO). Εξαρτώνται από μια ημιπερατή μεμβράνη που είναι επιλεκτική ως προς τη διαπερατότητά της, δηλαδή μόνο συγκεκριμένες ουσίες μπορούν να περάσουν από τη μεμβράνη. Η τεχνολογία RED καθώς και η PRO βρίσκονται σε φάση έρευνας και ανάπτυξης με κύριο εμπόδιο να είναι το κόστος της μεμβράνης.



Εικόνα 2.13: Σύστημα Ωσμωτικής ενέργειας τρόπος λειτουργίας(02:)

Στην επίσημη σελίδα του περιβαλλοντικού προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών [03] αναφέρεται ότι, η όσμωση καθυστερημένης πίεσης (PRO) χρησιμοποιεί την επιλεκτική διάχυση νερού σε μια μεμβράνη προκειμένου να συμπιέσει το θαλασσινό νερό. Το γλυκό νερό και το θαλασσινό νερό τοποθετούνται και στις δύο πλευρές μιας μεμβράνης και η πλευρά του θαλασσινού νερού είναι υπό πίεση. Καθώς η πλευρά του θαλασσινού νερού αυξάνεται σε πίεση και μειώνεται η αλατότητα, μέρος του νερού εκκενώνεται μέσω ενός στροβίλου ενώ το υπόλοιπο τοποθετείται σε έναν εναλλάκτη πίεσης για να πιέσει το εισερχόμενο θαλασσινό νερό. Στην περίπτωση της αντίστροφης ηλεκτροδιάλυσης (RED) επιλέγεται μια μεμβράνη που χρησιμοποιεί

ηλεκτροχημική αντίδραση αντί οσμωτικής πίεσης. Η μορφή της συσκευής είναι μια στοιβαγμένη σειρά μεμβρανών, οι μισές από τις οποίες είναι διαπερατές από νάτριο και οι άλλες από χλώριο, με το θαλασσινό και το γλυκό νερό να ρέουν εναλλάξ μεταξύ κάθε ζεύγους μεμβρανών.

Κεφάλαιο 3: Μικροδίκτυα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

3.1. Λίγα λόγια για τα μικροδίκτυα

Στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής θα εξετάσουμε κυρίως τα μικροδίκτυα όλων των ειδών καθώς και τα πλεονεκτήματα του καθενός έναντι του άλλου. Τα μικροδίκτυα είναι κυρίως μικρά σε έκταση δίκτυα, ημιαυτόνομα σε σχέση με τα γειτονικά δίκτυα, τις μονάδες παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας. Η μικρότερη μονάδα μικροδικτύου είναι το νανοδίκτυο. Συνδέονται κυρίως στην χαμηλή τάση και αποτελούν συμπληρωματικό κομμάτι του κυρίως δικτύου. Ένα μικροδίκτυο είναι ικανό να λειτουργήσει και ενεργητικά και παθητικά ως ένα κομμάτι διευρυνμένου δικτύου. Στο άμεσο μέλλον τα μικροδίκτυα αποτελούν τεράστιο πεδίο έρευνας και ανάπτυξης ως προς τον καλύτερο έλεγχο της παραγόμενης ή καταναλισκόμενης ενέργειας (ενεργητικό ή παθητικό ρόλο μικροδικτύου). Στην κατασκευή ενός μικροδικτύου λαμβάνουμε υπόψη τους εκμεταλλεύσιμους πόρους και κυρίως το κόστος εγκατάστασης, συντήρησης, συνεπώς την βιωσιμότητα του έργου και την απόσβεση μακροχρόνια. Κανένα μικροδίκτυο δεν είναι ικανό να λειτουργήσει αυτόνομα διότι συνήθως συνεισφέρει ενέργεια και δεν καλύπτει το ολικό φορτίο της ισχύος. Σημαντικός παράγοντας για την βέλτιστη λειτουργία είναι οι καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες.[26]

Στο σήμερα οι νέες καινοτόμες τεχνολογίες υπόσχονται καλύτερη διαχείριση στα μεταβατικά φαινόμενα κυρίως τις ώρες αιχμής. Σημαντικά φαινόμενα στην αύξηση της ισχύος εμφανίζονται τις πρωινές και τις μεσημεριανές ώρες ιδίως κατά την εισχώρηση οικιακών συσκευών και κινητήρων στο συνολικό δίκτυο. Οι μορφές ποικίλουν με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται σε υπερπυκνωτές, υπεραγωγία πηνία, flywheels ή συμπιεστών με την μορφή δυναμικής ενέργειας κάτι το οποίο στην αλλαγή της μορφής ενέργειας θα επιφέρει επιπλέον απώλειες.

Εν κατακλείδι η ορθότερη και αξιόπιστη λειτουργία ενός μικροδικτύου συμβάλλει σημαντικά στην συμπαραγωγή ενέργειας καθώς και στην ομαλότερη διαχείριση κυρίως της άεργου ισχύος.

3.2. Μικροδίκτυα ως βάση διεσπαρμένων συστημάτων

Ένα κλασικό μικροδίκτυο αποτελείται από αρκετές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σχεδιασμός ενός microgrid είναι δεν συνάδει με το κυρίως δίκτυο, ωστόσο υπάρχει σύνδεση με αυτό, με σκοπό την ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνήθεις πηγές ενέργειας μικροδικτύου:

- γεννήτριες ντίζελ ή φυσικού αερίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- ανεμογεννήτριες
- φωτοβολταϊκά
- κυψέλες καυσίμου
- γεωθερμικοί σταθμοί
- ηλιοθερμικοί σταθμοί
- υδροηλεκτρικά

Τα μικροδίκτυα αναπτύσσονται μόνο εκεί όπου υπάρχει διαθέσιμη μία από τις παραπάνω φυσικές πηγές ενέργειας. Η κλίμακα σε έκταση του μικροδικτύου διαφέρει, από ένα σπίτι που συμπαράγει ηλεκτρική ενέργεια από ένα σύστημα φωτοβολταϊκών, ένα δημόσιο κτίριο που χρησιμοποιεί κυψέλες καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι και ένα νησί όπως στην δική μας περίπτωση που τροφοδοτείται από σταθμούς βιομάζας, γεννήτριες και αιολικές συνεισφορές. Μία συμπαραγωγή όλων αυτών και ανανεώσιμων πηγών, θα δώσει την δυνατότητα στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο μικροδίκτυο ανταγωνιστικότερη.

Στην παράλληλη λειτουργία μικροδικτύου και ενός ευρύτερου δικτύου δίνεται η δυνατότητα ανταλλαγής ενέργειας μεταξύ τους. Σε περίπτωση διακοπής της συνδεδεμένης λειτουργίας είναι δυνατή η σίγουρη τροφοδότηση των φορτίων από τις δικές του μονάδες σε περίπτωση κατάρρευσης του δικτύου κεντρικής παροχής. Η καλή λειτουργία του μικροδικτύου δίνει την δυνατότητα πέρα από την κάλυψη των αναγκών σε ενεργό και άεργο ισχύ, αλλά και τη αδιάκοπη ρύθμιση της τάσεως και της συχνότητας του ευρύτερου δικτύου. Ταυτόχρονα θα πρέπει να περιέχει όλες τα μέσα προστασίας από βραχυκυκλώματα ή διαρροές.

Λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή ισχύ των πλεονάζουσων μονάδων ενός μικροδικτύου, η παραγωγή, διανομή και μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδανικότερο να γίνεται στην χαμηλή τάση καθώς οι αποστάσεις που απαιτούνται για την μεταφορά είναι μηδαμινές. Το μέγεθος των μονάδων παραγωγής του μικροδικτύου σε συνάρτηση με τα φορτία που είναι συνδεδεμένα σε αυτό καθορίζει τον τρόπο σύνδεσής του με το κεντρικό δίκτυο, δηλαδή στη χαμηλή ή στη μέση τάση λειτουργίας. Συνεπώς η ισχύς και η τάση διασύνδεσης είναι δύο μεγέθη ανάλογα μεταξύ τους. [27]

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε παράλληλη λειτουργία του μικροδίκτυου με το κεντρικό δίκτυο, αυτό που αρχικά επιδιώκεται είναι το μικροδίκτυο να μην δημιουργεί προβλήματα. Επίσης η ποιότητα και η αξιοπιστία της τάσης πρέπει να επιβεβαιώνει τις προδιαγραφές του δικτύου.

Ένα μικροδίκτυο μπορεί να είναι άρρηκτο κομμάτι του κυρίου δίκτυο. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί εάν το μικροδίκτυο ρυθμιζόταν με σκοπό να υποστηρίξει το κεντρικό δίκτυο, ακόμη και σε μικρά χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση που αναλύουμε πρέπει σαφώς να υπάρχει και μια επικοινωνία μεταξύ των δύο δικτύων (κύριο/μικροδίκτυο). Οι καινοτόμες τεχνολογίες προμηνύουν αρκετά σημαντικά επιτεύγματα στην αντιμετώπιση των μεταβατικών φαινομένων.

Για την κάλυψη υψηλών αναγκών ενέργειας κυρίως τις θερινές και μεσημβρινές ώρες ένα μικροδίκτυο πρέπει να έχει την ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας, ιδιαίτερα όταν βρίσκεται σε απομονωμένη λειτουργία. Συχνοί τρόποι αποθήκευσης ενέργειας είναι

- υπερπυκνωτές
- υπεραγωγία πηνία
- μηχανές υψηλής στρεφόμενης αδράνειας
- συμπιεστών αέρα
- υδραντλιοσταμειευτικών συστημάτων

Ο τελευταίος τρόπος αποθήκευσης εφαρμόζεται σε περιοχές όπου αιολικά ή ηλιακά πάρκα περιβάλλονται από θάλασσα, όπου και αποθηκεύουν την ενέργεια που περισσεύει, αντλώντας νερό σε υψηλή στάθμη. Μια άλλη λειτουργία όταν απαιτείται παραγωγή ενέργειας οι αντλητικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται ως γεννήτριες στο δίκτυο μας, παρέχοντας ισχύ στο μικροδίκτυο και συνεπώς στο δίκτυο.

Αξιοσημείωτο είναι ότι ένας έλεγχος ενός τέτοιου συστήματος με την τεχνολογία που είναι διαθέσιμη στις μέρες μας περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο την χρήση ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος. Είτε η ισχύς που παράγεται είναι συνεχώς μεταβλητή όπως για παράδειγμα των φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών, είτε σταθερή όπως κυρίως των υδροηλεκτρικών, η παροχή αυτής μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων δίνει την δυνατότητα στον έλεγχο των πιο κρίσιμων μεγεθών μέσω της ροής ισχύος, δηλαδή της συχνότητας και της τάσεως. Το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης είναι η διαμόρφωση του συνεχούς ρεύματος που παράγεται κυρίως από μονάδες ΑΠΕ π.χ. φωτοβολταϊκά. Ο έλεγχος των ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος έχει ως στόχο στο ισοζύγιο της ισχύος στο μικροδίκτυο τοπικά. Αυτό μπορεί να γίνεται με διάφορους τρόπους με κυριότερους εξ αυτών

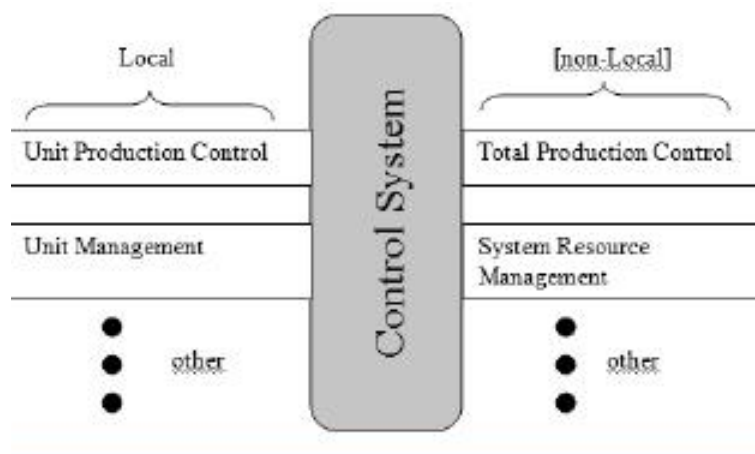
- καθοδήγηση γεννήτριας
- διαχείριση συσσωρευτών ή μικροστροβίλων
- διαχείριση μέσω των ηλεκτρονικών ισχύος

3.3. Λειτουργικά χαρακτηριστικά και είδη μικροδικτύων

Τα επόμενα χρόνια τα δίκτυα θα περιέχουν διάφορους τρόπους παραγωγής ή αποθήκευσης, αλλά και φορτία. Τα μικροδίκτυα, δεχόμενη ως παραδοχή ότι η λειτουργία τους είναι παρόμοια του μεγαλύτερου δικτύου, περιέχει τις ίδιες τεχνικές δοκιμασίες σε μια πιο απλή έκδοση. Από αυτή την άποψη, κάθε λειτουργία του συστήματος ελέγχου θεωρείται ως μια προσφορά προς το συνολικό σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη ότι το σύστημα ελέγχου ελέγχει και τοπικό σύστημα των μονάδων όπως ένα διακόπτη αλλά ακόμη και διαδικασίες υψηλού επιπέδου όπως η πώληση ενέργειας. Κάθε σύστημα ελέγχου ενός μικροδικτύου δίνει την δυνατότητα σε υπηρεσίες προκειμένου να εκτελέσει τις διάφορες διεργασίες του συστήματος. Ο υπηρεσίες χωρίζονται σύμφωνα με δύο βασικά χαρακτηριστικά:

- Τοπικές ή κεντρικές υπηρεσίες. Η διαχείριση μίας ομάδας συσσωρευτών είναι μια διαδικασία που εκτελείται τοπικά.
- Ανταγωνιστικές υπηρεσίες. Η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης είναι απαραίτητη στην εξασφάλιση εφεδρικών μονάδων ενέργειας.

Οι κατηγορίες αυτές εμφανίζουν το κύριο πρόβλημα των μικροδικτύων ως προς τον έλεγχο: την πολυπλοκότητα του δικτύου.

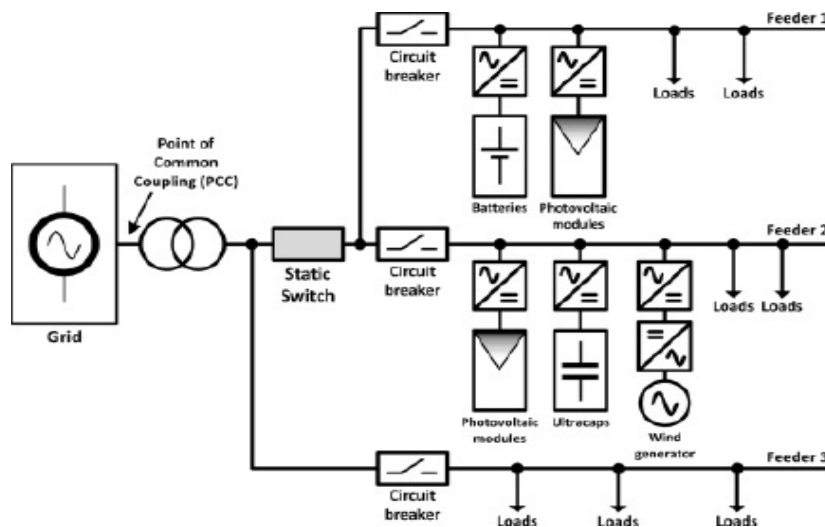


Εικόνα 3.1: Αρχιτεκτονική ελέγχου μικροδικτύων(26:)

Στην παραπάνω εικόνα αναδύεται στη γενική του μορφή οι λειτουργίες που πρέπει να είναι τελεί ο έλεγχος του συστήματος. Για παράδειγμα ,μπορούμε να αναλύσουμε δύο τις λειτουργίες: τον έλεγχο της ολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τον έλεγχο μιας συγκεκριμένης απομονωμένης μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα ελέγχου SCADA γνωρίζει μόνο δύο τιμές από τους υπαλλήλους του σταθμού παραγωγής ενέργειας: την μέγιστη και την ελάχιστη ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, στέλνει ένα μέσο όρο των δύο αυτών τιμών. Αν λάβουμε ως δεδομένο τη λειτουργία αρκετών μονάδων ντίτζελ, τότε το σύστημα γίνεται αρκετά περίπλοκο. Τελικά το συμπέρασμα με τον έλεγχο των μικροδικτύων είναι ότι η βασική πρόκληση είναι να μην εμπλέκεται με πολύπλοκα υποσυστήματα του δικτύου.

➤ AC Μικροδίκτυο

Στη παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η δομή ενός AC Μικροδικτύου



Εικόνα 3.2: Αρχιτεκτονική AC μικροδικτύων(26:)

Το μικροδίκτυο της παραπάνω εικόνας εξαρτάται από τρεις γραμμές. Οι δύο γραμμές θεωρούνται ευαίσθητων φορτίων και μία μη ευαίσθητου. Οι ευαίσθητες γραμμές εξ ορισμού εμπεριέχουν σημαντικά φορτία που πρέπει να καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια αδιάκοπα, έτσι η κάθε μια γραμμή είναι υποχρεωμένη να έχει τουλάχιστον μία πηγή ρεύματος καθώς και τρόπους αποθήκευσης. Σε αντίθεση η μη ευαίσθητη γραμμή ορίζεται εκείνη που έχει την δυνατότητα να διακοπεί σε κρίσιμες περιπτώσεις διαταραχών του κυρίως δικτύου και να παραμείνει αποσυνδεδεμένη ωστόσο αποκατασταθεί η βλάβη. Οι μετατροπείς ισχύος είναι το κύριο εργαλείο με το οποίο ενώνονται οι μικρότερες πηγές ισχύος στο δίκτυο μας. Το AC μικροδίκτυο είναι σχεδιασμένο με σκοπό να παράγει ή να καταναλώνει εναλλασσόμενο ρεύμα. Ωστόσο υπάρχουν αρκετές κατανεμημένες μικρές πηγές οι οποίες παράγουν ισχύ σε συνεχές ρεύμα (DC), άρα επιβάλλεται η χρήση dc-ac μετατροπέων προκειμένου να μετατρέπουν την συνεχή μορφή ισχύος σε εναλλασσόμενη και να συνδεθούν αποτελεσματικά στο δίκτυο. Επιπρόσθετα ορισμένες πηγές, όπως οι ανεμογεννήτριες, παρόλο που παράγουν ενέργεια σε εναλλασσόμενο ρεύμα είναι απαραίτητο να συνδέονται στο μικροδίκτυο μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, γιατί η τάση στην έξοδο του ζυγού και η συχνότητα είναι διαφορετική από τις τιμές αναφοράς του δικτύου. [27]

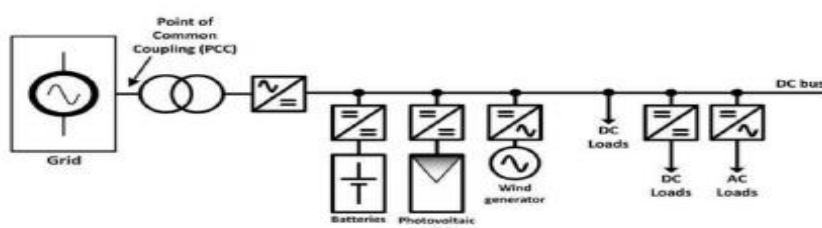
Τα διακοπτικά μέσα είναι αναγκαία με σκοπό το μικροδίκτυο να ρυθμίζει τη παραγωγή και την κατανάλωση του. Σε περίπτωση που συμβεί κάποιο βραχυκύκλωμα ή υπέρταση στο δίκτυο, οι γραμμές 1-2 μπορούν να νησιδοποιηθούν δηλαδή να αποκοπούν από το δίκτυο με την εναλλαγή του διακόπτη, έτσι ώστε να αποσυνδεθούν τα κρίσιμα φορτία. Επιπλέον μπορεί να συμβεί μια διαταραχή που θα αναγκάσει κάποια γραμμή να λειτουργήσει μόνη της.

Μετά το πέρας της διαταραχής, το μικροδίκτυο θα επανασυνδεθεί στο δίκτυο και θα λειτουργεί. Άρα η περισσευούμενη τοπική παραγωγή ενέργειας θα τροφοδοτεί τα μη κρίσιμα φορτία ή θα φορτίζει τις συσκευές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα αυτή η ενέργεια μπορεί να πουληθεί σε οποιαδήποτε εταιρεία ηλεκτρισμού.

Το κύριο μειονέκτημα του AC μικροδικτύου είναι ότι απαιτείται η χρήση πολλών ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος διότι σήμερα στα σπίτια κυριαρχούν DC φορτία. Το πρόβλημα αυτό μειώνει σημαντικά την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του μικροδικτύου.

➤ DC Μικροδίκτυο

Το DC μικροδίκτυο είναι ένα σύστημα το οποίο έχει έρθει στο προσκήνιο ξανά το τελευταίο διάστημα μέσα στα πλαίσια της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος. Το DC μικροδίκτυο μπορεί να παρέχει υψηλή ποιότητα ως προς την ισχύ που παράγει. Στη παρακάτω εικόνα εμφανίζεται η αρχιτεκτονική ενός DC μικροδικτύου



Εικόνα 3.3: Αρχιτεκτονική DC μικροδικτύων(27:)

Το DC μικροδίκτυο έχει σχεδιαστεί με σκοπό να υποστηρίξει συνεχόμενο ρεύμα και περιλαμβάνει ένα DC Bus με ρύθμιση στην τάση. Για αυτό είναι κατάλληλο για χρήση στα φωτοβολταϊκά στις κυψέλες καυσίμου, ακόμα και στις συσκευές αποθήκευσης ενέργειας όπως μπαταρίες και υπερπυκνωτές. Οι πηγές είναι συνδεδεμένες στο μικροδίκτυο μέσω μετατροπέων dc-dc προκειμένου να ρυθμίζουν την τάση. Ωστόσο στο DC μικροδίκτυο είναι δυνατόν να διασυνδεθούν και μικροπηγές που λειτουργούν σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι πηγές αυτές είναι ικανό να συνδεθούν στο μικροδίκτυο μόνο μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων ac-dc έτσι ώστε να μετατρέψουν την ενέργεια σε άλλη μορφή.

