



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ
ΛΙΜΕΝΕΣ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑΣ**

Φοιτητής

Ζαφειράτος Ανδρέας

Επιβλέπων Καθηγητής

Παπαευθυμίου Σπυρίδων

Χανιά 2015

**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΛΙΜΕΝΕΣ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ
ΠΛΟΙΩΝΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑΣ**

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κ. Παπαευθυμίου Σπυρίδων, για την πολύτιμη στήριξη και την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κονσολάκη Μιχαήλ και τον κ. Κομνίτσα Κωνσταντίνο που με τίμησαν με την παρουσία τους στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους – συμφοιτητές μου για τη συμπαράστασή τους, όχι μόνο κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, αλλά και κατά τη διάρκεια όλων των σπουδών.

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία υπολογίζονται οι εκπομπές αέριων ρύπων και απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου, κατά τον ελλιμενισμό και αποχώρηση κρουαζιερόπλοιων, στα λιμάνια του Πειραιά, Ηρακλείου, Σούδας, Αργοστολίου, Κέρκυρας και Σαντορίνης. Στη συνέχεια, εκτιμάται εάν η τροφοδότηση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι μία εφικτή και περιβαλλοντικά συμφέρουσα λύση, με στόχο την μείωση εκπομπής αέριων ρύπων στα λιμάνια.

Συγκεκριμένα, αφού γίνει μια σύντομη περιγραφή των λιμανιών προς μελέτη και των ηλεκτρικών υποδομών τους, υπολογίζεται η ενέργεια με την οποία μπορούν να τροφοδοτήσουν τα λιμάνια οι ΑΠΕ των γειτονικών περιοχών. Εν συνεχεία υπολογίζεται η απαίτηση ενέργειας κάθε λιμανιού και με τη βοήθεια του λογισμικού Homer εκτιμάται εάν και κατά πόσο οι ΑΠΕ καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες. Τέλος αφού σχολιάζονται τα αποτελέσματα αναλύονται και οι απαιτήσεις των ΑΠΕ σε κάθε περιοχή.

Abstract

In this thesis we present the calculation of air pollutants emissions and the necessary electrical load during the docking and departure of cruise ship for the ports of Piraeus, Heraklion, Souda, Argostoli, Corfu and Santorini. The potential and economical viability of providing electrical power through renewable sources of energy is estimated, aiming to the reduction of air pollutants emissions in ports.

More specifically, after a brief description of the ports under study and after their electrical power infrastructure is presented, we calculate the amount of energy that renewable sources located at neighboring areas can provide to the ports. Then we calculate the energy demand of each port (through the HOMER software) and investigate whether renewable sources can cover ports' energy needs. Finally, after the results are studied, the social cost of the use of renewables is estimated.

Περιεχόμενα

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 13 |
| 1.1 | Συμβολή Εκπομπών Πλοίων εντός Λιμένων | 14 |
| 1.2 | Εκπομπές Κινητήρων Πλοίων..... | 15 |
| 1.3 | Γενικές Περιπτώσεις Ρυπαντών | 16 |
| 1.4 | Εκπομπές Ρύπων σε Κρουαζιερόπλοια | 21 |
| 2 | ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 23 |
| 2.1 | Περιγραφή Λιμανιών | 23 |
| 2.2 | Υπολογισμός Φορτίου ανά Λιμάνι..... | 23 |
| 2.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών (ΑΠΕ ανά περιοχή)..... | 24 |
| 2.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 25 |
| 3 | ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ..... | 32 |
| 3.1 | Σούδα Χανίων | 33 |
| 3.1.1 | Περιγραφή Λιμένα Σούδας | 33 |
| 3.1.2 | Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι της Σούδας..... | 34 |
| 3.1.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κρήτης | 35 |
| 3.1.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 36 |
| 3.2 | Αργοστόλι | 40 |
| 3.2.1 | Περιγραφή Λιμένα Αργοστολίου | 40 |
| 3.2.2 | Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι του Αργοστολίου..... | 42 |
| 3.2.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κεφαλονιάς | 43 |
| 3.2.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 43 |
| 3.3 | Όρμος Αθηνιού Θήρας..... | 54 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.1 | Περιγραφή Λιμένα Σαντορίνης..... | 54 |
| 3.3.2 | Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι της Σαντορίνης | 56 |
| 3.3.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Σαντορίνης | 57 |
| 3.3.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 57 |
| 3.4 | Ηράκλειο | 62 |
| 3.4.1 | Περιγραφή Λιμένα Ηρακλείου | 62 |
| 3.4.2 | Υπολογισμός φορτίου για το λιμάνι του Ηρακλείου | 64 |
| 3.4.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κρήτης | 65 |
| 3.4.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 66 |
| 3.5 | Κέρκυρα | 70 |
| 3.5.1 | Περιγραφή Λιμένα Κέρκυρας..... | 70 |
| 3.5.2 | Υπολογισμός φορτίου για το λιμάνι της Κέρκυρας..... | 72 |
| 3.5.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Θεσπρωτίας..... | 73 |
| 3.5.4 | Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer | 74 |
| 3.6 | Πειραιάς | 79 |
| 3.6.1 | Περιγραφή λιμένα Πειραιά | 79 |
| 3.6.2 | Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι του Πειραιά | 82 |
| 3.6.3 | Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή του Νομού Ευβοίας | 83 |
| 3.6.4 | Μοντελοποίηση φορτίου στο Homer..... | 84 |
| 4 | ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΠΛΟΙΟΥ (ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ) | 95 |
| 4.1 | Χαρακτηριστικά Εγκατάστασης Μεθόδου | 95 |
| 4.2 | Ανάλυση Εξοπλισμού της Μεθόδου | 97 |
| 4.2.1 | Μετασηματιστής | 97 |
| 4.2.2 | Switchgear στον Μετασηματιστή για Προστασία του εξερχόμενου καλωδίου..... | 97 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.2.3 | Καλώδια και Αγωγοί..... | 98 |
| 4.2.4 | Εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας | 99 |
| 4.3 | Τρόποι Σύνδεσης Καλωδίων με τα Πλοία | 101 |
| 5 | ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ..... | 102 |
| 6 | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 107 |
| 7 | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 109 |
| 8 | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 111 |