Τα φορτία που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα συνδέονται στο DC Bus με τη βοήθεια μετατροπέων dc-ac που απώτερο σκοπό έχουν τη ρύθμιση της DC τάσης στις προαπαιτούμενες συνθήκες για το εκάστοτε φορτίο. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα κατανομημένο σύστημα μετατροπέων που συνδέονται στην πλευρά των φορτίων. Στην περίπτωση που συμβεί βραχυκύκλωμα στην πλευρά ενός φορτίου, τα υπόλοιπα φορτία του μικροδικτύου μένουν αμετάβλητα. Άρα το σύστημα συνεισφέρει ισχύ πολύ καλής ποιότητας. Το DC μικροδίκτυο συνδέεται με το κυρίως δίκτυο μέσω ενός μετατροπέα ac-dc. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των DC μικροδικτύων είναι ο μετατροπέας ac-dc αμφίδρομης ροής, ο οποίος χειρίζεται την ολική ροή ισχύος από και προς το δίκτυο, πράγμα που μειώνει την αξιοπιστία του. Επιπροσθέτως τα εναλλασσόμενα φορτία δεν έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν στο μικροδίκτυο, αλλά απαιτούν μετατροπείς dc-ac. Τέλος η DC τάση των φορτίων δεν είναι οριοθετημένη σε μία τιμή άρα απαιτείται για τα περισσότερα φορτία μετατροπέας dc-dc για τη διασύνδεσή τους.

3.3.1. Έλεγχος στα μικροδίκτυα

Ο έλεγχος στα μικροδίκτυα έχει τις εξής αρμοδιότητες να διατηρήσει σταθερές:

- a) Οι τοπικές παραγωγές πρέπει να κυμαίνονται πάντα στα όρια λειτουργίας
- b) Η ροή ισχύος ενεργή και άεργη μεταφέρονται αμφίδρομα σύμφωνα με τις ανάγκες του δικτύου
- c) Ομαλές διαδικασίες σύνδεσης των φορτίων στο δίκτυο
- d) Σταθερή συμμετοχή στην ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας με τον εκάστοτε πάροχο
- e) Τα κρίσιμα φορτία τροφοδοτούνται αδιάκοπα
- f) Στην περίπτωση του black out να διεξαχθεί ομαλό black start

Στα μικροδίκτυα για την κάλυψη των ανωτέρων αναγκών ορίζουμε τρεις διαφορετικούς ελέγχους τον αποκεντρωμένο, τον κεντρικό και τον τοπικό έλεγχο.

Ο αποκεντρωμένος έχει ως κύρια ευθύνη δίνεται στους MCs οι οποίοι ανταγωνίζονται για να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή τους ώστε να ικανοποιήσουν τη ζήτηση και ταυτόχρονα αν είναι εφικτό να εξάγουν τη μέγιστη δυνατή προς το δίκτυο ενέργεια σύμφωνα με την τιμή της αγοράς την συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Οι πιο συνηθισμένοι μέθοδοι βασίζονται σε peer-to-peer ευφυούς αλγορίθμους και ονομάζονται αλγόριθμοι πολλών πρακτόρων.

Ο αποκεντρωμένος έλεγχος εμφανίζει τρία βασικά πλεονεκτήματα:

1. Λόγω της διαφορετικής ιδιοτικότητας των μικροδικτύων οι αποφάσεις για αυτά λαμβάνονται τοπικά
2. Σε ένα περιβάλλον αγοράς τα μικροδίκτυα είναι απαραίτητο να έχουν σε ένα βαθμό νοημοσύνη
3. Οι διάφορες τοπικές πηγές συνήθως έχουν διαφορετικό ρόλο και καθήκον, άλλες δίνουν ενέργεια, άλλες παράγουν θερμότητα ή ακόμα και την διατήρηση της τάσης

Ανεβαίνοντας ένα επίπεδο στην ιεραρχία συναντάμε τον κεντρικό έλεγχο στα μικροδίκτυα ο οποίος δύναται να χωριστεί σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες:

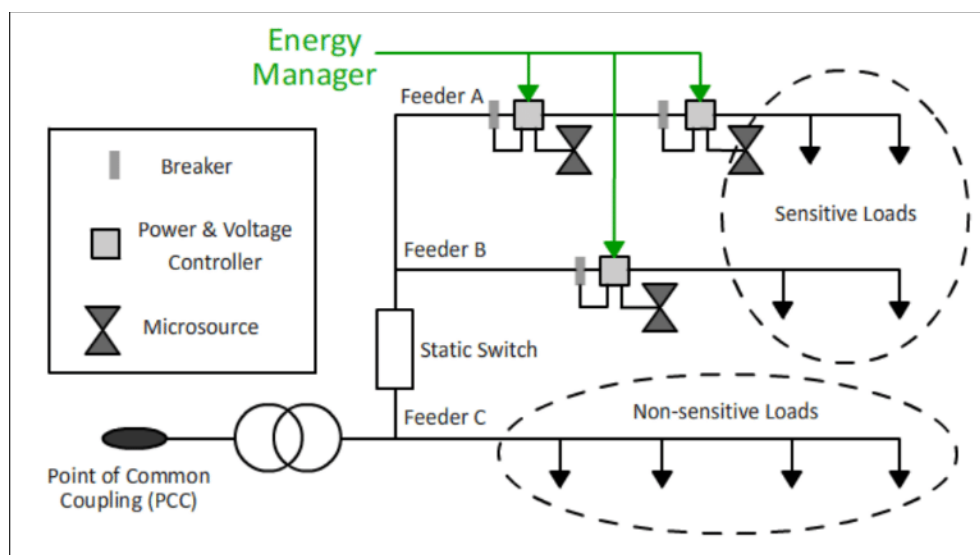
1. Συστήματα διαχείρισης διανομής (DMS)
2. Κεντρικοί ελεγκτές μικροδικτύου (MGCCs)
3. Τοπικοί ελεγκτές που αποτελούνται από ελεγκτές φορτίων και ελεγκτές μικροπηγών (MCs - LCs)

Ο κεντρικός έλεγχος υλοποιείται με περισσότερη ευκολία όταν υπάρχουν τα ακόλουθα:

- Οι ιδιοκτήτες των μικροδικτύων έχουν ίδιους στόχους και σκοπούς και αναζητούν συνεργασία.
- Μικροδίκτυα μικρής ισχύος μπορεί να είναι εφικτό να ελεγχθούν μόνο με ένα διαχειριστή.

3.3.2. Λειτουργία υπό νησιδοποίηση

Η αρχική δομή ενός μικροδικτύου συνήθως είναι αρχιτεκτονική τύπου CERTS. Η επόμενη εικόνα μας δείχνει επακριβώς την δομή ενός τέτοιου μικροδικτύου, η οποία περιέχει μικροτουρμπίνες, ανεμογεννήτριες αλλά και φωτοβολταϊκά.



Εικόνα 3.4: Αρχιτεκτονική CERTS μικροδικτύου(27:)

Στην εικόνα παρατηρούμε τρεις γραμμές, από τις οποίες οι δύο είναι διασυνδεδεμένες με κρίσιμα φορτία και η τρίτη με μη κρίσιμα φορτία. Η διαφορά μεταξύ κρίσιμων και μη κρίσιμων φορτίων είναι πως τα μεν χρειάζονται αδιάκοπη τροφοδότηση από το δίκτυο, έτσι η κάθε γραμμή θα πρέπει να έχει μια πηγή η οποία θα καλύπτει τα φορτία στην εκάστοτε γραμμή. Συνεπώς σε περίπτωση βλάβης ή ακραίας διαταραχής στο δίκτυο οι γραμμές με τα μη κρίσιμα φορτία είναι αυτές που θα αποσυνδεθούν ωστόσο η βλάβη αποκατασταθεί. Κατά την διαδικασία αποκατάστασης της βλάβης σε κεντρική παροχή του δικτύου τα feeder A B μπορούν να απομονωθούν (νησιδοποιηθούν) με τη χρήση διακόπτη. Κατά την διάρκεια της νησιδοποίησης το δίκτυο θα λειτουργήσει αυτόνομα. Το βασικό μέλημα είναι η τοπική παραγωγή στα κρίσιμα φορτία να επαρκεί από το εκάστοτε συστήματα παραγωγής. Αντίθετα τα μη κρίσιμα φορτία δεν μας ενδιαφέρει τόσο η κάλυψη της τροφοδοσίας τους και από άλλη πηγή ενέργειας πέρα από το κυρίως δίκτυο. Κατά την επανασύνδεση η περίσσεια ενέργεια που μέχρι τότε κάλυπτε τα κρίσιμα φορτία τώρα είναι ικανή προς πώληση ή αποθήκευση για μεταγενέστερη χρήση σε περίπτωση διαταραχής του δικτύου.[26]

Το σημείο σύνδεσης και αποσύνδεσης των φορτίων καθορίζεται από το PCC, τοποθετείται ένα ζεύγος στο πρωτεύων κύκλωμα του μετασχηματιστή. Η εύρυθμη σύνδεση και αποσύνδεση εξαρτάται και από το σύστημα ελέγχου του μικροδικτύου. Ο υπεύθυνος στην διαχείριση της ενέργειας σε μια

αρχιτεκτονική CERTS ονομάζεται ενεργειακός διαχειριστής , όπου είναι υπεύθυνος για την σταθεροποίηση της τάσης και την μεταφορά της ενέργειας της κάθε τοπικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο.

Κριτήρια μικροδικτύου για την ανάληψη της ευθύνης αυτής:

- I. Τα ηλεκτρικά φορτία ικανοποιούνται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των τοπικών παραγωγικών μέσων
- II. Το μικροδίκτυο συνάδει με τις προδιαγραφές που ορίζει το κυρίως δίκτυο
- III. Μείωση εκπομπών ρύπων και αύξηση της απόδοσης του συστήματος
- IV. Αύξηση απόδοσης στα τοπικά μέσα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

3.4. Αποθήκευση ενέργειας σε συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής

Απαραίτητο στοιχείο σε ένα μικροδίκτυο για την καλή λειτουργία και αδιάκοπη αποτελούν οι διεσπαρμένες μονάδες αποθήκευσης ενέργειας. Όταν το μικροδίκτυο βρίσκεται σε νησιδοποίηση ο ετεροχρονισμός μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προσφέρει μία μονάδα διεσπαρμένης αποθήκευσης ενέργειας. Άρα, σε περίπτωση απολινωμένης συμπεριφοράς μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης τότε είναι δυνατή η χρήση του μικροδικτύου.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι μικροπηγές έχουν λιγοστές δυνατότητες παραγωγής και επιπλέον χρειάζονται αντιστροφείς για να μετατρέψουν την έξοδό τους ώστε να υπάρχει συμβατότητα με τις προδιαγραφές του δικτύου. Συνεπώς, όταν υπάρχει έλεγχος των συνδέσεων πηγών μικρού μεγέθους από πηγές με ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος, τότε θεωρούνται ως ένα σταθερό σύστημα. Το σύστημα χωρίς αδράνεια δεν ανταποκρίνεται στην διακύμανση της ενέργειας ή ισχύς, λόγω της χρήσης της αδράνειας των μηχανών όπως χρήζει στα μεγάλα συστήματα. Συνεπώς, σε ένα μικροδίκτυο για την λύση αυτών των προβλημάτων χρειάζονται συστήματα αποθήκευσης ενέργειας σε συνδυασμό με κατάλληλο έλεγχο.

3.4.1. Εφαρμογές αποθήκευσης ενέργειας

Τα μικροδίκτυα περιέχουν μικρής κλίμακας ΑΠΕ στα τοπικά συστήματα παραγωγής. Με την ενσωμάτωση θα αυξηθεί το ποσοστό ηλεκτρισμού που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συνεπώς συμβάλλουν στην υποστήριξη και ενίσχυση της παραγωγής και θα παρέχουν οικονομικότερη ενέργεια. Ωστόσο, η ανανεώσιμη ενέργεια εξαρτάται άμεσα από περιβαλλοντικές μεταβλητές, δηλαδή η συνεισφορά της είναι κυμαινόμενη. Θεωρούμε μια μέρα με αρκετή συννεφιά και αρκετή άπνοια, αυτό σημαίνει ότι δεν παράγεται ενέργεια από φωτοβολταϊκά ή από ανεμογεννήτριες. Επιπρόσθετα, η σύνδεση πολλών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις τοπικές μονάδες παραγωγής προκαλεί προβλήματα αστάθειας στο δίκτυο.

Το πρόβλημα που δημιουργείται από τα ΑΠΕ αντιμετωπίζεται με την χρήση συσσωρευτών ενέργειας. Στην υπάρχουσα τεχνολογία αποθήκευσης το σύστημα ενσωματώνει:

- Υπερπυκνωτές
- Συσσωρευτές ενέργειας με υπεραγωγία πηνία (SMES)
- μηχανές υψηλής αδράνειας (flywheels)

Κάποιες από τις τεχνολογίες που αναπτύσσονται αυτή την στιγμή θα ενταχθούν και θα χρησιμοποιηθούν ενεργά ως μονάδες αποθήκευσης ενέργειας σε μικροδίκτυα είναι η αποθήκευση ενέργειας με πεπιεσμένο αέρα (CAES), όπου η ενέργεια καταναλώνεται για την συμπίεση ποσότητας αέρα η οποία στη συνέχεια περιστρέφει έναν στρόβιλο και γεννά ηλεκτρική ενέργεια. Ακόμα μια καινοτομία είναι η χρήση ηλίου ή αζώτου σε υπεραγωγίμες διατάξεις.[27]

Η χωρητικότητα ενέργειας των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας που θα εδραιωθούν στο σύστημα μας εξαρτάται από το χρόνο της οικονομικής τους απόσβεσης, συνεπώς σε κάθε εγκατάσταση ο τύπος και η χωρητικότητα των αποθηκών είναι διαφορετικός. Αν για παράδειγμα η τάση υποστεί μικρή βύθιση που είναι ικανή να αντλήσει υπέρογκα ρεύματα για λίγους κύκλους, χρησιμοποιείται μια αποθήκη ενέργειας σαφώς μικρότερης χωρητικότητας. Ωστόσο, δύναται να χρησιμοποιηθεί εναλλακτική πηγή αν η βύθιση διαρκεί για μεγαλύτερο χρόνο. Στην περίπτωση εξάλειψης των αρμονικών συντελεστών και αντιστάθμισης της άεργου ισχύος, εφαρμόζονται συγκεκριμένα παθητικά φίλτρα και έτσι μειώνεται η τάξη του συστήματος αποθήκευσης.

3.5. Ποιότητα και αξιοπιστία στα μικροδίκτυα

Ο δομημένος έλεγχος του συστήματος της ενέργειας χωρίζεται, σε δύο βασικά στρώματα. Το δίκτυο υψηλής τάσης είναι το μεγαλύτερο στρώμα και σε αυτό είναι εξοικειωμένοι οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί. Σε ένα δίκτυο διανομής, για την τήρηση των συμφωνιών, των συμβολαίων με τους αγοραστές και τους πωλητές ηλεκτρικών, για την διατήρηση ισορροπίας της ποιότητας ισχύος, για την προστασία του συστήματος και την διασφάλιση αξιοπιστίας, το κέντρο ελέγχου χρησιμοποιείται ένα περιορισμένο αριθμό από μεγάλα ενεργητικού ενεργητικά. Η παραγωγή και το φορτίο ελέγχονται τοπικά από το μικροδίκτυο, έτσι λειτουργεί ανάλογα με την ζήτηση των μελών του για ενέργεια, ταυτόχρονα όμως διασφαλίζει την ποιότητα ισχύος και την αξιοπιστία (PQR). Τα στοιχεία που καθορίζουν το μικροδίκτυο όπως η τάση και η συχνότητα μεταβάλλονται σε μικρά όρια διακυμάνσεως και καθορίζουν τον έλεγχο της παραγωγής του μακροδικτύου.

Στο παραπάνω πρότυπο ελέγχου προέχει η διασφάλιση της ευστάθειας και η ασφάλεια με σκοπό την αύξηση της απόδοσης και της αξιοπιστίας όσον αφορά τη παροχή ενέργειας δευτερευουσών υπηρεσιών μεταξύ της πωλήτριας εταιρείας και των αγοραστών. Από την άλλη μεριά, αξίζει να επισημανθεί ότι τα γενικευμένα πρότυπα ποιότητας ισχύος και αξιοπιστίας είναι σχεδόν αδύνατο να καλύψουν απόλυτα τις ιδανικές απαιτήσεις των χρηστών που δεν συμμορφώνονται στα όρια του δικτύου.

Από τα μικροδίκτυα είναι δυνατό ένα υψηλότερο επίπεδο ελέγχου ποιότητας και αξιοπιστίας και πλησιάζει περισσότερο στον τελικό χρήστη όπου καταναλώνεται η ηλεκτρική ενέργεια. Συνεπώς τα PQR συμβαδίζουν με μεγαλύτερη απόδοση στις ανάγκες των χρηστών. Με τα μικροδίκτυα επιτυγχάνεται η απόδοση της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και αξιόπιστης ισχύος όσο αφορά την τελική κατεύθυνση, έτσι τα πρότυπα PQR του μακροδικτύου ταιριάζουν με το σκοπό, την συνολική κατανομή ενέργειας.

3.6. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροδικτύων

Το ενδιαφέρον για την τεχνολογία των μικροδικτύων οφείλεται στην αξιοπιστία και ασφάλεια του δικτύου ενώ παράλληλα θεωρείται μια φιλική προς το περιβάλλον επιλογή καθώς απαρτίζεται από πηγές ανανεώσιμης ενέργειας. Η αξιοπιστία ενός δικτύου είναι ένα κριτήριο που έχει μεγάλη σημασία για τα συστήματα διανομής ενέργειας και τον τελικό χρήστη, ειδικά στην περίπτωση που το δίκτυο τροφοδοτεί ευαίσθητα φορτία που δεν ανέχονται διακοπές ή αστάθεια στην τροφοδοσία τους. Η τοπική παραγωγή και ιδιαίτερα η αποθήκευση της ενέργειας διασφαλίζουν ότι αυτά τα φορτία μπορούν να πάρουν την ενέργεια που χρειάζονται υπό οποιεσδήποτε συνθήκες.

Σε τοπικό επίπεδο, τα μικροδίκτυα έχουν την δυνατότητα εφαρμογής τεχνολογιών συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (Combined Heat and Power – CHP), οι οποίες αξιοποιούν τόσο τη θερμότητα που εκλύεται ως απώλεια από τη μετατροπή ενέργειας από την καύση του καυσίμου σε ηλεκτρισμό, όσο και από τα διάφορα συστήματα ΑΠΕ. Η ενεργειακή απόδοση του συστήματος αυξάνεται έως και 90% εάν συνδυαστεί θερμότητα και ισχύς, με τη θερμότητα να χρησιμοποιείται για τοπικές ανάγκες. Η επιλογή μικτού συστήματος θερμότητας και ηλεκτρισμού, βελτιώνει την αποδοτικότητα του ορυκτού καυσίμου, μειώνοντας παράλληλα την ποσότητα που χρειάζεται για την παραγωγή του ίδιου ποσού ενέργειας.

Στις δυνατότητες της τοπικής παραγωγής συγκαταλέγεται η χρήση ορισμένων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών μικρής σχετικά ισχύος, όπως φωτοβολταϊκών panels, οι οποίες καθιστούν ακόμη πιο συμφέρουσα οικονομικά και οικολογικά την εφαρμογή των μικροδικτύων.

Η απόδοση του δικτύου μεταφοράς και διανομής ισχύος μπορεί να αυξηθεί σαν αποτέλεσμα της μείωσης απωλειών στις μεγάλες γραμμές μεταφοράς, και σχετίζεται με τοπική παραγωγή ισχύος για τοπικές χρήσεις. Ως συνέπεια, μειώνοντας την ενέργεια ή την πυκνότητα ισχύος στις γραμμές μεταφοράς, αποφεύγετε τόσο η πιθανότητα υπερφόρτισης σε αυτές όσο και καθυστερεί η ανάγκη αναβάθμισης των γραμμών μεταφοράς. Ακόμα, η φιλικότητα προς το περιβάλλον μπορεί να επιτευχθεί χάρη στην πρόσφατη τάση για συμμετοχή των ΑΠΕ στα μικροδίκτυα, μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Δύο είναι τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αυξημένη αποδοτικότητα στη μετατροπή ενέργειας, η μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από εργοστάσια παραγωγής ισχύος και το περιβαλλοντικό πρόβλημα εκπομπής της θερμικής ενέργειας απωλειών στο περιβάλλον που μειώνεται σταδιακά. Τέλος, η εμφάνιση και η ανάπτυξη τεχνολογιών που διευκολύνουν την αποδοτική χρήση των θερμικών απωλειών, θα είναι το κλειδί για την περαιτέρω εξάπλωση των μικροδικτύων ως σημαντικών συντελεστών στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας .

Από οικονομικής άποψης το καθαρό κόστος ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής φαίνεται να υπερτερεί της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα μικροδίκτυο, ενώ ο συμψηφισμός των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα μικροδίκτυα, εξισορροπούν το παραπάνω ισχυρισμό και εν τέλει μπορεί να το καταστήσουν πολύ πιο ελκυστικό οικονομικά. Επίσης οι ΑΠΕ μπορούν να διασφαλίσουν ενεργειακή βιωσιμότητα χάρη στη φυσική τους διαθεσιμότητα, αντικαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα τα οποία προέρχονται από τα λιγοστά αποθέματα της γης.

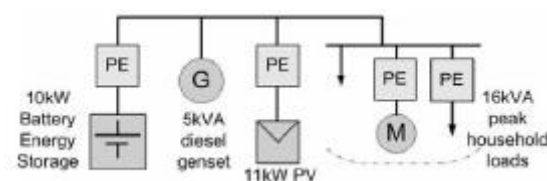
Σε ιδανικές συνθήκες, η ενέργεια μπορεί να συλλεχθεί με μηδαμινό κόστος (εκτός από τα έξοδα εγκατάστασης λειτουργίας και συντήρησης). Όμως η ανανεώσιμη ενέργεια είναι εκ φύσεως διακοπτόμενη στην μονάδα του χρόνου, έτσι απαιτείται η χρήση συστήματος αποθήκευσης ενέργειας ώστε να βελτιστοποιήσει την εκμετάλλευσή της.

3.7. Εφαρμογές

Στην τελευταία ενότητα του τρίτου κεφαλαίου θα παρουσιαστούν τέσσερις από τις πιο σημαντικές εφαρμογές σε Ελλάδα και εξωτερικό όσον αφορά τα μικροδίκτυα. Σε επόμενες ενότητες θα αναλύσουμε αν μπορούμε στην δικιά μας περίπτωση (Οθωνούς) να εκτελεστεί μια τέτοια ιδέα στο νησί.

1) Μικροδίκτυο στη Κύθνο

Το μικροδίκτυο της Κύθνου βρίσκεται λίγα χιλιόμετρα μακριά από τον ζυγό του δικτύου. Χρησιμοποιείται ως σημείο έρευνας από πολλές ερευνητικές ομάδες και έχει αλλάξει σημαντικά την δημιουργία μικροδικτύων σε ολόκληρη την Ευρώπη.

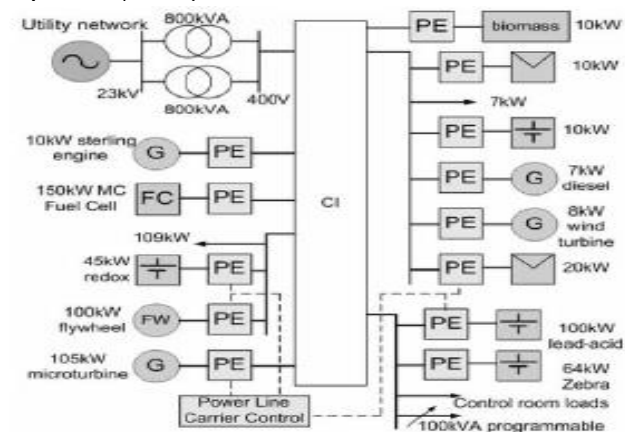


Εικόνα 3.5: Μικροδίκτυο Κύθνου(26:)

Τα μετρούμενα στοιχεία που συμβάλουν στον έλεγχο είναι σαφώς η τάση, η συχνότητα, η ενεργή και το σημαντικότερη η άεργη ισχύς. Παρόλα αυτά επειδή το σύστημα μας είναι μονοφασικό είναι αρκετά πιο περιορισμένο το φάσμα των σημάτων για έλεγχο και συχνά τείνει να επικρατεί η γνώμη ότι τα σήματα εισόδου και εξόδου αντιμετωπίζονται.

2) Δίκτυο CESI στο Μιλάνο

Πριν λίγα χρόνια για ερευνητικούς σκοπούς δημιουργήθηκε στο Μιλάνο το περιφέρημο δίκτυο CESI ίσως από τα πιο σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα στον τομέα. Σκοπός είναι η μελέτη της διεσπαρμένης παραγωγής και του ελέγχου κυρίως τοπικά καθώς και την αξιολόγηση της ποιότητας ισχύς και αντιμετώπιση ακραίων φαινομένων.



Εικόνα 3.6: Δίκτυο CESI(26:)

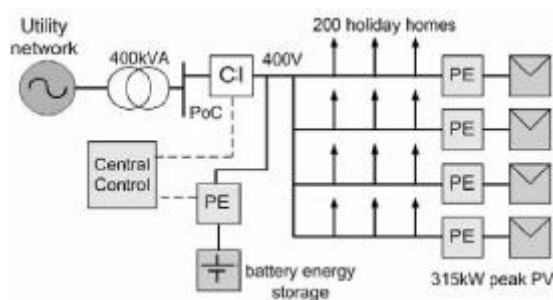
3) Ενεργειακά έργα της εταιρείας MVV

Η εταιρεία MVV Energie στη Γερμανία έχει ξεκινήσει ένα πιλοτικό πιλοτικά σύστημα μικροδικτύου. Το δίκτυο του υποσταθμού συνδέεται με την κεντρική έδρα της MVV στη Γερμανία. Το σύστημα εμπεριέχει οικιακές και εμπορικές μονάδες και φορτία: την έδρα της εταιρείας, που τροφοδοτούνται από έναν υποσταθμό δικτύου. Μία κυψέλη καυσίμου 4,7 kW και 3,8 kW φωτοβολταϊκά συμπαράγουν την ηλεκτρική ενέργεια, ενώ ένας σφόνδυλος 120 kW αποτελεί την μονάδα αποθήκευσης. Η επέκταση του μικροδικτύου ορίζεται μελλοντικά με δύο μονάδες ΣΗΘ, ισχύος 9 kW και 5,5 kW. Η ισχύς του φορτίου είναι μεταξύ 80 kW έως 230 kW.

Ο οικισμός 'Am Steinweg' με 380 κατοίκους στην Γερμανία, είναι άλλο ένα από τα έργα της εταιρείας. Το δίκτυο χαμηλής με αρχιτεκτονική κλειστού δακτυλίου εξαρτάται από 27 kW εγκατεστημένης ΣΗΘ και φωτοβολταϊκών με μέγιστη ισχύ τα 35 kW. Σε συνδυασμό με συσσωρευτές 880 Ah τύπου μολύβδου-οξέος μέσω ενός μετατροπέα είναι ένα εξαιρετικό σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης.

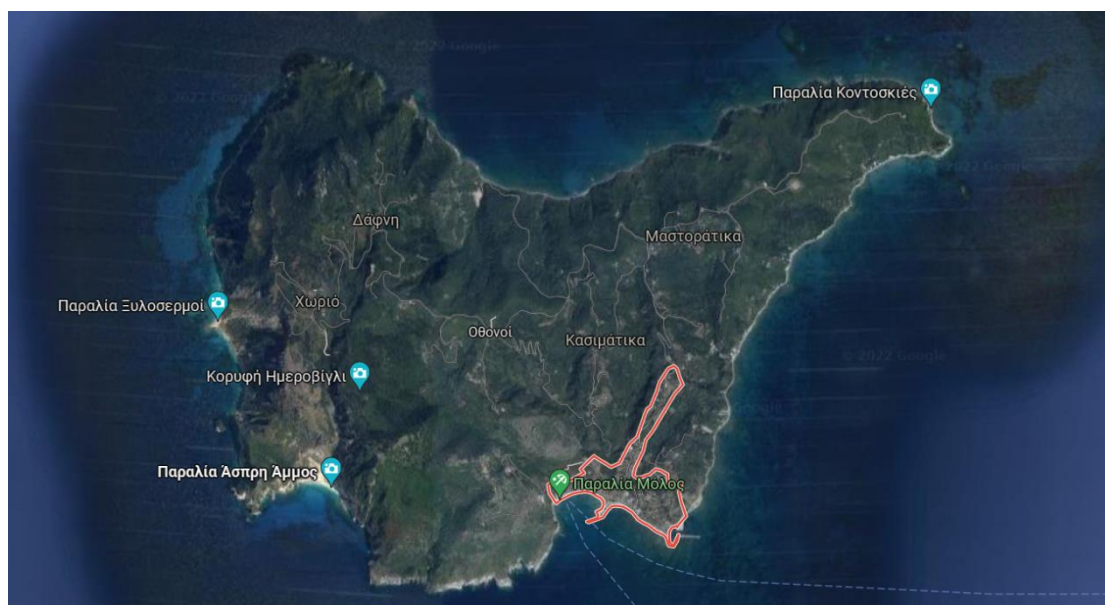
4) Continuoon Holiday Energy Park

Η Continuoon προάγει την αναβάθμιση ενός πάρκου διακοπών που εδρεύει στην Ολλανδία. Το πάρκο τροφοδοτεί από 200 σπίτια, αρκετά από τα οποία έχουν συνδεδεμένα στις στέγες φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα 315 kW που παράγονται από τα φωτοβολταϊκά ισχύος επαρκούν και με το παραπάνω στην λειτουργία του φορτίου τις πρωινές ώρες. Σε εξέλιξη βρίσκονται σχέδια που αφορούν την πρόσθεση μιας κεντρικής συστοιχίας συσσωρευτών και ενός μετατροπέα ισχύος, ο οποίος σε συνδυασμό με κεντρικό ελεγκτή μικροδικτύου θα επιτρέπει τον έλεγχο του φορτίου και επανασυγχρονισμό.



Εικόνα 3.7: Continuoon Holiday Energy Park(26:)

Κεφάλαιο 4: Περιοχή μελέτης



Εικόνα 4.1 Το Νησί(17:)

4.1. Γεωπολιτικά και ιστορικά στοιχεία

Οθωνοί, ένα από τα νησιά που αποτελούν το σύμπλεγμα των Διαποντίων νήσων, τα οποία βρίσκονται βορειοδυτικά της Κέρκυρας και αποτελούνται από έντεκα (11) νησιά, τρία (3) μεγάλα τα οποία κατοικήσιμα τους Οθωνούς, την Ερεικούσα και το Μαραθάκι ενώ τα υπόλοιπα είναι μικρές βραχονησίδες Γραβιά, Δίαπλο κ.α.

Οι Οθωνοί ή (Φανός, Θρόνος, Φιδονήσι κ.α), είναι το μεγαλύτερο νησί του συμπλέγματος που απέχει 47 ναυτικά μίλια από τις ακτές της Ιταλίας και 11,5 μίλια από την Κέρκυρα. Η έκταση των Οθωνών είναι 10,8 τετραγωνικά χιλιόμετρα και μήκος ακτών 17 χιλιόμετρα με γαλαζοπράσινα νερά και εντυπωσιακούς γεωλογικούς σχηματισμούς ενώ το οδικό δίκτυο είναι ασφαλτοστρωμένο με μήκος 12 χιλιόμετρα. Το μεγαλύτερο μέρος του νησιού καλύπτεται από πευκώδης βλάστηση καθώς το υψόμετρό του φτάνει τα 393 μέτρα στην περιοχή Ημεροβίγλι που είναι η ψηλότερη κορυφή αλλά και πολλά ελαιόδεντρα με τα περισσότερα να είναι 300 και 400 ετών. Οι Οθωνοί χωρίζονται σε δύο περιοχές, Άνω και Κάτω Πάντα όπου βρίσκονται οι δύο μεγαλύτεροι οικισμοί, Άμμος ο οποίος είναι παραθαλάσσιος και το λιμάνι του νησιού και ο οικισμός Χωριό ο οποίος ορεινός, υπάρχουν βέβαια και άλλοι μικρότεροι διάσπαρτοι οικισμοί που αποτελούνται από 10 με 15 κατοικίες ο καθένας.

Τα Διαπόντια νησιά, κατοικήθηκαν μετά το 1571μ.χ. όταν οι νησιώτες του Ιονίου ήταν υπό την κυριαρχία των Ενετών και για μεγαλύτερη ασφάλεια μετακινήθηκαν προς αυτά αυτός είναι και ο λόγος που συναντάμε πολλούς Παξινοούς καθώς και Παργινούς με τα ήθη και τα έθιμα των κατοίκων να παρουσιάζουν ομοιότητες με εκείνων της Ηπείρου παρά της Κέρκυρας[16].

Σήμερα το νησί έχει 392 κατοίκους κατά την απογραφή του 2011 ενώ στην απογραφή του 2001 ήταν 560 κάτοικοι. Γενικά το νησί μετά το 1960 παρουσιάζει μεγάλη μείωση πληθυσμού με κύριο λόγο την ανεύρεση εργασίας καθώς το νησί επί σειρά ετών οι κάτοικοί του είχαν ως κύρια ασχολία την αλιεία και την γεωργία ενώ σήμερα έχει προστεθεί και ο τουρισμός.[17]

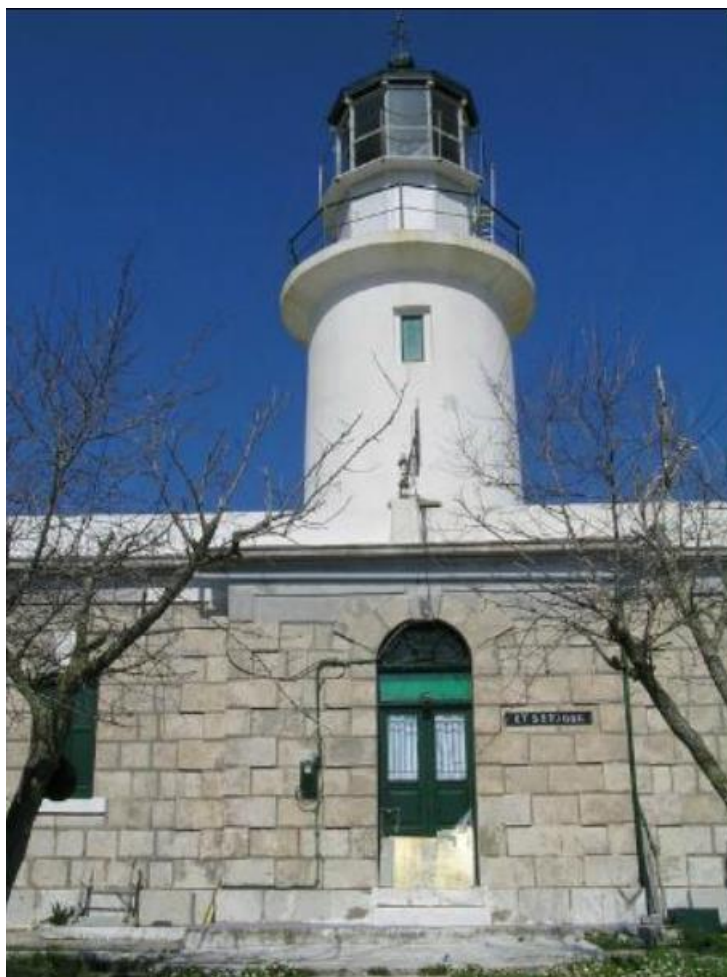
Οι κάτοικοι των Διαπόντιων νησιών έχουν γενικά μεγάλη ναυτική ιστορία καθώς λέγεται ότι δεν υπήρχε <<ούτε ένα σπίτι χωρίς ναυτικό>> . Ακόμα και σήμερα στο νησί υπάρχουν πολλά ταχύπλοα και αλιευτικά σκάφη. Η άμεση εμπλοκή των κατοίκων όμως με την θάλασσα είχε και το τίμημα καθώς έχουν χαθεί πολλές ζωές σε διάφορα ναυάγια κατά καιρούς, αυτός είναι και ο λόγος που στο λιμάνι του νησιού συναντάμε το μνημείο προς τιμήν αυτών που χάθηκαν στη θάλασσα.

Κατά την μυθολογία οι πρώτες αναφορές που συναντάμε για το νησί είναι τον 3^ο αιώνα π.χ. μετά τον Τρωικό πόλεμο. Γίνεται αναφορά ως το νησί της Καλυψώς κόρης του Άτλαντα την οποία ερωτεύτηκε ο Οδυσσέας και έμεινε αιχμάλωτος εκεί επτά χρόνια έξω και η ομώνυμη σπηλιά της Καλυψώς. [16]



Εικόνα 4.2 Σπηλιά της Καλυψώς(17:)

Αναφορές επίσης γίνονται για το νησί σε παλιούς Ιταλικούς χάρτες με την ονομασία Φανός την οποία πήρε από το φάρο του νησιού και τον οποίο κατέστρεψαν οι γερμανοί για να επισκευαστεί πολύ αργότερα από τους κατοίκους του νησιού.



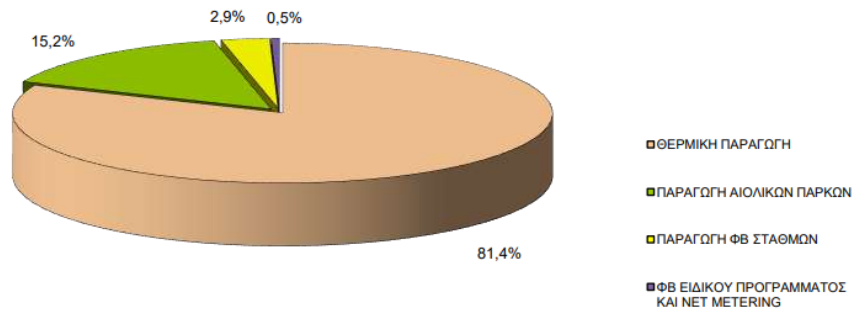
Εικόνα 4.3 Ο φάρος(18:)

4.2. Το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο

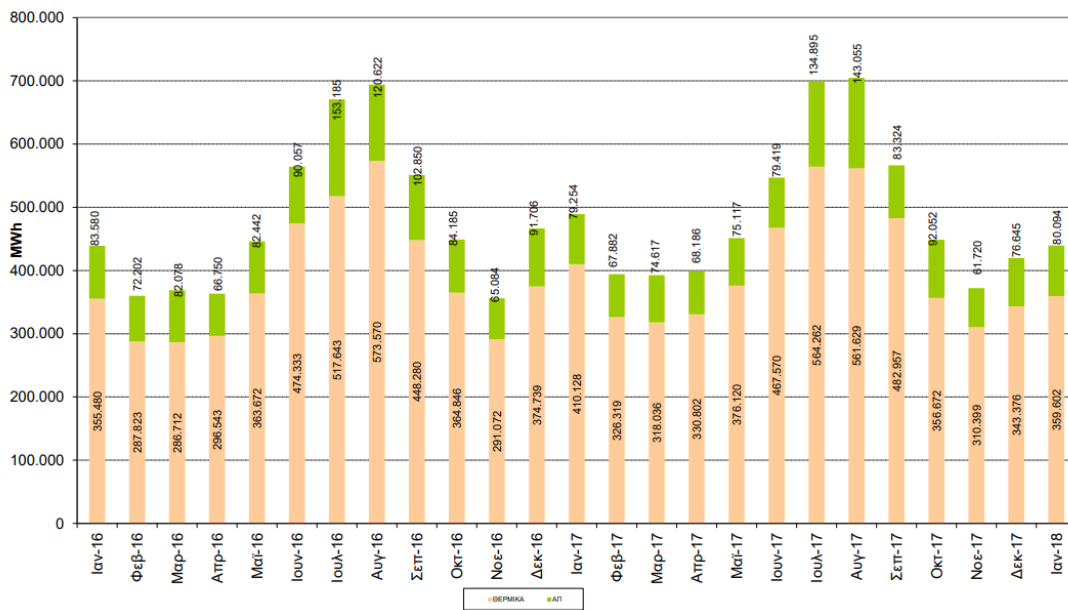
Όλα τα μη διασυνδεδεμένα νησιά που δεν έχουν υβριδικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής βασίζονται αποκλειστικά και μόνο στις γεννήτριες με κινητήρες πετρελαίου. Το δίκτυο των Οθωνών αποτελείται από γεννήτριες πετρελαίου με εγκατεστημένη ισχύς 0,44 MW όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και πίνακα.

Πληροφοριακό Δελτίο Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά για τον Ιανουάριο 2018

Συνολική Παραγωγή GWh



2016 - 2018 Ηλεκτροπαραγωγή στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά



Εικόνα 4.2.1 Ηλεκτροπαραγωγή μη διασυνδεδεμένων νησιών(24:)

ΠΙΝΑΚΑΣ 10	Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα Υπόλοιπα ΜΔΝ – Ιανουάριος 2018						
	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΔΝ	ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 2016 (MW)	ΜΕΓΙΣΤΗ* ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΧΜΗ ΖΗΤΗΣΗΣ 2016 (MW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MWh)**	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (MWh)	ΜΠΚΠ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΜΜΚ_ΜΔΝ (€/MWh)
ΑΓΙΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	0,76	0,31	0,00	95,14	523,40	257,88	0,00%
ΑΓΑΘΟΝΗΣΙ	0,52	0,20	0,00	61,76	1.241,31	273,54	0,00%
ΑΜΟΡΓΟΣ	4,22	3,15	25,42	681,22	371,13	227,47	3,60%
ΑΝΑΦΗ	0,80	0,59	0,00	81,03	642,65	294,00	0,00%
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	0,36	0,11	0,00	21,82	1.279,47	380,54	0,00%
ΑΡΚΙΟΙ	0,36	0,14	0,00	20,33	990,15	340,69	0,00%
ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	3,30	2,21	32,08	475,28	354,49	211,01	6,32%
ΓΑΥΔΟΣ	0,36	0,12	0,00	37,60	729,75	269,32	0,00%
ΔΟΝΟΥΣΑ	0,50	0,36	0,00	52,95	1.283,38	283,73	0,00%
ΕΡΕΙΚΟΥΣΑ	0,53	0,35	0,00	67,37	704,13	331,92	0,00%
ΘΗΡΑ	71,92	42,80	54,65	9.591,55	177,83	103,50	0,57%
ΙΚΑΡΙΑ	13,56	6,70	274,69	2.190,50	274,66	132,33	11,14%
ΚΥΘΝΟΣ	4,90	2,98	24,14	628,13	416,23	229,97	3,70%
ΜΕΓΙΣΤΗ	1,32	0,91	0,00	265,66	470,14	260,07	0,00%
ΟΘΩΝΟΙ	0,44	0,26	0,00	47,96	730,55	264,11	0,00%
ΠΑΤΜΟΣ	6,60	5,90	289,95	1.163,45	316,10	225,52	19,95%
ΣΕΡΙΦΟΣ	5,60	3,42	13,04	525,97	403,34	228,05	2,42%
ΣΙΦΝΟΣ	8,80	6,22	34,53	1.144,59	395,65	241,24	2,93%
ΣΚΥΡΟΣ	6,90	4,65	22,35	1.232,10	340,72	221,34	1,78%
ΣΥΜΗ	8,20	3,84	11,63	1.025,28	351,81	224,50	1,12%

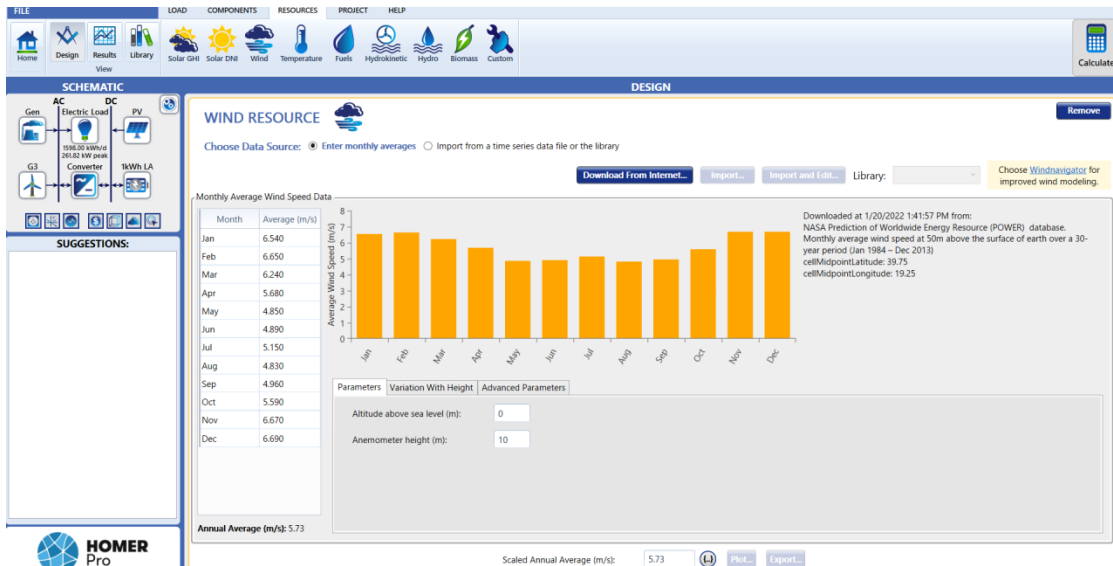
* Οι μονάδες είναι συνολικές αναθέρμανσης

Πίνακας 4.2.1 Πληροφορίες ενέργειας

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε την εγκατεστημένη ισχύς στα 0,44 MW με μέγιστη ετήσια αιχμή στα 0,260 MW με ενέργεια θερμικών μονάδων 47.96 MWh και την τιμή της MWh τον Ιανουάριο του 2018 στα 730 ευρώ. Στο νησί των Οθωνών η ημερήσια τιμή είναι 1598 KW ενώ η χαμηλότερη ωριαία να είναι 70 KW. Από όλα τα παραπάνω βλέπουμε πως ένα τόσο μικρό νησί και με μικρές καταναλώσεις βρίσκετε μέσα στα πρώτα πέντε ποιο ακριβά νησιά λόγω μη συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και της μη διασύνδεσης του νησιού.. Στην επιβάρυνση όμως του κόστους ενέργειας, έρχεται να συμβάλει και το απαρχαιωμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς τα τελευταία χρόνια είναι πάγιο αίτημα των κατοίκων διότι κατά τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζει πολλά προβλήματα με πολλές διακοπές ρεύματος. [24]

4.3. Το προτεινόμενο υβριδικό σύστημα

Το νησί των Οθωνών, για να μπορέσουμε να το κάνουμε ενεργειακά αυτόνομο αλλά και με χαμηλό κόστος KWh, θα πρέπει να εντάξουμε στο σύστημα μονάδες παραγωγής ΑΠΕ και αποθηκευτικά συστήματα, σε τέτοιο βαθμό ώστε οι συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής να είναι σε στάση – εφεδρεία. Στο νησί τα στοιχεία που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε είναι ο άνεμος και ο ήλιος καθώς δεν διαθέτει υδάτινους πόρους ή άλλες εναλλακτικές καύσιμες ύλες όπως απόβλητα κ.α. διότι οι κάτοικοι είναι ελάχιστοι με αποτέλεσμα να μην μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τέτοιων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.



Εικόνα 4.3.1 Αιολικό δυναμικό του νησιού(23:)



Εικόνα 4.3.2 Ηλιοφάνεια του νησιού(23:)

Μία άλλη πηγή θα μπορούσε να είναι τα κύματα ή το υδρογόνο, αλλά σε νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα όπως οι Οθωνοί δεν θα το προσεγγίζαν ποτέ επενδυτές λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής καθώς δεν μπορούν να πουλήσουν την περίσσια ενέργεια όπως θα δούμε στην προσομοίωση. Μετά από όλα τα παραπάνω, στην μελέτη θα συμπεριλάβουμε τις ίδιες συμβατικές μονάδες που είναι εγκατεστημένες, φωτοβολταϊκό πάρκο, μετατροπέα (converter), μπαταρίες και ανεμογεννήτρια σαν συμπληρωματική λόγω του μεγάλου κόστους εγκατάστασης αλλά να είναι ικανή να καλύψει το φορτίο.



Εικόνα 4.3.3 Το προτεινόμενο σύστημα ΑΠΕ(22k)

Στο παραπάνω σύστημα δεν θα βάλουμε όρια και τιμές καθώς στο HOMER θα τα υπολογίσει με τις διεθνείς μέσες που διαθέτει το πρόγραμμα.

4.3.1. Αρχές λειτουργίας του συστήματος

Το σύστημα που συμπεριλάβαμε στη μελέτη θα λειτουργεί κατά τον εξής τρόπο:

- Όταν οι μονάδες ΑΠΕ έχουν υψηλή παραγωγή και καλύπτουν το φορτίο του νησιού οι συμβατικές γεννήτριες τίθενται εκτός παραγωγής σε στάση.
- Στην περίπτωση που οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ υπερκαλύπτουν το φορτίο και έχουμε πλεονάζουσα παραγωγή, τότε την περίσσια ενέργεια την κατευθύνουμε προς τα συστήματα αποθήκευσης, για να την χρησιμοποιήσουμε σε περίοδο που τα ΑΠΕ δεν θα μπορούν να καλύψουν το φορτίο.
- Σε περίπτωση που τα ΑΠΕ συνεχίζουν να έχουν πλεονάζουσα ηλεκτροπαραγωγή και μετά την φόρτιση των μπαταριών, μειώνουμε την παραγωγή με τον έλεγχο – περιορισμό της ανεμογεννήτριας ή με το να θέσουμε εκτός, μέρος του φωτοβολταϊκού αν αυτό απαιτείται και αυτό γιατί δεν υπάρχει διασύνδεση.
- Όταν όμως οι ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες των ΑΠΕ δεν επαρκούν τότε παρεμβαίνουν στο σύστημα οι μπαταρίες για να καλύψουν τη ζήτηση, αν και αυτά δεν επαρκούν τότε παρεμβαίνουν στην ηλεκτροπαραγωγή οι συμβατικές μονάδες.
- Τα συστήματα αποθήκευσης θα είναι πρώτα κατά σειρά που θα απορροφούν την πλεονάζουσα παραγωγή.

- Όλες οι καταστάσεις λειτουργίας όλων των μονάδων που συμμετέχουν (εκκίνηση, στάση, ρυθμίσεις, κ.τ.λ.) θα ελέγχονται με αυτόματο σύστημα, χωρίς την ανάγκη χειριστή.
- Εκτός από την κάλυψη των αναγκών που έχει το νησί στην υπάρχουσα κατάσταση, το υβριδικό σύστημα θα υπολογιστεί έτσι ώστε να μπορεί να καλύψει και επιπλέον ανάγκες κατά 20% σε τυχόν μελλοντική αύξηση του φορτίου χωρίς νέα κατασκευή.
- Τέλος όλο το σύστημα θα παρουσιάζει περιβαλλοντικό ενεργειακό χαρακτήρα για ένα πράσινο νησί.



Εικόνα 4.3.4 Φιλικές για το περιβάλλον λύσεις(<https://pixabay.com/el/photos/>)

Κεφάλαιο 5: Homer Energy

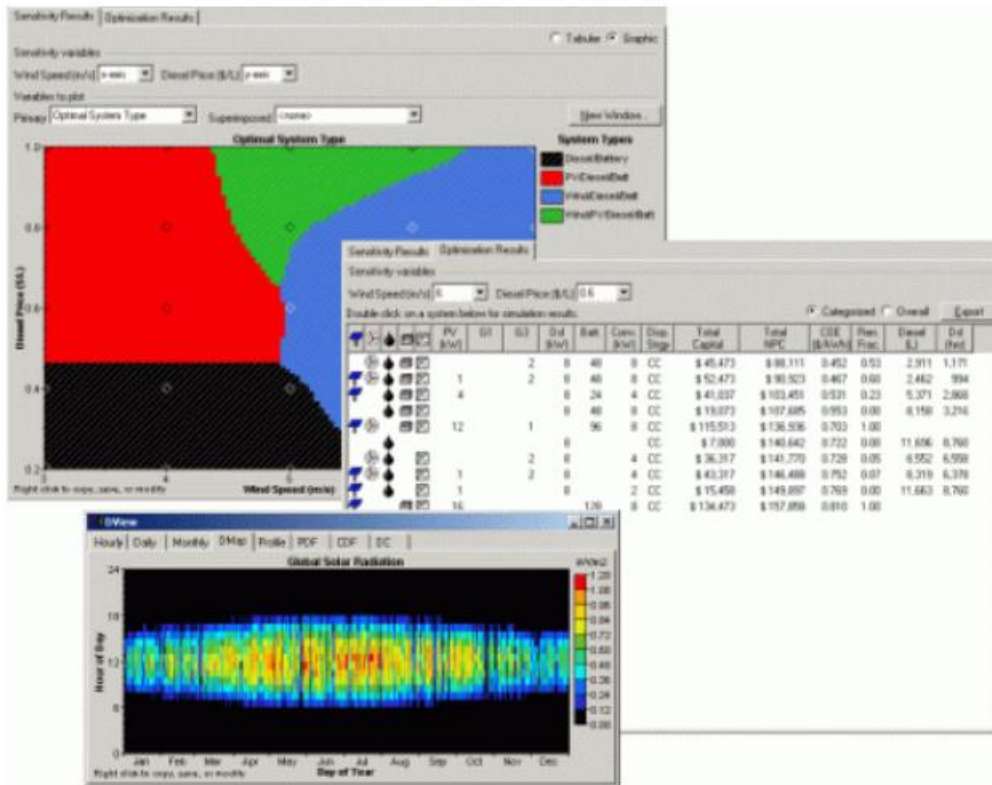
HOMER



Εικόνα 5.1.0 Λογότυπο(25:)

5.1. *Τι είναι το homer*

Homer << Όμηρος >> είναι ένα λογισμικό μοντελοποίησης για ανάλυση αλλά και το σχεδιασμό υβριδικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μελετά την λειτουργία ενός ΣΗΕ σε βάθους χρόνου για την βιωσιμότητα του και την αποδοτικότητα του καθώς και τους κινδύνους της επένδυσης. Αν αναλογιστούμε λοιπόν ότι, τα ΑΠΕ είναι το ταχύτερο αναπτυσσόμενο κομμάτι της βιομηχανίας σε παγκόσμιο επίπεδο, διότι είναι αναγκαίο να μειώσουμε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, τότε μπορούμε να πούμε ότι το HOMER είναι ένα ισχυρό εργαλείο τεχνοοικονομικής ανάλυσης των ΣΗΕ. Ταυτόχρονα κατά την προσομοίωση, εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την παραγόμενη ισχύς, την κατανάλωση καυσίμου, το κόστος έργου, τους εκπεμπόμενους ρύπους, τις ώρες αιχμής, το ποσοστό συμμετοχής της κάθε μονάδος παραγωγής που θα συμμετέχει στο ΣΗΕ και πολλά άλλα που θα αναλύσουμε παρακάτω. [22]



Εικόνα 5.1.1 Δεδομένα από προσομοίωση(25:)

5.2. Ιστορική αναδρομή

Το λογισμικό HOMER αρχικά το 1997 ήταν μία εφαρμογή συμβατή με Microsoft windows γραμμένο σε γλώσσα C++ , κατασκευάστηκε για λογαριασμό της (NREL,National Renewable Energy Laboratory) του Αμερικανικού Εθνικού Οργανισμού για την μελέτη και υπολογισμό των ΑΠΕ. Κατά το έτος 2001 όμως η εταιρία Homer energy (LLC) κυκλοφόρησε την έκδοση 2.0 που έφερε σημαντικές αναβαθμίσεις και είναι διαθέσιμη για ερευνητές και επαγγελματίες του κλάδου της ενέργειας από την πλατφόρμα της HOMER καθώς και νεότερες εκδόσεις.[22]

Λογισμικό HOMER – το αξιόπιστο παγκόσμιο πρότυπο στη μοντελοποίηση υβριδικών συστημάτων ισχύος



HOMER Pro
STANDALONE MICROGRIDS

Εξερευνήστε τις λύσεις με το χαμηλότερο κόστος για απομακρυσμένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, μικροπλέγματα και υπηρεσίες κοινής ωφέλειας νησιών





HOMER Grid
DISTRIBUTED GENERATION

Μείωση του ενεργειακού κόστους και αύξηση της ανθεκτικότητας για τις εγκαταστάσεις που συνδέονται με το δίκτυο και τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων





HOMER Front
UTILITY-SCALE HYBRID SYSTEMS

Μεγιστοποίηση της απόδοσης των συστημάτων αποθήκευσης σε κλίμακα χρησιμότητας, με ή χωρίς ηλιακό

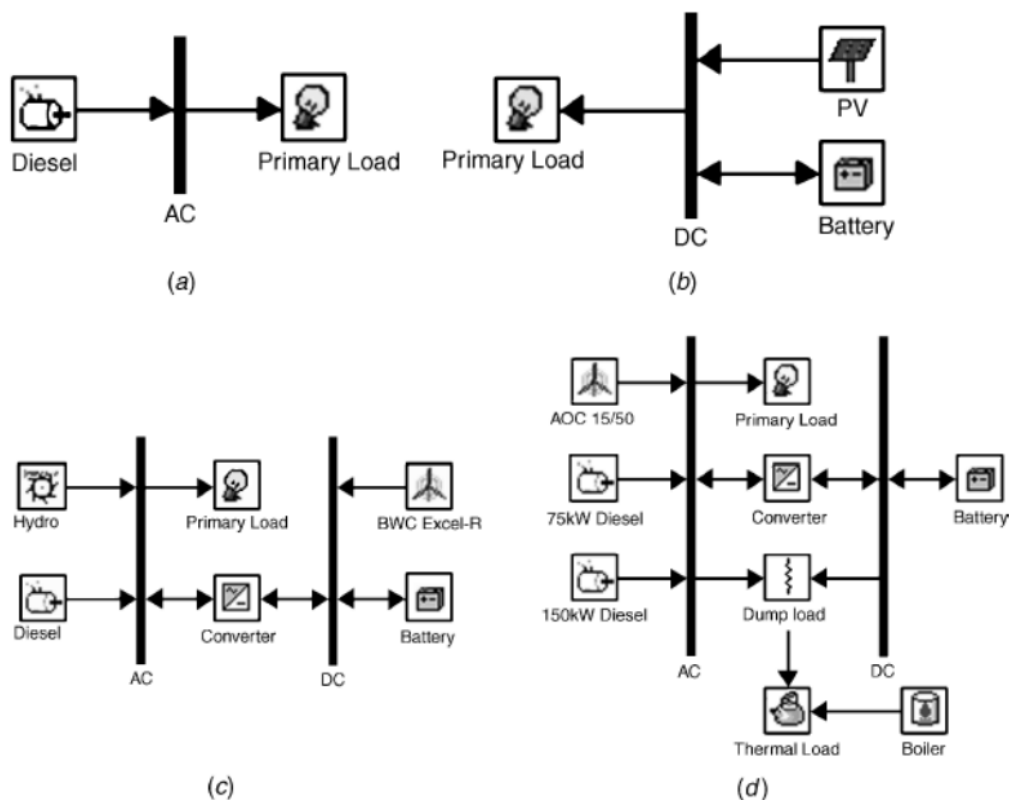


Εικόνα 5.2 Νεότερες εκδόσεις(23:)

Σήμερα πλέον χρήση του HOMER κάνουν περισσότεροι από 250.000 σχεδιαστές και προγραμματιστές σε περισσότερες από 190 χώρες.

5.3. Τρόπος λειτουργίας του HOMER

Ο σχεδιασμός και η ανάλυση όμως τέτοιων συστημάτων, που συνδυάζουν πολλές και διαφορετικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι πολύ δύσκολος λόγω των πολλών συνδυασμών - μεταβλητών που προκύπτουν. Το πρόβλημα αυτό γίνεται ακόμα μεγαλύτερο όταν στο σύστημα συμμετέχουν και ΑΠΕ, όπου σημαντικό ρόλο παίζουν οι εποχιακές μεταβολές ως προς την παραγωγή ενέργειας αυτών. Εδώ λοιπόν έρχεται το HOMER για να κάνει την προσομοίωση, την βελτιστοποίηση, καθώς και την ανάλυση ευαισθησίας, προσδιορίζοντας όλες τις μεταβλητές των πόρων του συστήματος. Στο HOMER, εισάγονται τα δεδομένα από το χρήστη ανάλογα με την κάθε περίπτωση όπως, οι μονάδες παραγωγής που θα συμμετέχουν στο σχεδιασμό του συστήματος και τα οικονομικά στοιχεία ακόμα και μεταβολές αυτών σε βάθος χρόνου. [25]



Εικόνα 5.3 Διάφορες περιπτώσεις που προσομοιώνει το HOMER(22:)

5.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά του HOMER

- Εξετάζει την βιωσιμότητα ενός ΣΗΕ
- Αξιολογεί τεχνικές λύσεις ως προς τον συνδυασμό μονάδων παραγωγής για την πλήρη κάλυψη των αναγκών.

- Παρουσιάζει όλους τους συνδυασμούς οικονομικών και άλλων περιορισμών.
- Βελτιστοποιεί το σχεδιασμό αυτόνομων ΣΗΕ.[25]

5.3.2 Βασικός στόχος του HOMER

- Μέγιστη παραγωγή ενέργειας με το μικρότερο κόστος.
- Τον καλύτερο συνδυασμό του συστήματος ώστε να καλύπτει το φορτίο με το ελάχιστο δυνατό κόστος, δηλαδή το ισοζύγιο του ΣΗΕ.
- Αναζήτηση βέλτιστου συνδυασμού για όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

Στο HOMER εισάγοντας τα δεδομένα, μπορεί να μας δώσει απαντήσεις σε πολλά ερωτήματα που προκύπτουν κατά τον σχεδιασμό και την προσομοίωση όπως:[25]

- Το μέγεθος κάθε μονάδος συμμετοχής ώστε να είναι επαρκείς του φορτίου μου.
- Τι είδος συμβατικές μονάδες πρέπει να χρησιμοποιήσουμε.
- Πως η τιμή του καυσίμου επηρεάζει την οικονομική βιωσιμότητα
- Είναι οικονομικότερο το σύστημα εάν προσθέσουμε μονάδες ΑΠΕ και πόσες ώστε να εξασφαλίσουμε την επένδυση
- Μπορούμε να κάνουμε χρήση μπαταριών, ποιο το μέγεθος και το κόστος.
- Με την αποθήκευση της ενέργειας μπορώ να κάνω χρήση μόνο των ΑΠΕ και πολλά άλλα.

Πηγές ισχύος	Ηλιακά φωτοβολταϊκά
	Ανεμογεννήτριες
	Υδροηλεκτρικές μονάδες
	Μονάδες βιομάζας
	Γεννήτριες (ντήζελ, βενζίνη, βιοαέριο, εναλλακτικά καύσιμα)
	Ηλεκτρικό δίκτυο κοινής ωφέλειας
	Μικροστρόβιλοι
	Κυψέλες καυσίμου
Αποθηκευτικά μέσα	Σφόνδυλοι
	Συστοιχία συσσωρευτών
	Συσσωρευτές ροής
	Υδρογόνο
Φορτία	Καθημερινού προφίλ με εποχιακή διακύμανση
	Δευτερεύοντα διακοπτόμενης λειτουργίας φορτία (άντληση νερού, ψύξη)
	Θερμικά (θέρμανση χώρων, ξήρανση καλλιεργειών)
	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης

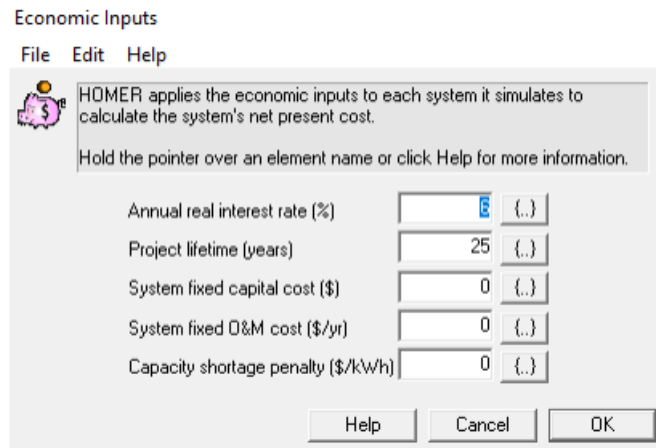
Πίνακας 5.1 Πεδίο δράσης του HOMER

5.4 Αρχές λειτουργίας

Οικονομικά δεδομένα:

- Αρχικό κόστος αγοράς μονάδων.
- Την διάρκεια ζωής κάθε μονάδος.

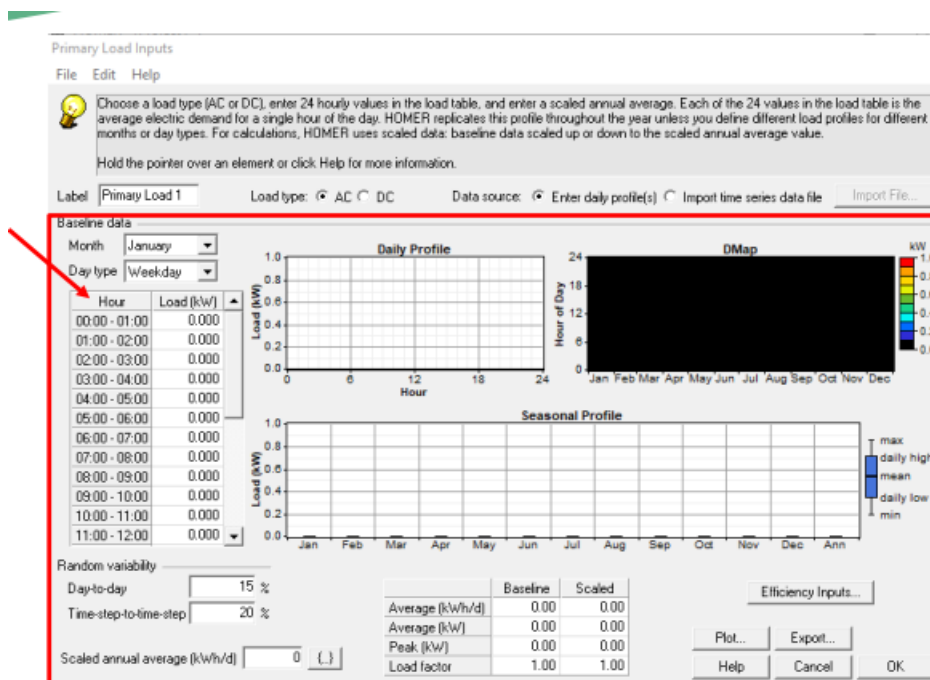
- Το κόστος αντικατάστασης.
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης



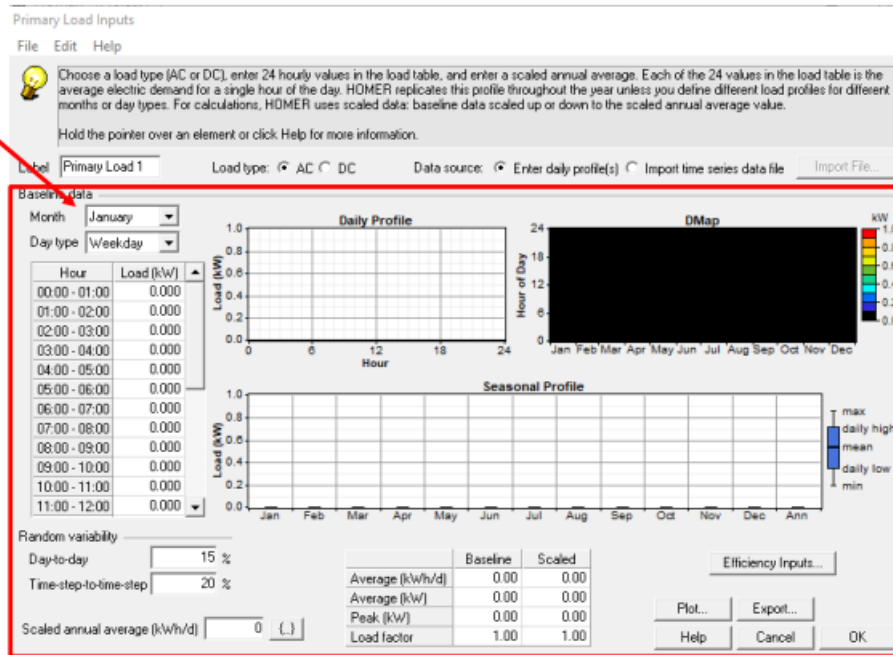
Εικόνα 5.4 Επιτόκιο και διάρκεια ζωής έργου(25:)

Μοντελοποίηση φορτίου:

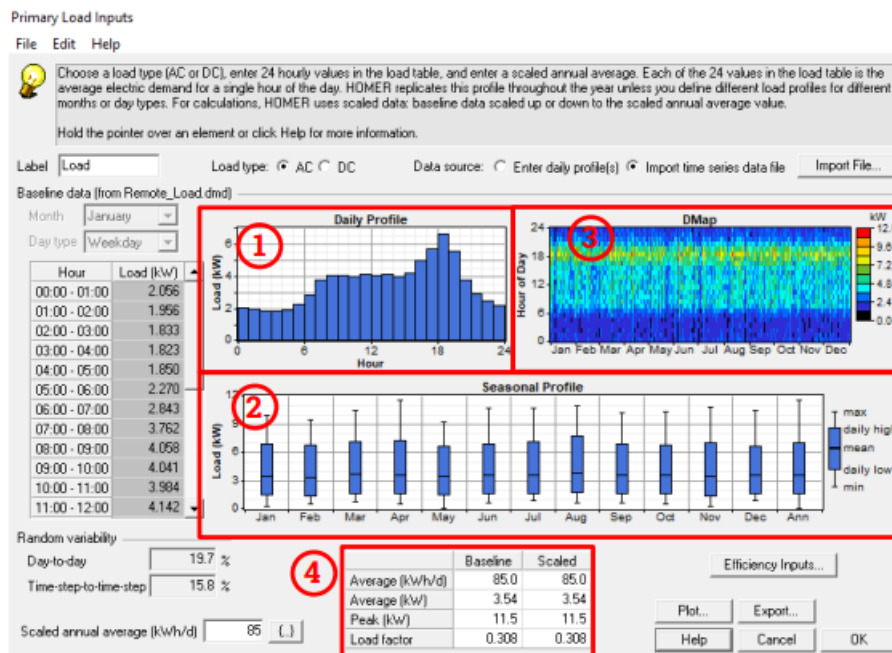
- Εισάγουμε τοπικά δεδομένα για κάθε μήνα.
- Ημερήσιο προφίλ φορτίου.
- Εποχικό προφίλ φορτίου.
- Για όλο το χρόνο.
- Εισάγουμε αριθμητικά αποτελέσματα.



Εικόνα 5.4.1 Ωριαία επιλογή φορτίου(25:)



Εικόνα 5.4.2 Μηνιαία επιλογή φορτίου(25:)



Εικόνα 5.4.3 Μοντελοποίηση του φορτίου παράδειγμα(25:)

Εισαγωγή μονάδων παραγωγής:

- Επιλογή συμβατικών μονάδων
- Επιλογή μονάδων ΑΠΕ
- Εισαγωγή μετατροπέων DC-AC
- Εισαγωγή μπαταριών

Σε όλα τα παραπάνω ορίζουμε τα κόστη και τη διάρκεια ζωής του έργου.

Μοντελοποίηση:

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Costs

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)

(.) (.) (.)

Sizes to consider

Size (kW)
0.000

Cost Curve

Properties

Output current: AC DC

Lifetime (years): (.)

Derating factor (%): (.)

Slope (degrees): (.)

Azimuth (degrees W of S): (.)

Ground reflectance (%): (.)

Advanced

Tracking system:

Consider effect of temperature

Temperature coeff. of power (%/°C): (.)

Nominal operating cell temp. (°C): (.)

Efficiency at std. test conditions (%): (.)

Help Cancel OK

Εικόνα 5.4.4 Κόστος φωτοβολταϊκών(25:)

HOMER uses the solar resource inputs to calculate the PV array power for each hour of the year. Enter the latitude, and either an average daily radiation value or an average clearness index for each month. HOMER uses the latitude value to calculate the average daily radiation from the clearness index and vice-versa.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Location

Latitude: ° North South Time zone: [GMT+02:00] Eastern Europe, East Central Africa

Longitude: ° East West

Data source: Enter monthly averages Import time series data file (3)

Baseline data

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m ² /d)
January	0.467	1.940
February	0.482	2.680
March	0.499	3.770
April	0.473	4.530
May	0.494	5.440
June	0.573	6.640
July	0.587	6.620
August	0.577	5.820
September	0.545	4.490
October	0.500	3.070
November	0.446	1.990
December	0.416	1.550
Average	0.520	4.052

(1)

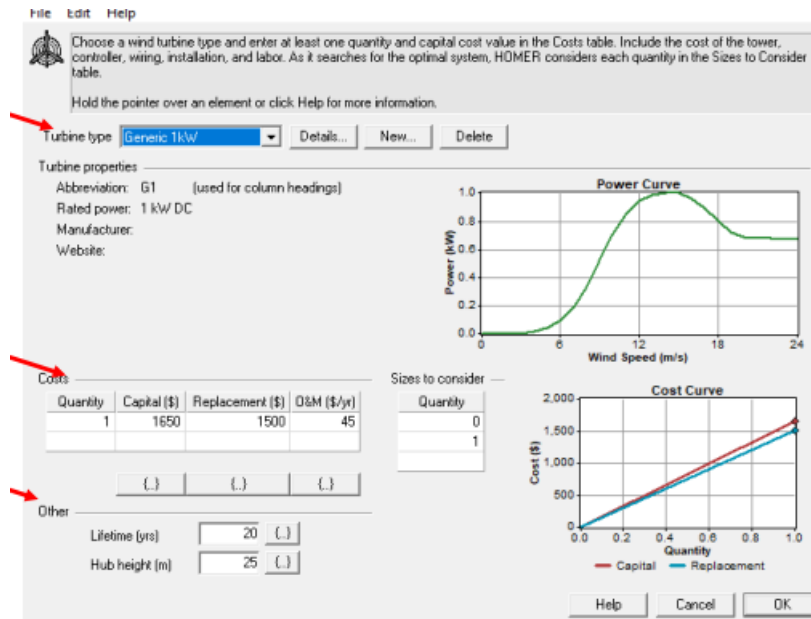
Global Horizontal Radiation

(2)

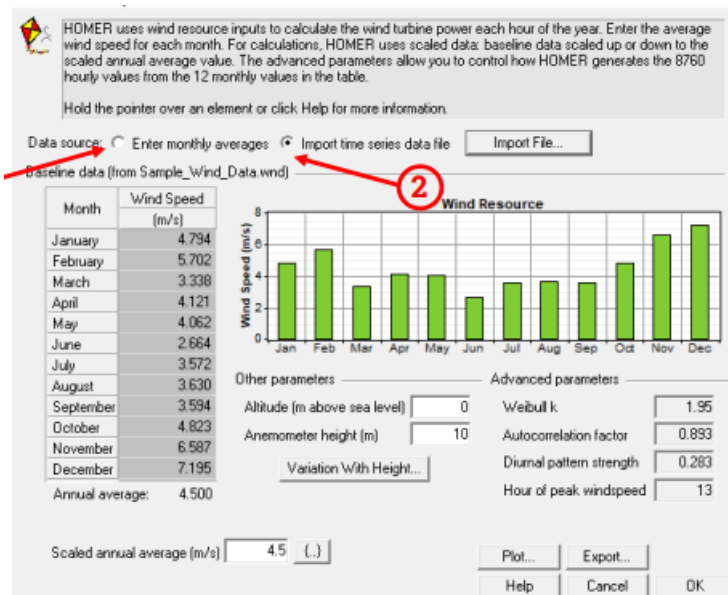
Scaled annual average (kWh/m²/d): (.)

Plot... Export... Help Cancel OK

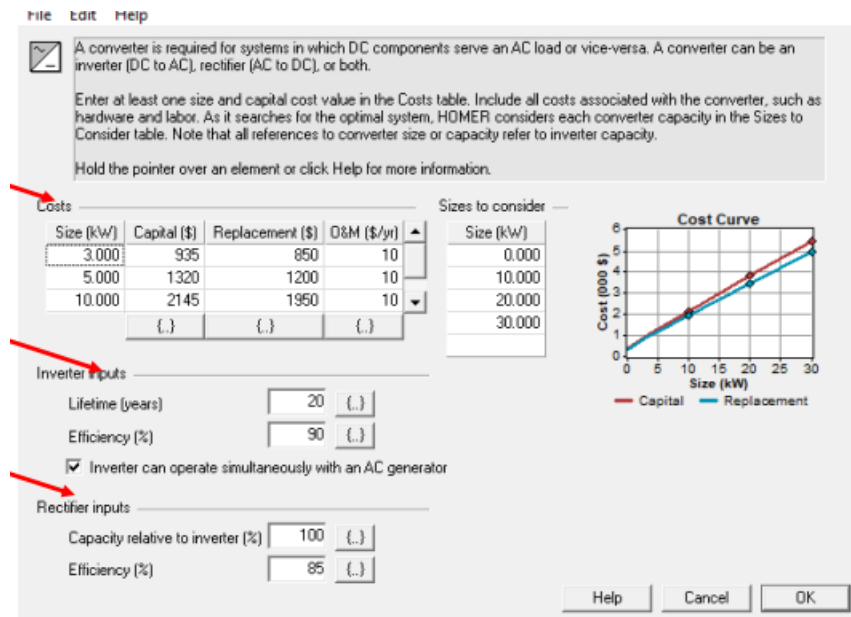
Εικόνα 5.4.5 Φωτοβολταϊκό ηλιοφάνεια(25:)



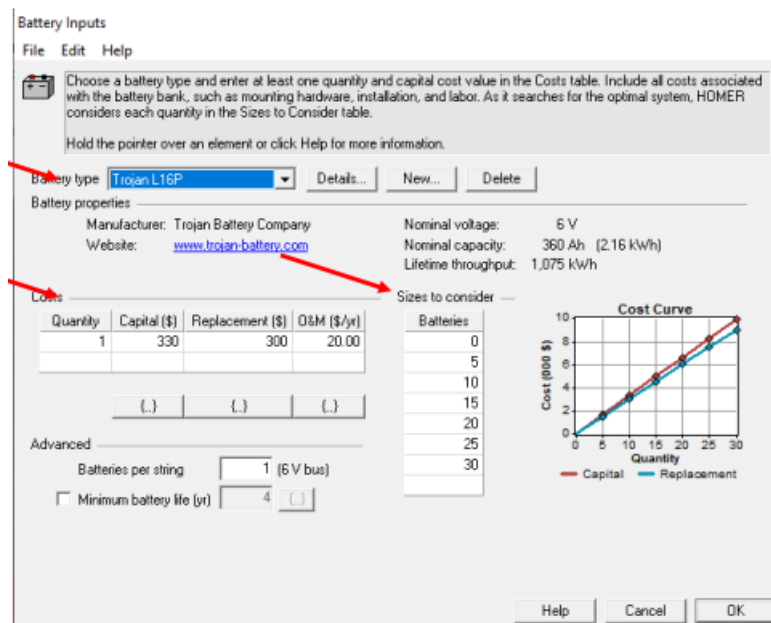
Εικόνα 5.4.6 Αιολικά κόστη(25:)



Εικόνα 5.4.7 Αιολικό, δυναμικό(25:)



Εικόνα 5.4.8 Δεδομένα μετατροπέα(25:)



Εικόνα 5.4.9 Μπαταρίες(25:)

Στις παραπάνω εικόνες είδαμε, πως εισάγονται τα δεδομένα στο HOMER για κάθε μελέτη των συμβατικών, αλλά και τον μονάδων ΑΠΕ που συμμετέχουν σε ένα υβριδικό σύστημα.

Για την επεξήγηση εισαγωγή δεδομένων και μοντελοποίηση των μονάδων, κάναμε χρήση την έκδοση του HOMER (V.2.68 beta 2012) που χρησιμοποιήσαμε κατά την διδασκαλία του μαθήματος Ενέργεια Οικονομία και Αγορές Ενέργειας που διδάσκετε στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

5.5 Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση μικροδικτύου

Στην μελέτη που ακολουθεί παρακάτω θα κάνουμε χρήση μιας νεότερης έκδοσης το HOMER pro 3.14.5 evaluation. Η περιοχή που επιλέξαμε είναι το νησί των Οθωνών όπου αναλύσαμε στο κεφάλαιο 4. Κατά το σχεδιασμό θα λάβουμε υπόψη, την εγκατεστημένη ισχύ από γεννήτριες ντίζελ που είναι εγκατεστημένες στο νησί, όπου είναι και ο βασικός λόγος που το νησί κατατάσσεται πέμπτο κατά σειρά στα μη διασυνδεδεμένα νησιά με την υψηλότερη τιμή kWh όπως αυτό φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10	Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα Υπόλοιπα ΜΔΝ – Ιανουάριος 2018						
	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΔΝ	ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 2016 (MW)	ΜΕΓΙΣΤΗ* ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΧΜΗ ΖΗΤΗΣΗΣ 2016 (MW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MWh)**	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (MWh)	ΜΠΚΠ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΜΜΚ_ΜΔΝ (€/MWh)
ΑΓΙΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	0,76	0,31	0,00	95,14	523,40	257,88	0,00%
ΑΓΑΘΟΝΗΣΙ	0,52	0,20	0,00	61,76	1.241,31	273,54	0,00%
ΑΜΟΡΓΟΣ	4,22	3,15	25,42	681,22	371,13	227,47	3,60%
ΑΝΑΦΗ	0,80	0,59	0,00	81,03	642,65	294,00	0,00%
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	0,36	0,11	0,00	21,82	1.279,47	380,54	0,00%
ΑΡΚΙΟΙ	0,36	0,14	0,00	20,33	990,15	340,69	0,00%
ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	3,30	2,21	32,08	475,28	354,49	211,01	6,32%
ΓΑΥΔΟΣ	0,36	0,12	0,00	37,60	729,75	269,32	0,00%
ΔΟΝΟΥΣΑ	0,50	0,36	0,00	52,95	1.283,38	283,73	0,00%
ΕΡΕΙΚΟΥΣΑ	0,53	0,35	0,00	67,37	704,13	331,92	0,00%
ΘΗΡΑ	71,92	42,80	54,65	9.591,55	177,83	103,50	0,57%
ΙΚΑΡΙΑ	13,56	6,70	274,69	2.190,50	274,66	132,33	11,14%
ΚΥΘΝΟΣ	4,90	2,98	24,14	628,13	416,23	229,97	3,70%
ΜΕΓΙΣΤΗ	1,32	0,91	0,00	265,66	470,14	260,07	0,00%
ΟΘΩΝΟΙ	0,44	0,26	0,00	47,96	730,55	264,11	0,00%
ΠΑΤΜΟΣ	6,60	5,90	289,95	1.163,45	316,10	225,52	19,95%
ΣΕΡΙΦΟΣ	5,60	3,42	13,04	525,97	403,34	228,05	2,42%
ΣΙΦΝΟΣ	8,80	6,22	34,53	1.144,59	395,65	241,24	2,93%
ΣΚΥΡΟΣ	6,90	4,65	22,35	1.232,10	340,72	221,34	1,78%
ΣΥΜΗ	8,20	3,84	11,63	1.025,28	351,81	224,50	1,12%

* Οι τιμές είναι στιγμιαίες αναβάσεις
**Συμπεριλαμβάνονται τα ΦθB Ειδικού Προγράμματος και τα Net Metering

Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών

Πίνακας 5.2 Ηλεκτροπαραγωγή ΜΔΝ(24)

Στη συγκεκριμένη μελέτη σκοπός είναι να βρεθεί, για κάθε σενάριο ο βέλτιστος τεχνικο-οικονομικός σχεδιασμός στη βάση του ελάχιστου καθαρού παρόντος κόστους (NPC) λαμβάνοντας υπόψη πραγματικό επιτόκιο 6% και διάρκεια ζωής του έργου τα 20 έτη όπου θα αποτελείτε από:

- Γεννήτρια ντίζελ
- Φωτοβολταϊκό πάρκο
- Ανεμογεννήτριες
- Converter
- Μπαταρίες αποθήκευσης ενέργειας

Κατά την προσομοίωση το Homer θα μας αποδώσει το βέλτιστο συνδυασμό για:

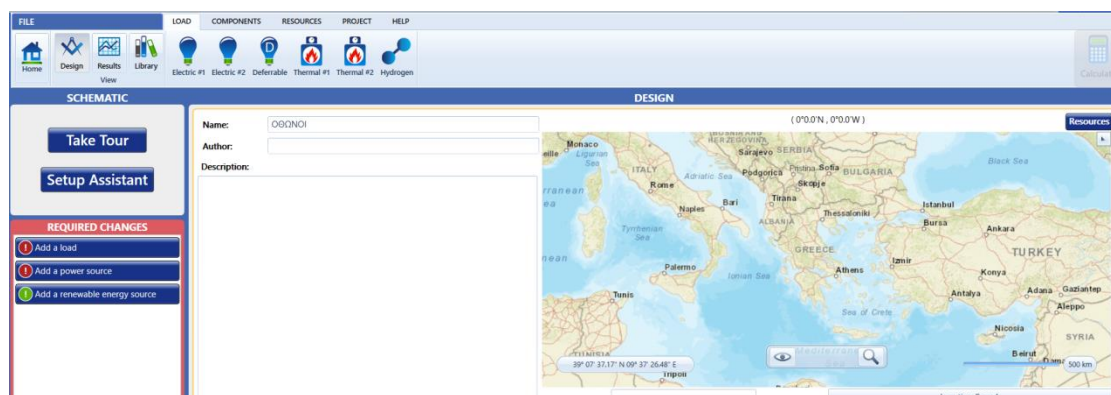
- Τα κόστη και την βιωσιμότητα του έργου
- Το μέγεθος φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

- Τον αριθμό των ανεμογεννητριών
- Το μέγεθος γεννήτριας ντίζελ
- Το μέγεθος του converter
- Τον αριθμό μπαταριών και πολλά άλλα που θα δούμε και θα αναλύσουμε παρακάτω.

5.5.1 Εισαγωγή δεδομένων της μελέτης

Βήμα πρώτο.

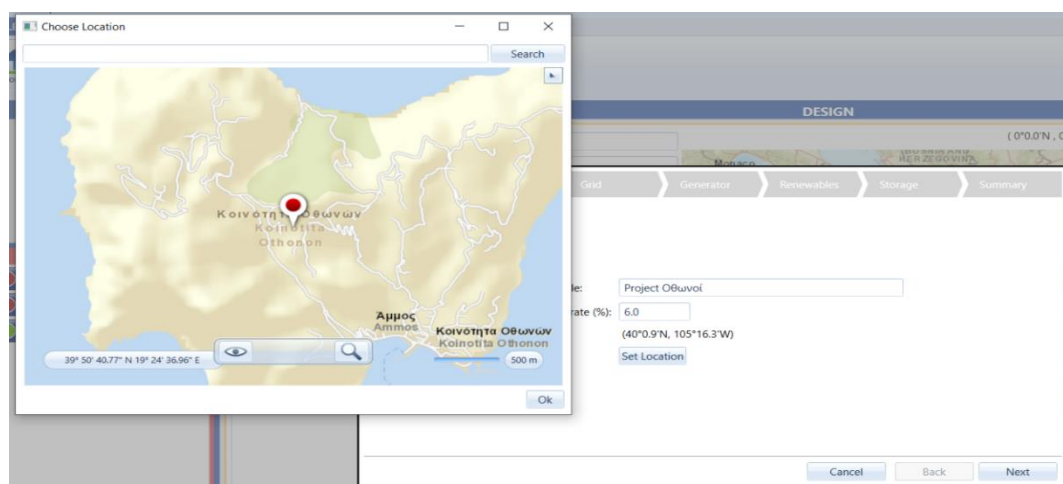
Δημιουργούμε ένα νέο PROJECT



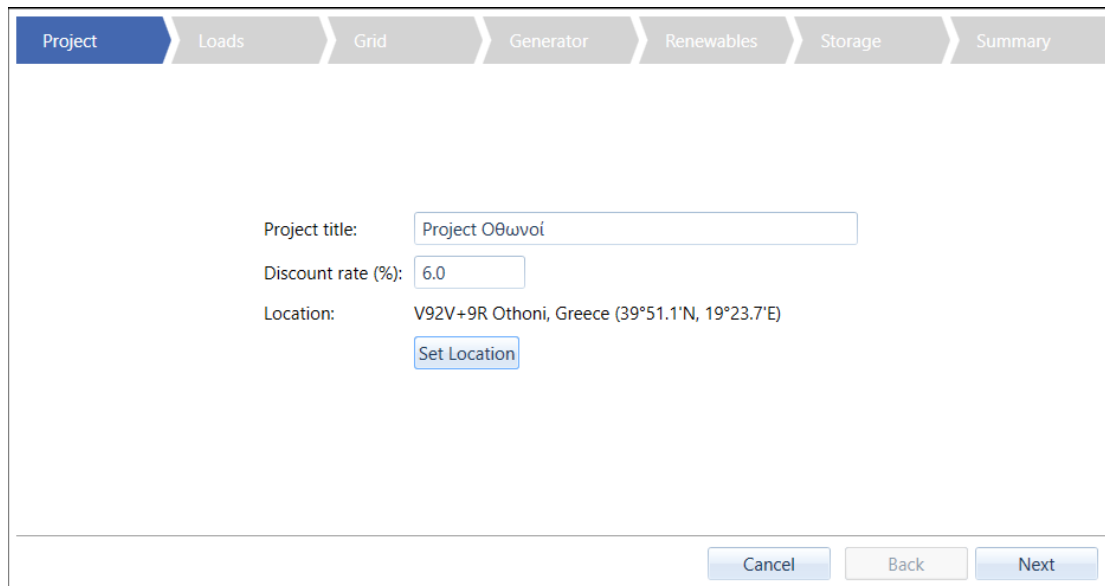
Εικόνα 5.5 Δημιουργία νέας μελέτης(23:)

Βήμα δεύτερο.

Επιλογή περιοχής, στο νέο Homer pro, τα πράγματα γίνονται ποιο εύκολα διότι μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε την περιοχή μελέτης πάνω στο χάρτη που είναι διαθέσιμος από το πρόγραμμα, με απαραίτητη προϋπόθεση να είμαστε συνδεδεμένοι στο internet.

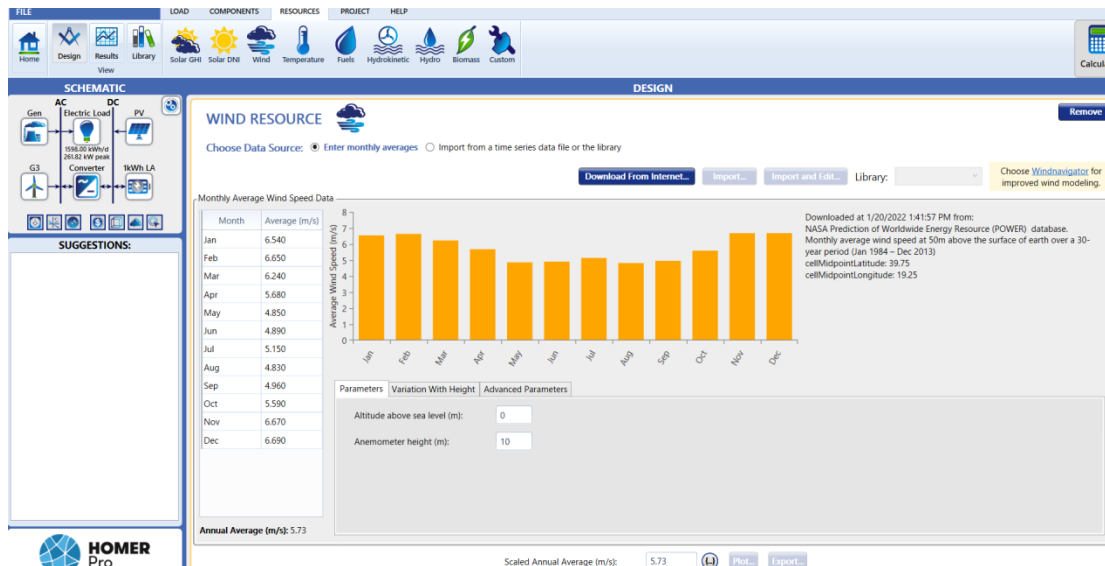


Εικόνα 5.5.1 Επιλογή περιοχής μελέτης(23:)



Εικόνα 5.5.2 Εμφάνιση συντεταγμένων περιοχής μελέτης(23:)

Όπως βλέπουμε στις παραπάνω εικόνες το Homer έχει εισάγει τις γεωγραφικές συντεταγμένες και έχει ιδεί στη διάθεση του ο χρήστης το αιολικό δυναμικό και η ηλιοφάνεια της περιοχής που έχουμε επιλέξει όπως φαίνετε στις δύο εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 5.5.3 Αιολικό δυναμικό περιοχής μελέτης(23:)

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε ότι, το αιολικό δυναμικό των Οθωνών όπως προκύπτει από συλλογή δεδομένων 30 ετών από 1984 έως 2013, παρουσιάζει ανέμους της τάξης: min 5,150 m/sec, max 6,690 m/sec και μέση τιμή τα 5,73 m/sec.

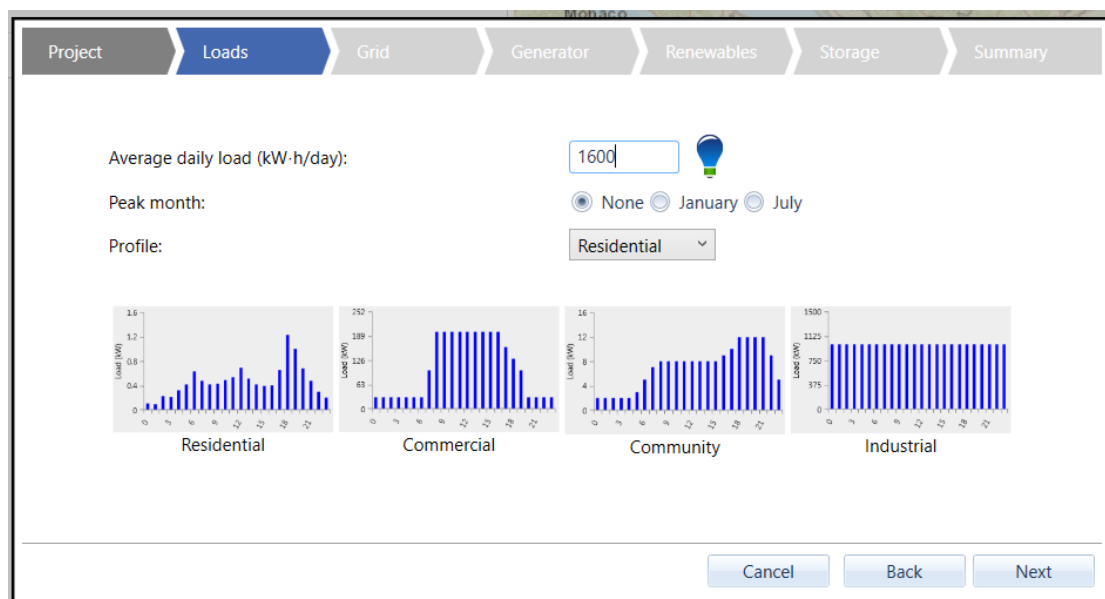


Εικόνα 5.5.4 Ηλιοφάνεια περιοχής μελέτης(23):

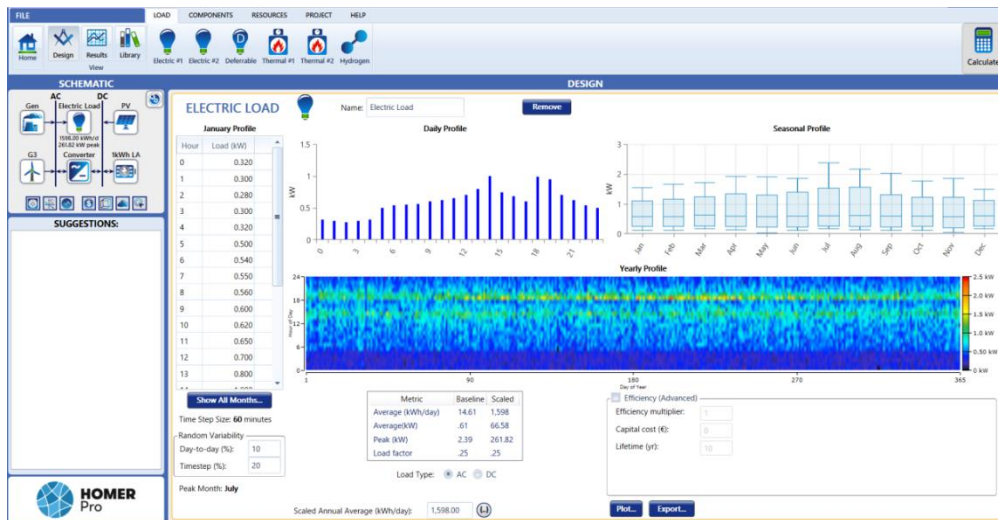
Η παραπάνω εικόνα μας δίνει την ηλιοφάνεια του νησιού με δεδομένα 22 ετών από το 1983 έως 2005 με min 0,461 και 1770 kwh/m/day με max 0,705 και 7960 kwh/m/day.

Βήμα τρίτο.

Εισάγουμε το φορτίο της περιοχής που στην συγκεκριμένη μελέτη έχουμε πάρει από το πληροφοριακό δελτίο της ΔΕΔΔΗΕ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά για το έτος 2018. Στο συγκεκριμένο δελτίο μας δίνει 1600 kwh μέση ημερήσια με μέγιστη στα 2600 kwh το οποίο έχουμε βάλει κατά τον μήνα Ιούλιο όπου στο νησί εκτός από κατοικίες που είναι το κύριο φορτίο συμμετέχουν και μικρές εποχικές επιχειρήσεις. Κατά την εισαγωγή φορτίου βάζουμε τις ωριαίες μεταβολές για όλες τις ημέρες και μήνες του έτους όπως θα δούμε στις εικόνες που ακολουθούν.



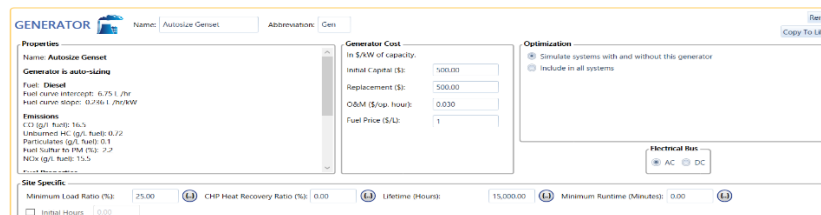
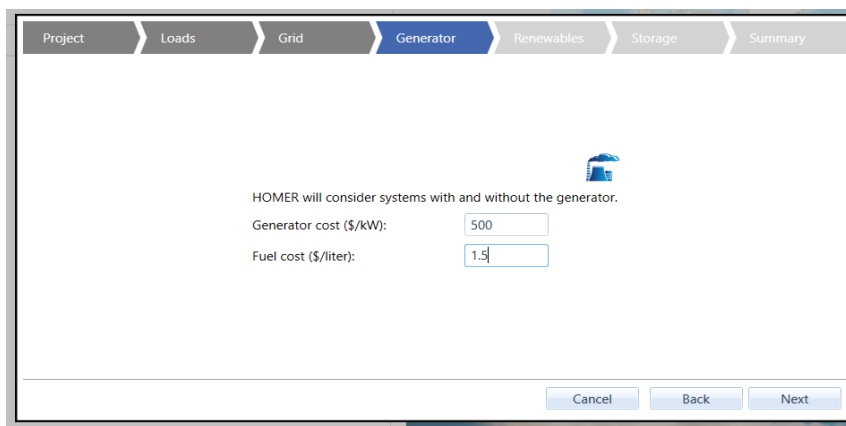
Εικόνα 5.5.5 Επιλογή είδος φορτίου και μέγεθος(23):



Εικόνα 5.5.6 Ωριαίες και μηνιαίες μεταβολές(23:)


Βήμα τέταρτο.


Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπουμε πως εισάγουμε όλες τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που έχουμε επιλέξει να συμμετέχουν στο σύστημα, συμβατικές και ΑΠΕ. Τα κόστη εγκατάστασης και αντικατάστασης για κάθε σύστημα, τα οποία επιλέξαμε από τις μέσες διεθνείς τιμές που μας έχει διαθέσιμες το πρόγραμμα και όχι κάποιας συγκεκριμένης εταιρίας τις οποίες το πρόγραμμα επίσης μας δίνει δυνατότητα επιλογής. Αυτό το κάναμε διότι, ο σκοπός είναι να βρούμε το σύστημα που είναι κατάλληλο για το νησί, με τον καλύτερο συνδυασμό μονάδων και όχι να συγκρίνουμε τιμές διαφόρων εταιριών καθώς πλέον στην αγορά υπάρχει πληθώρα επιλογών.




Εικόνα 5.5.7 Εισαγωγή συμβατικής μονάδας και τιμή καυσίμου(23:)

Project > Loads > Grid > Generator > **Renewables** > Storage > Summary

PV  Capital cost (\$/kW):

Wind turbine  Wind turbine type:
Capital cost (\$/turbine):

PV  Name: Abbreviation:

Properties
Name: **Generic flat plate PV**
Abbreviation: **PV**
Panel Type: **Flat plate**
Rated Capacity (kW): 1
Manufacturer: **Generic**
www.homerenergy.com
Notes:
This is a generic PV system.

Cost


Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	2,500.00	2,500.00	10.00

Lifetime time (years):

Site Specific Input
Derating Factor (%):

Electrical Bus
 AC DC

Sizing
 HOMER Optimizer™
 Search Space
 Advanced

WIND TURBINE  Name: Abbreviation:

Properties
Name: **Generic 3 kW**
Abbreviation: **G3**
Rated Capacity (kW): 3
Manufacturer: **Generic**
www.homerenergy.com
Notes:

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$18,000.00	\$18,000.00	\$360.00

Click here to add new item

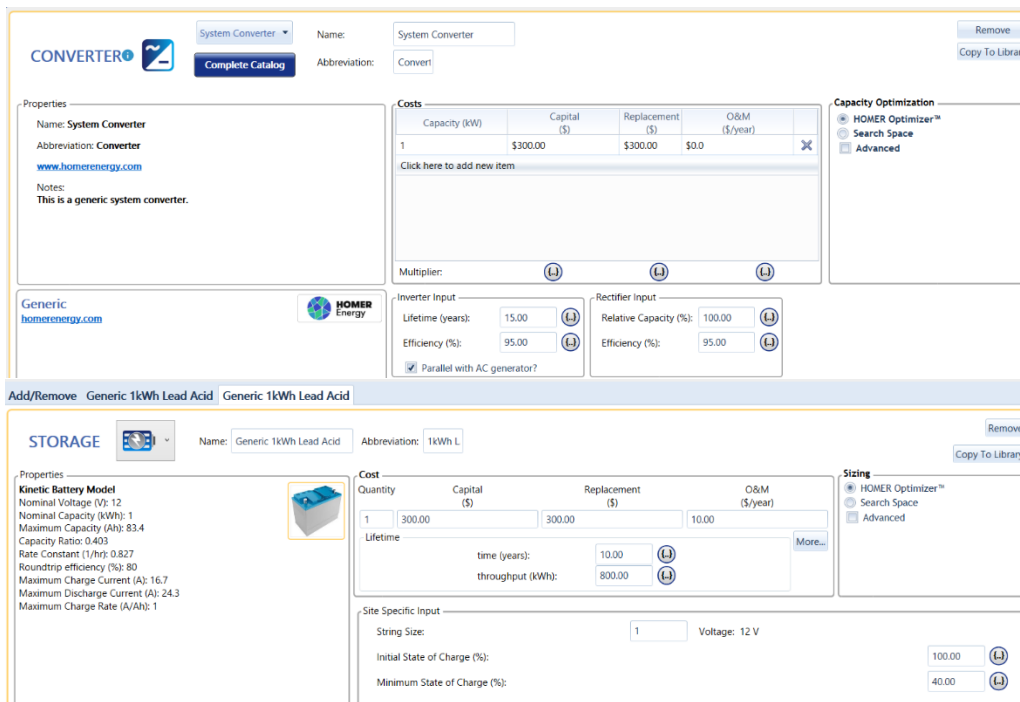
Multiplier:

Site Specific Input
Lifetime (years): Hub Height (m): Consider ambient temperature effects?

Quantity Optimization
 HOMER Optimizer™
 Search Space
 Advanced

Electrical Bus
 AC DC

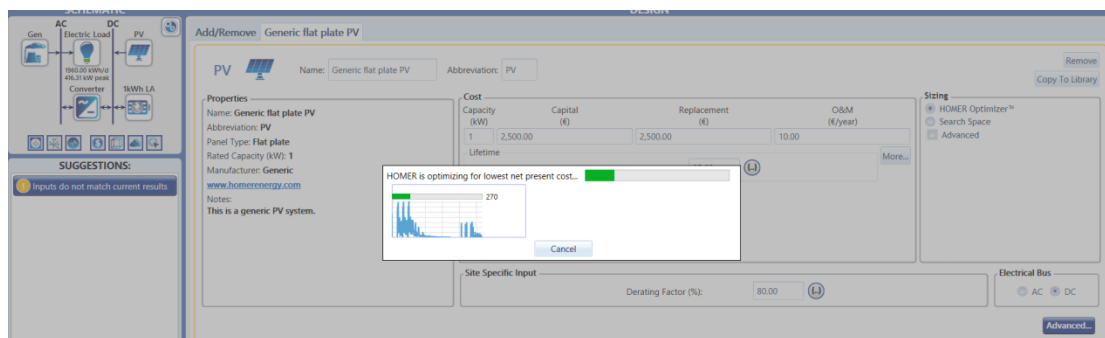
Εικόνα 5.5.8 Εισαγωγή μονάδων ΑΠΕ(23:)



Εικόνα 5.5.9 Εισαγωγή converter και μπαταριών(23:)

Βήμα πέμπτο.

Έχουμε ολοκληρώσει πλέον την εισαγωγή μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τα οικονομικά δεδομένα, κόστη εγκατάστασης – αντικατάστασης και συντήρησης μονάδων, επιτόκιο, διάρκεια έργου, τιμές καυσίμου και πολλά άλλα που αφορούν την μελέτη. Προχωράμε στην προσομοίωση του συστήματος, όπου το πρόγραμμα θα μας εμφανίσει τον καλύτερο συνδυασμό μονάδων και την καλύτερη οικονομοτεχνική ανάλυση.

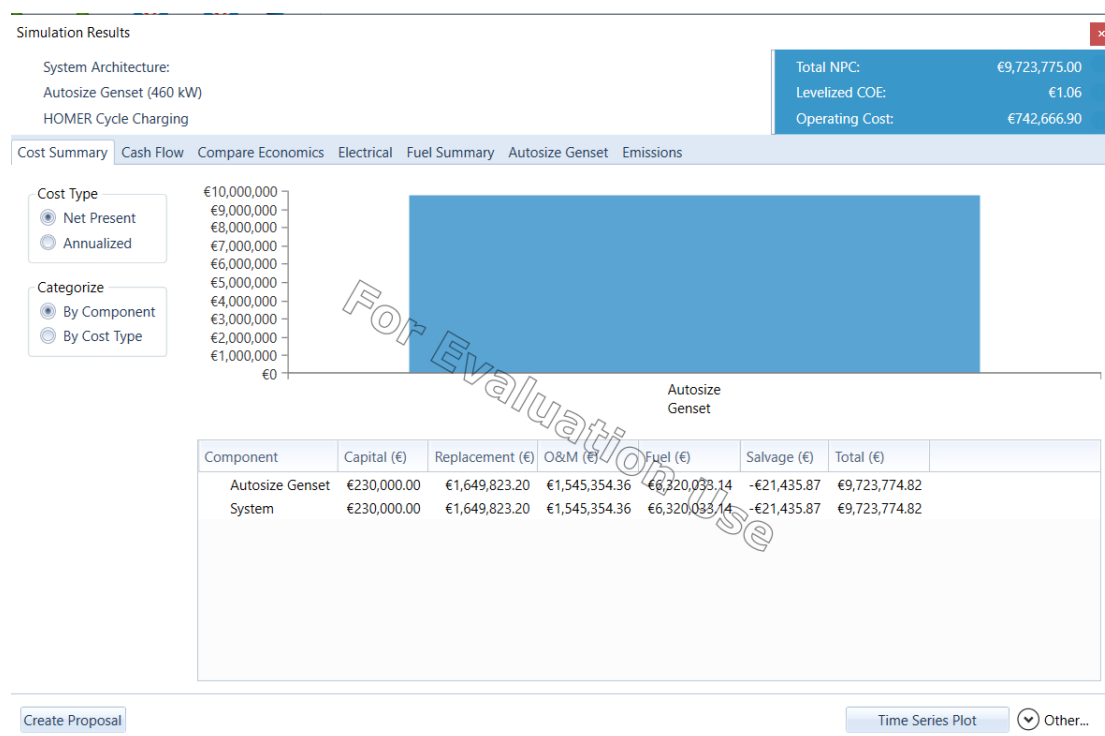


Εικόνα 5.5.10 Διαδικασία προσομοίωσης(23:)

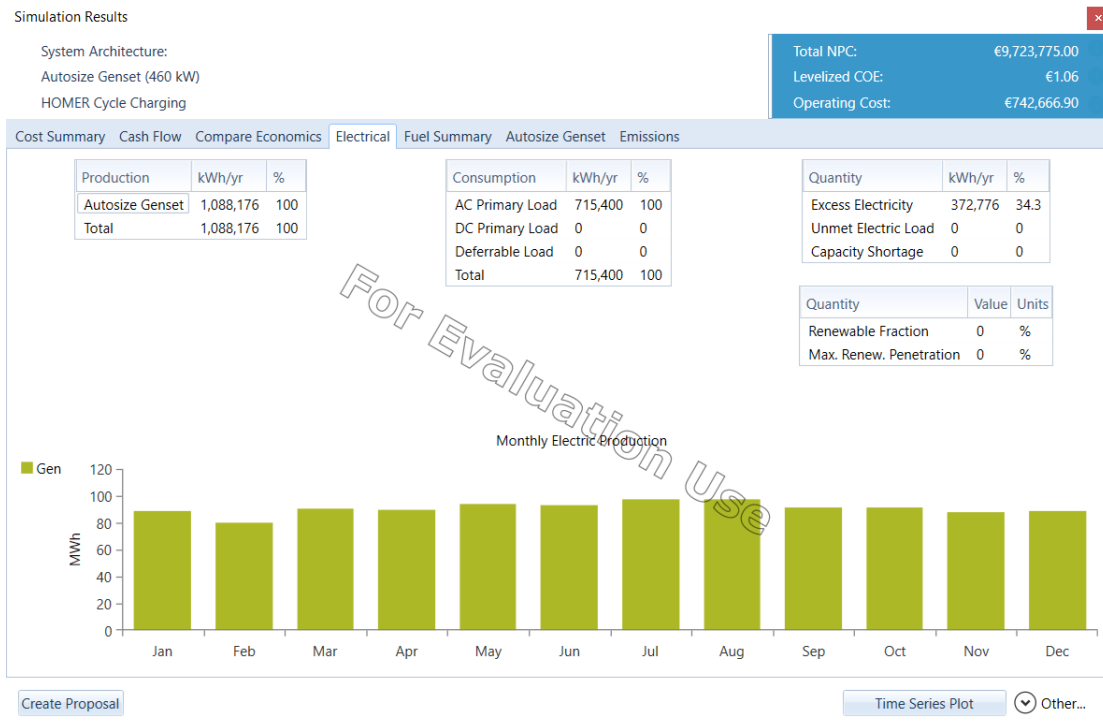
Στην προσομοίωση της συγκεκριμένης μελέτης το Homer σύγκρινε 4063 περιπτώσεις μέχρι να μας εμφανίσει το παρακάτω προτεινόμενο σύστημα. Μπορούμε να κατανοήσουμε πόσο χρήσιμο εργαλείο είναι το Homer, αρκεί να φανταστούμε τους υπολογισμούς που έπρεπε να γίνουν με κάποιο άλλο τρόπο και πόσο χρονοβόρο θα ήταν για κάποιον μηχανικό - μελετητή.

5.5.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης

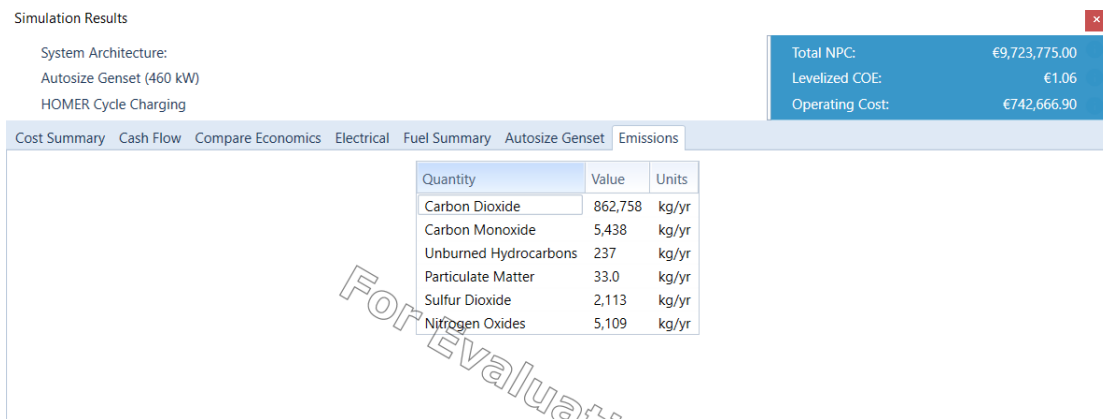
Εμφάνιση αποτελεσμάτων για το προτεινόμενο σύστημα της περιοχής που επιλέξαμε. Το οικονομικότερο σε βάθος χρόνου ως προς την τιμή της kwh καθώς και όλα τα κόστη του συστήματος και φυσικά τους ρύπους και πολλά άλλα όπως την βιωσιμότητα και τον χρόνο απόσβεσης. Το πρόγραμμα επίσης μπορεί να υπολογίσει το θόρυβο του συστήματος τους πιθανούς κινδύνους του έργου και φυσικά κάθε μορφής ΑΠΕ τα οποία εμείς δεν έχουμε συμπεριλάβει στο σύστημα, διότι στο συγκεκριμένο νησί δεν είναι οικονομικά και αξιοποιήσιμα.



Εικόνα 5.5.11 Κόστη στο υπάρχον δίκτυο(23:)



Εικόνα 5.5.12 Ηλεκτροπαραγωγή της γεννήτριας πετρελαίου(Πηγή:)

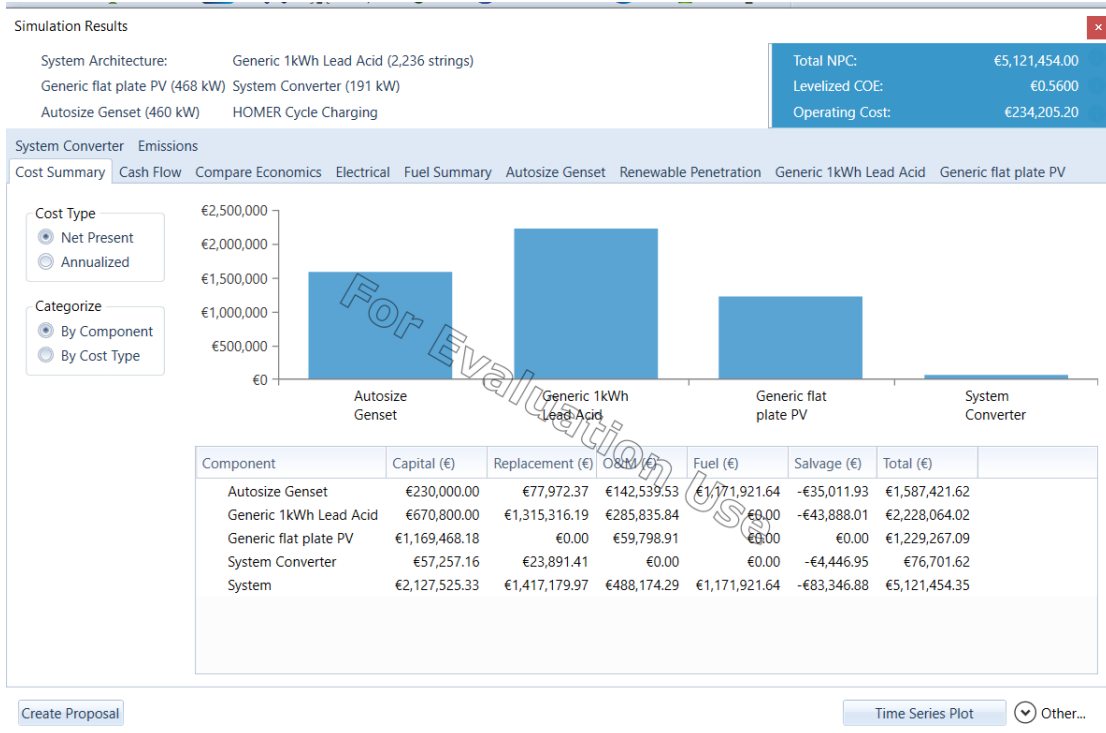


Εικόνα 5.5.13 Ρύποι της γεννήτριας πετρελαίου(23:)

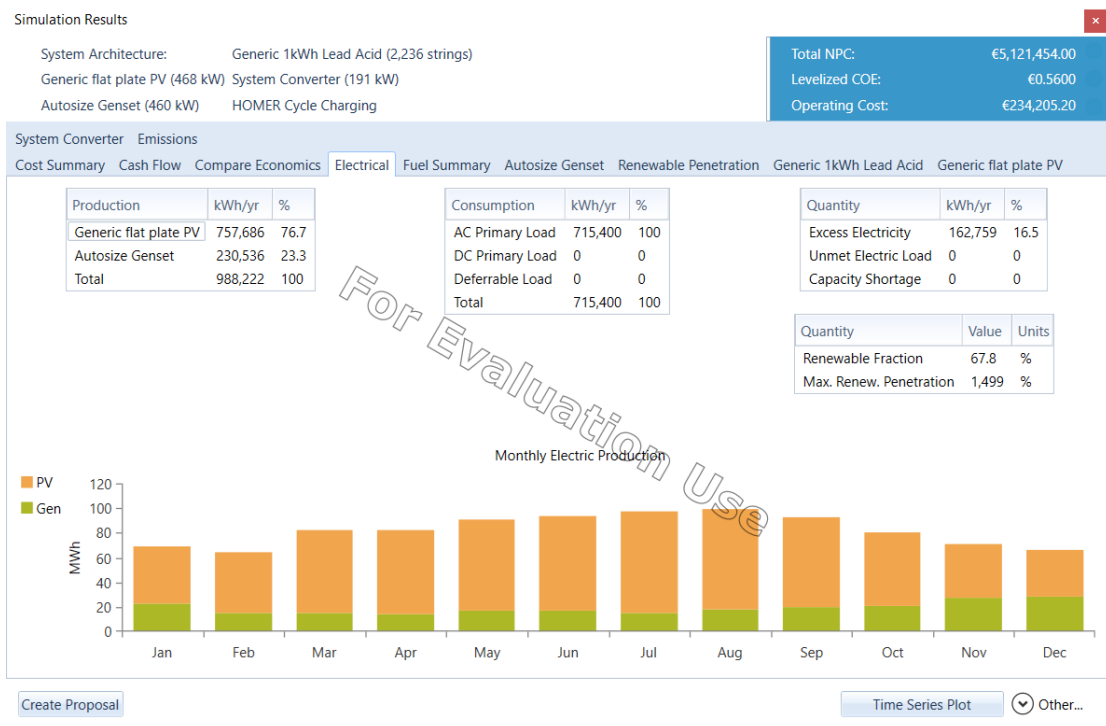
Στις τρεις παραπάνω εικόνες βλέπουμε τα κόστη του υπάρχον δικτύου του νησιού με τιμή καυσίμου 1,5 ευρώ το λίτρο, Total (NPC) 9.723.775.00 ευρώ, της kWh 1,06 ευρώ και το κόστος λειτουργίας 742,666,90 ευρώ καθώς και τους ρύπους. Εκείνο που πραγματικά πρέπει να κρατήσουμε από την πρώτη προσομοίωση, είναι το κόστος καυσίμου σε όλη τη διάρκεια της μελέτης καθώς ανέρχεται στο ποσό των 6.320.033.14 ευρώ. Την συγκεκριμένη προσομοίωση την κάναμε για να καταλάβουμε στην συνέχεια την συμμετοχή των ΑΠΕ, πόσο πέφτουν όλα τα κόστη και πως φτάνουμε σε αποτέλεσμα ακόμα και με μηδενική συμμετοχή της γεννήτριας πετρελαίου και φυσικά μηδέν ρύπους, << πράσινο νησί >>.

5.5.3 Βελτιστοποίηση

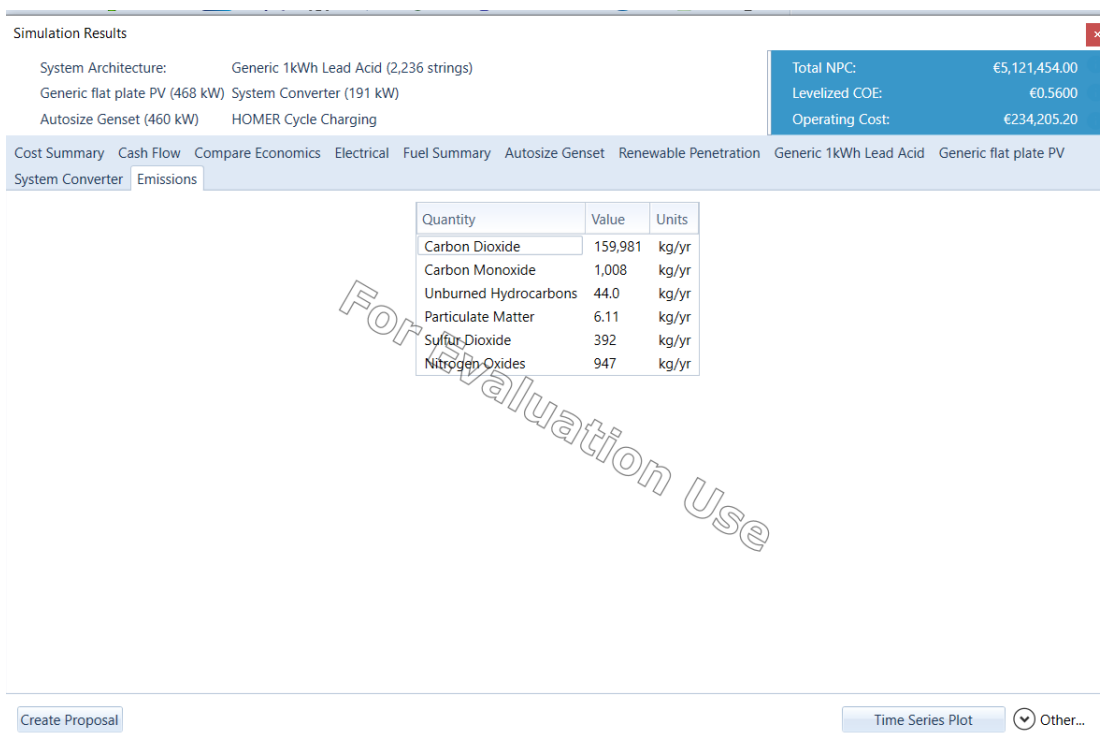
Στην συνέχεια θα εισάγουμε στην προσομοίωση, το φωτοβολταϊκό τον converter και τις μπαταρίες του συστήματος ώστε το HOMER να μας δώσει ένα νέο αποτέλεσμα σύγκρισης ως προς τα κόστη και τους ρύπους.



Εικόνα 5.5.14 Κόστη γεννήτριας πετρελαίου και φωτοβολταϊκών(23:)



Εικόνα 5.5.15 Συμμετοχή ηλεκτροπαραγωγής φωτοβολταϊκά και γεννήτρια πετρελαίου(23:)



Εικόνα 5.5.16 Ρύποι φωτοβολταϊκών και γεννήτρια πετρελαίου(23:)

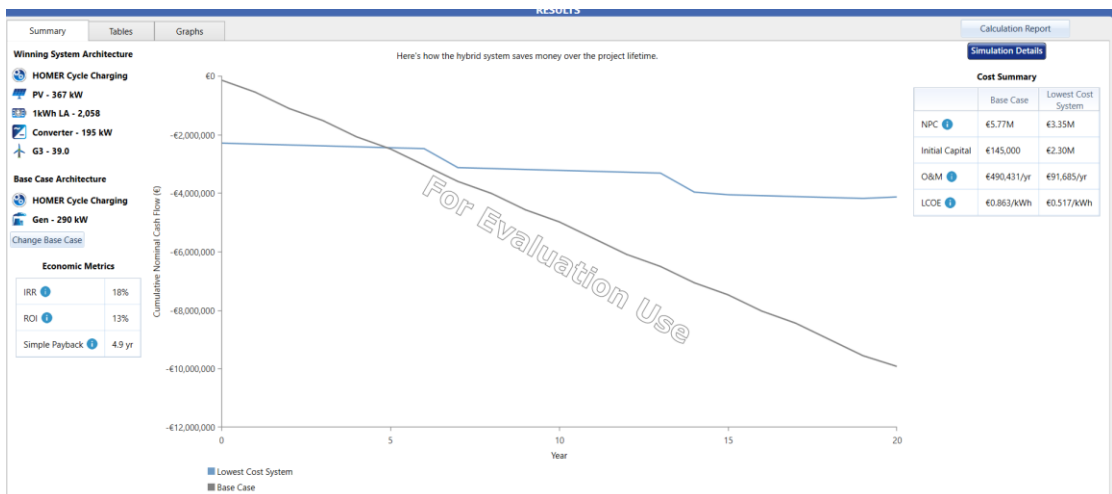
Στις εικόνες 5.5.14, 5.5.15 και 5.5.16, βλέπουμε την προσομοίωση με την συμμετοχή στο σύστημα φωτοβολταϊκών με converter και μπαταρίες καθώς και την υπάρχον γεννήτρια πετρελαίου. Από τα δεδομένα που μας δίνουν οι παραπάνω εικόνες, βλέπουμε ίδει την διαφορά στο συνολικό κόστος που πέφτει πλέον στις 5.121.454.00 ευρώ, στο κόστος λειτουργίας στις 234.205.20 ευρώ και φυσικά η πτώση των ρύπων στο 1/7 της αρχικής προσομοίωσης λόγο της μικρής συμμετοχής της συμβατικής μονάδας. Επίσης βλέπουμε και την μεγάλη μείωση στο κόστος καυσίμου που ίδει έχει κατέβει στα 1.171.921.64 ευρώ.

5.5.4 Βέλτιστο σενάριο

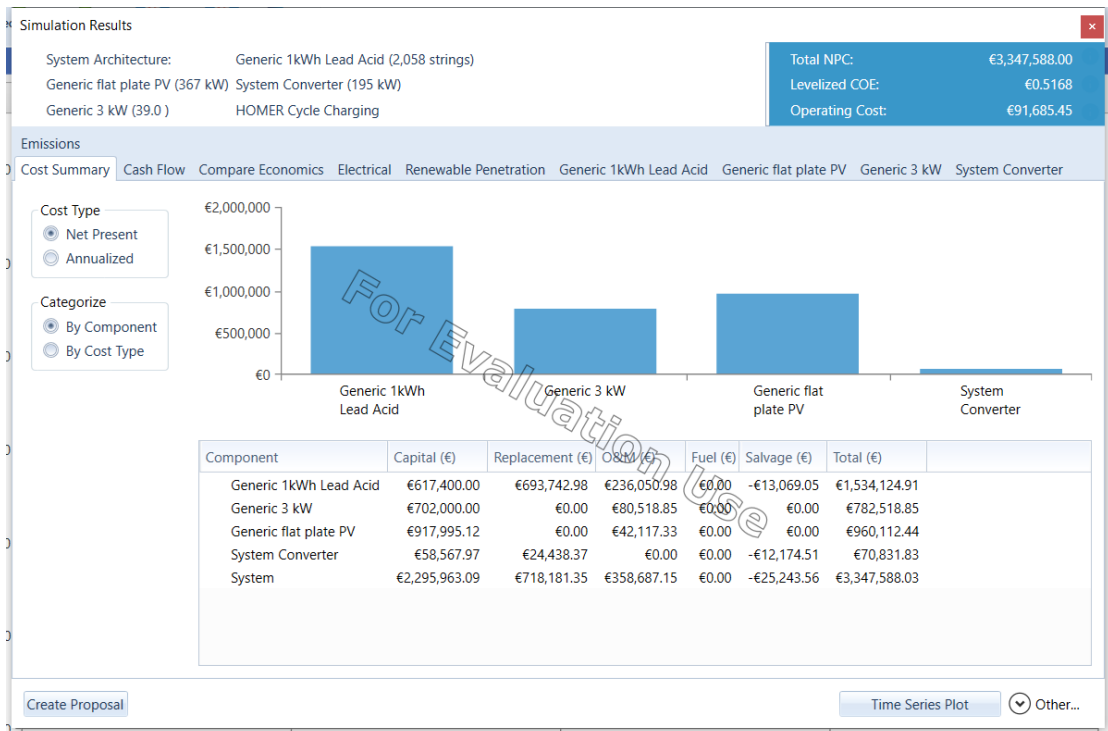
Στο τελευταίο σενάριο που είναι και το βέλτιστο της μελέτης, συμμετέχουν όλες οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που έχουμε επιλέξει για το νησί, είτε συμβατικές είτε ΑΠΕ έτσι ώστε το HOMER κατά την τελευταία προσομοίωση να μας δώσει το καλύτερο τεχνολογικό – οικονομικό σενάριο για την περιοχή των Οθωνών.



Εικόνα 5.5.17 Βέλτιστο σενάριο ωριαίες και μηνιαίες μεταβολές και φορτίο αιχμής(23:)



Εικόνα 5.5.18 Στοιχεία συστήματος κατά την διάρκεια του έργου(23:)



Εικόνα 5.5.19 Κόστη βέλτιστου σεναρίου συστήματος(23:)

FILE | LOAD | COMPONENTS | RESOURCES | PROJECT | HELP

Home | Design | Results | Library | Economics | Constraints | Emissions | Optimization | Search Space | Sensitivity | Multi-Year | Input Report | Estimate | Clear Results | Calculate

RESULTS

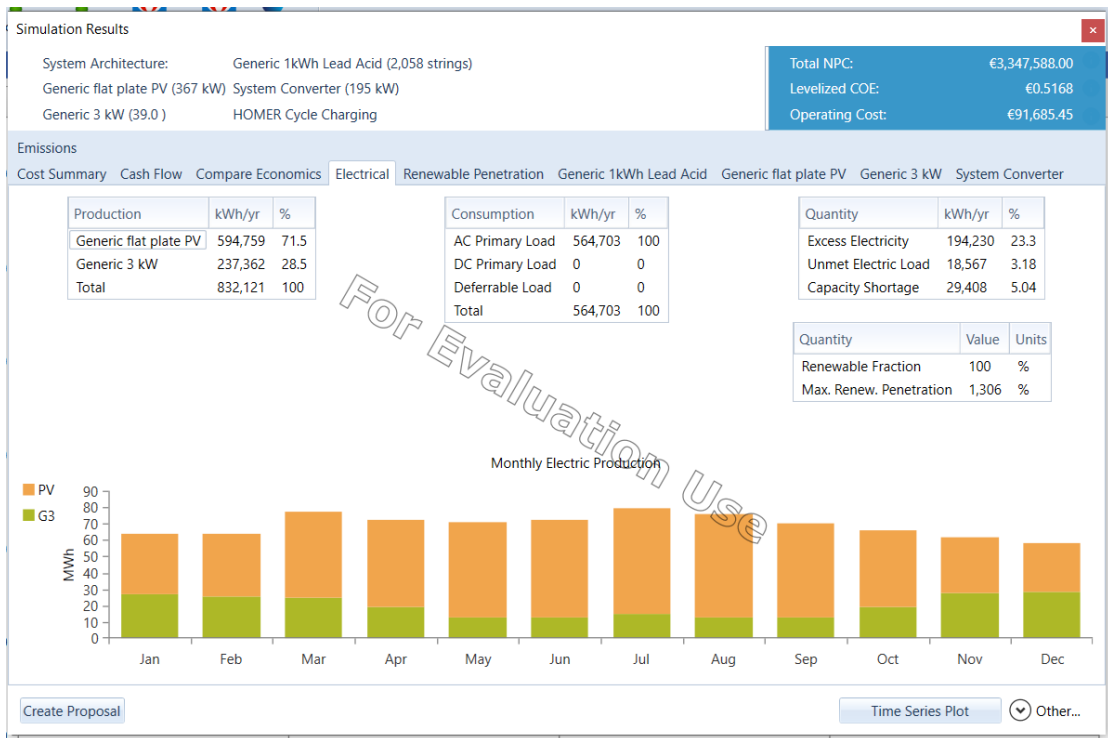
Summary | Tables | Graphs | Calculation Report

Export... | Compare Economics | Column Choices... | Categorized | Overall

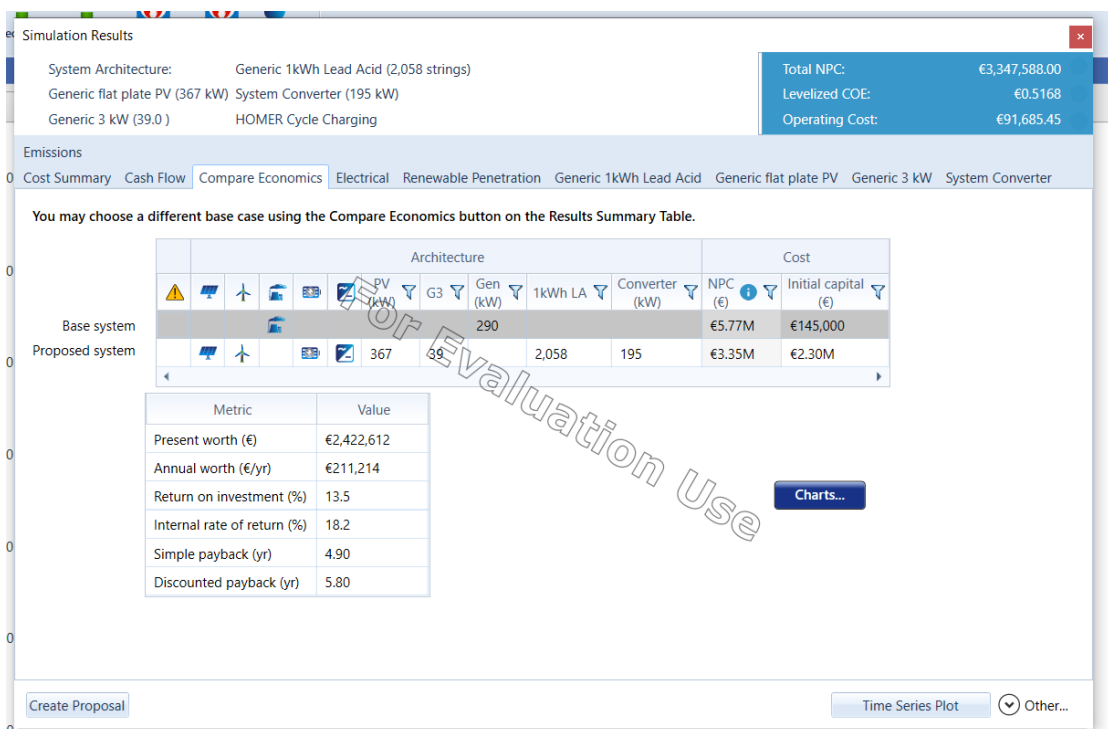
Optimization Results
 Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.

Architecture				Cost				System				Gen				PV			
PV (kW)	Gen (kW)	1kWh LA	Converter (kW)	NPC (€)	COE (€)	Operating cost (€/yr)	Initial capital (€)	Ren. Fra. (%)	Total Fuel (€/yr)	Hours	Production (kWh)	Fuel (€)	OBM Cost (€/yr)	Fuel Cost (€/yr)	Capital Cost (€)	Production (kWh/yr)	Cost (€/kWh)		
474	33	3,240	262	€4.29M	€0.540	€127,510	€2.83M	100	0						1,183,849	767,003	59		
338	33	460	1,937	€4.45M	€0.542	€187,262	€2.30M	73.5	50,952	747	189,607	50,952	10,309	76,428	844,491	547,137	56		
434	460	2,235	183	€4.71M	€0.575	€232,170	€2.04M	65.1	66,337	899	249,450	66,337	12,405	99,505	1,084,452	702,605	56		
698		4,424	330	€4.84M	€0.612	€253,102	€3.17M	100	0						1,744,815	1,130,447			
	67	460	755	€5.67M	€0.691	€346,804	€1.69M	38.6	133,111	2,520	475,325	133,111	34,776	199,667			1.1		
	460	665	88.1	€6.65M	€0.810	€539,619	€455,933	0	225,328	4,655	791,756	225,328	64,239	338,292					
	460			€8.72M	€1.06	€740,624	€200,000	0	329,597	8,760	1,088,176	329,597	120,888	494,395					
	1	460		€8.74M	€1.07	€740,374	€248,000	0	329,310	8,760	1,086,960	329,310	120,888	493,965			18		
8.07	460		0.482	€8.74M	€1.07	€740,555	€250,321	0	329,495	8,760	1,087,744	329,495	120,888	494,242	20,176	13,072			
3.27	1	460	1.54	€8.75M	€1.07	€740,137	€256,638	0	329,124	8,760	1,086,174	329,124	120,888	493,687	8,175	5,297	18		
	326	5,388	412	€9.83M	€1.25	€193,511	€7.61M	100									5.1		

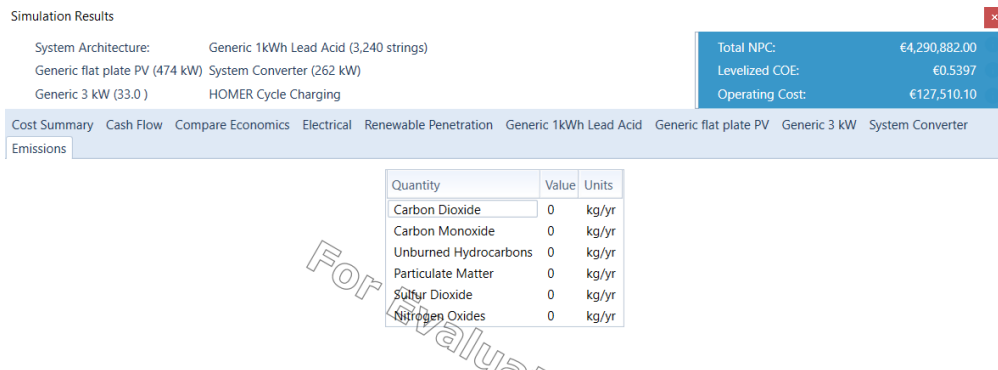
Εικόνα 5.5.20 Το βέλτιστο σενάριο μετά την τελική προσομοίωση(23:)



Εικόνα 5.5.21 Συμμετοχή κάθε ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας(23:)



Εικόνα 5.5.22 Σύγκριση αρχικού και βέλτιστου(23:)



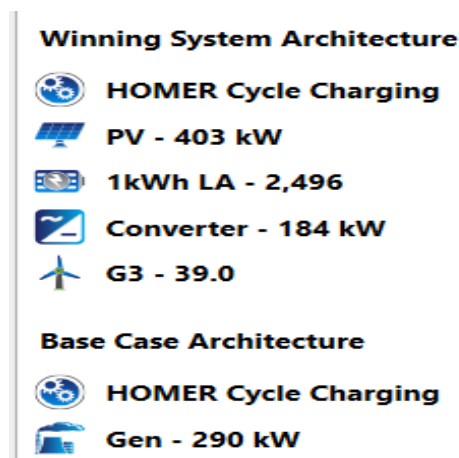
Εικόνα 5.5.23 Ρύποι βέλτιστου σεναρίου(23:)

Στις εικόνες που προηγήθηκαν βλέπουμε το τελικό σενάριο, στην προσομοίωση – βελτιστοποίηση πλέον συμμετέχει και ανεμογεννήτρια. Βλέπουμε λοιπόν πλέον ότι το τελικό κόστος συστήματος, έχει πέσει πλέον στα 3.347.588.00 ευρώ, το κόστος λειτουργίας στις 91.685.45 ευρώ και η τιμή της kWh στα 0.5168 ευρώ ενώ οι ρύποι το συστήματος στο (0) διότι δεν συμμετέχει η γεννήτρια πετρελαίου, ενώ το φορτίο καλύπτουν οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ.

Φτάνοντας λοιπόν στο τέλος της μελέτης με την πολύτιμη βοήθεια του λογισμικού HOMER energy, μπορούμε να εξάγουμε τα συμπεράσματά μας καθώς το λογισμικό μας έχει αποδώσει μετά από χιλιάδες συνδυασμούς το βέλτιστο σενάριο του συστήματος.

ΚΟΣΤΗ	ΜΟΝΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ 460KW	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ
Total NPC	9.732.775.00 E	5.121.454.00 E	3.347.588.00 E
Levelized COE	1.06 E	0.560 E	0.5168 E
Operating Cosst	742.666.9 E	234.205.20 E	91.685.45 E
Fuel	6.320.033.44 E	1.171.921.64 E	0 E
Carbon Dioxide	862.750 kg/yr	159.981 kg/yr	0 kg/yr

Πίνακας 5.3 Κόστη κατά την προσομοίωση



Εικόνα 5.5.24 Το βέλτιστο σύστημα(23)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το αρχικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού, με την γεννήτρια πετρελαίου και τιμή αυτού στο 1.50 ευρώ ήταν 9.732.775.00 ευρώ, από τα οποία τα 6.320.033.44 ευρώ είναι το κόστος καυσίμου σε όλη την διάρκεια του συστήματος και τα υπόλοιπα 3.412.741.38 ευρώ είναι κόστος εγκατάστασης - αντικατάστασης και λειτουργίας. Επίσης βλέπουμε ότι η τιμή kwh αρχικά με την σημερινή άνοδο τιμής πετρελαίου εκτινάχθηκε στο 1.06 ευρώ, για το λόγο αυτό δικαίως κατατάσσετε ως το πέμπτο ακριβότερο νησί πανελλαδικά στην τιμή της kwh σύμφωνα πάντα από στοιχεία της ΔΕΔΔΗΕ και φυσικά με υψηλούς ρύπους.
- Στο επόμενο σενάριο που κάναμε στο HOMER συμμετέχουν, η γεννήτρια πετρελαίου τα φωτοβολταϊκά καθώς και τα συστήματα μετατροπής και αποθήκευσης ενέργειας, Στο σενάριο αυτό βλέπουμε μία σημαντική μείωση του τελικού κόστους στα 5.121.454.00 ευρώ, στο κόστος λειτουργίας στις 234.205.20 ευρώ και τιμή kwh στα 0,568 ευρώ καθώς και τους ρύπους στο 1/7 του αρχικού σεναρίου. Παρά την μικρή συμμετοχή της γεννήτριας πετρελαίου καθώς τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν μπορούν να καλύψουν της ανάγκες του φορτίο μας βλέπουμε πάλι υψηλό τελικό κόστος λόγω κατανάλωσης πετρελαίου.
- Τέλος στο τελευταίο και βέλτιστο σενάριο, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού συμμετέχουν τα φωτοβολταϊκά, τα αιολικά καθώς και τα συστήματα αποθήκευσης και μετατροπής χωρίς την γεννήτρια πετρελαίου που μένει εφεδρική. Εδώ βλέπουμε πλέον το τελικό κόστος του έργου στα 3.347.588.00 ευρώ, το κόστος λειτουργίας στα 91.685.45 ευρώ, ενώ δεν έχουμε καθόλου έξοδα πετρελαίου και ρύπους διότι δεν συμμετέχει στο σύστημα η γεννήτρια πετρελαίου καθώς επαρκούν τα συστήματα ΑΠΕ. Επίσης βλέπουμε πλέον την τελική τιμή της kwh στα 0.5168 ευρώ σχεδόν στη μισό κόστος του αρχικού σεναρίου.
- Το νησί των Οθωνών μπορεί να γίνει ενεργειακά αυτόνομο, με τους πόρους που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε και να γίνει ένα από τα πράσινα νησιά της χώρας μας. Το ότι όμως δεν έχει γίνει έως τώρα κάτι τέτοιο είναι ότι, το νησί δεν είναι διασυνδεδεμένο και έχει μικρές καταναλώσεις Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην το προσεγγίζουν επενδυτές, λόγω του αυξημένου κόστους τέτοιων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και φυσικά γιατί δεν μπορούν να πουλήσουν την περίσσια ηλεκτρική ενέργεια από μια μεγαλύτερη επένδυση. Από το 2020 ο Δήμος Κέρκυρας όπου ανήκει το νησί προσπαθεί να το εντάξει σε κάποιο κοινοτικό πρόγραμμα στήριξης ΕΣΠΑ διότι δεν υπάρχει ενδιαφέρον από κάποιον επενδυτή έως τώρα.
- Γίνεται εύκολα αντιληπτό από όλα τα παραπάνω ότι, η επιλογή ενός υβριδικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής είναι δύσκολη, καθώς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μια σειρά παραμέτρων. Η συμμετοχή κάθε μονάδας είτε

συμβατική είτε ΑΠΕ, εξαρτάτε από το κόστος αγοράς και λειτουργίας, τα επίπεδα ρύπων και φυσικά η αξιοπιστία του συστήματος. Η απόφαση υλοποίησης κάθε έργου, από κάποιο Δημόσιο φορέα ή από κάποιον Ιδιώτη επενδυτή, πρέπει να παρθεί με ιδιαίτερη προσοχή βάσει των προτεραιοτήτων που έχει θέσει και της εκάστοτε νομοθεσίας βρίσκοντας έτσι τη χρυσή τομή για την βιωσιμότητα του έργου. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, ιδανική λύση για το νησί των Οθωνών είναι η περίπτωση ενός υβριδικού συστήματος διασυνδεδεμένο με όλα τα κατοικήσιμα διαπόντια νησιά της περιοχής αλλά και της ηπειρωτικής χώρας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το ενδιαφέρον των επενδυτών, καθώς το σύστημα θα αποφέρει μεγαλύτερο κέρδος και γρήγορη απόσβεση.

- Βλέποντας τον τρόπο υπολογισμού του συστήματος από το HOMER μπορούμε να πούμε ότι, είναι ένα σπουδαίο εργαλείο για κάθε επιστήμονα, μελετητή διότι μπορεί να αναλύσει δεδομένα τεχνο-οικονομικής πραγματικότητας με μεγάλη ακρίβεια. Παρόλο που το HOMER αναμφισβήτητα είναι ένα πολύ σπουδαίο εργαλείο, πολλές φορές όμως ίσως να μην έχει τη δυνατότητα προσέγγισης ενός έργου με ακρίβεια όσο μια ομάδα επιστημόνων που χρησιμοποιεί υπολογιστικά προγράμματα. Η απόκλιση υπολογισμού ενός έργου μπορεί να προκύψει από την οικονομική προσέγγιση των ΑΠΕ μεταξύ αγοράς και επιστήμης, από την γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας καθώς και την ραγδαία αύξηση στο κόστος ενέργειας η οποία ακόμα είναι εξαρτημένη από ορυκτούς πόρους. Αυτό συμβαίνει γιατί σιγά σιγά εξαντλούνται οι φυσικοί πόροι της Γης, έτσι από κοινωνία της Αφθονίας οδηγούμαστε σε κοινωνία της Δυστυχίας. Για το λόγο αυτό τα ΑΠΕ σήμερα είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος κλάδος της τεχνολογίας αλλά και της επιστήμης, με αρωγό όλες τις Κυβερνήσεις Κρατών πλέον να έχουν στραφεί στον τομέα τον ΑΠΕ, που ελπίζουν σε μία αναστρέψιμη κατάσταση των ορυκτών αποθεμάτων αλλά και της περιβαλλοντικής εξυγίανσης του πλανήτη.



<https://pixabay.com/el/photos/%cf%80%ce%bb%ce%b1%ce%bd%ce%ae%cf%84%ce%b7%cf%82-%ce%b3%ce%b7-%cf%83%cf%86%ce%b1%ce%af%cf%81%ce%b1-%cf%87%cf%8e%cf%81%ce%bf%cf%82-%ce%ba%cf%8c%cf%83%ce%bc%ce%bf%cf%82-1348079/>



<https://pixabay.com/el/photos/%cf%80%ce%bb%ce%b1%ce%bd%ce%ae%cf%84%ce%b7%cf%82-%ce%b3%ce%b7-%cf%83%cf%86%ce%b1%ce%af%cf%81%ce%b1-%cf%87%cf%8e%cf%81%ce%bf%cf%82-%ce%ba%cf%8c%cf%83%ce%bc%ce%bf%cf%82-1348079/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/70/renewable-energy>
2. [https://www.ctc-n.org/technologies/osmotic-power#:~:text=Osmotic%20power%2C%20salinity%20gradient%20power,andpressure%20retarded%20osmosis%20\(PRO\).](https://www.ctc-n.org/technologies/osmotic-power#:~:text=Osmotic%20power%2C%20salinity%20gradient%20power,andpressure%20retarded%20osmosis%20(PRO).)
3. https://www.researchgate.net/publication/263039298_Power_production_by_PRO_-_Feasibility_study_of_an_osmotic_power_plant_1_MW
4. <https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki-technologias/electricity/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE/%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CF%8C%CF%82/>
5. <https://www.ecowavepower.com/>
6. <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/new-technologies-ocean-energy-sector>
7. <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/geothermia/>
8. http://ghesa.com/en/portfolio_page/smurfit-kappa-nervion/
9. <https://geo.rae.gr/?lon=26.470283819514655&lat=38.00654601165623&zoom=7>
10. <https://eletaen.gr/gnoriste-tin-aioliki-energeia/>
11. <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
12. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html#!
13. <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>
14. http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika_ergwn.pdf
15. <http://www.ebhe.gr/index.php/el/...>
16. Πάπυρος Larouse Britannica.
17. [Corfu Travel Guide: All Info for Your Vacation - AtCorfu](#)
18. <https://mykerkyra.com/>

19. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Η.Μ.& Μ.Υ. Διπλωματική εργασία Φώτιος Ε. Κοκκαλίδης.
20. <https://www.kathimerini.gr/economy/561084754/pos-ektinachthike-to-kostos-tis-ilektrikis-energeias/>
21. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας Πτυχιακή Εργασία Λαμπρούσης Χχριστόδουλος.
22. <https://www.homerenergy.com/>
23. [Αρχική | ΔΕΔΔΗΕ \(deddie.gr\)](http://www.deddie.gr)
24. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας Σημειώσεις Μαθήματος: Ενέργεια Οικονομία και Αγορές Ενέργειας του Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
25. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τμήμα Η.Μ.&Μ.Υ. Διπλωματική Εργασία Ευδοξίας Κ. Παπαιωάννου & Νεκτάριου Ε.Ροηλίδη.
26. Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Η.Μ.&Μ.Υ. Διπλωματική Εργασία Κοτσαφάρου Ιωάννη.