Ευρετήριο Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 Κατανομή πρωτογενών ρύπων εκπεμπόμενων από ανθρωπογενείς πηγές.. | 16 |
| Εικόνα 2 Καταμερισμός του μονοξειδίου του άνθρακα | 18 |
| Εικόνα 3 “Costa Pasific” της ιταλικής Costa Crociere | 21 |
| Εικόνα 4 Απεικόνιση λιμένα Αργοστολίου από το googlemaps | 23 |
| Εικόνα 5 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας – μήνας..... | 24 |
| Εικόνα 6 Το περιβάλλον του προγράμματος πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια..... | 25 |
| Εικόνα 7 Το απαραίτητο ενεργειακό σύστημα, προσθέτοντας από την επιλογή “add/remove...” τα στοιχεία από τα οποία θα αποτελείται. | 26 |
| Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 26 |
| Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 27 |
| Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 28 |
| Εικόνα 11 Εισαγωγή των ανεμολογικών δεδομένων από την επιλογή “wind resource” | 28 |
| Εικόνα 12 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 29 |
| Εικόνα 13 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 30 |
| Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer | 31 |
| Εικόνα 15 Χάρτης της Ελλάδας με τα λιμάνια που μελετήθηκαν..... | 32 |
| Εικόνα 16 Λιμάνι Σούδας | 33 |
| Εικόνα 17 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Σούδας (1,3 km) | 34 |
| Εικόνα 18 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας – μήνας | 35 |
| Εικόνα 19 Συνολική ισχύς 194,36 MW | 35 |
| Εικόνα 20 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 36 |
| Εικόνα 21 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 37 |
| Εικόνα 22 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 38 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 23 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 39 |
| Εικόνα 24 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 40 |
| Εικόνα 25 Λιμάνι Αργοστολίου..... | 41 |
| Εικόνα 26 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Αργοστολίου (0,5 km)..... | 42 |
| Εικόνα 27 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα | 42 |
| Εικόνα 28 Συνολική ισχύς 112,4 MW | 43 |
| Εικόνα 29 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 44 |
| Εικόνα 30 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 45 |
| Εικόνα 31 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 46 |
| Εικόνα 32 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 47 |
| Εικόνα 33 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 48 |
| Εικόνα 34 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 49 |
| Εικόνα 35 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 50 |
| Εικόνα 36 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 51 |
| Εικόνα 37 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 52 |
| Εικόνα 38 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 53 |
| Εικόνα 39 Αποτελέσματα μοντελοποίησης | 54 |
| Εικόνα 40 Όρμος Αθηνιού Θήρας | 55 |
| Εικόνα 41 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στον Όρμο Αθηνιού Θήρας (3 km)..... | 56 |
| Εικόνα 42 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα | 56 |
| Εικόνα 43 Συνολική ισχύς 1,32 MW | 57 |
| Εικόνα 44 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 58 |
| Εικόνα 45 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 46 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ανεμογεννήτρια ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας | 60 |
| Εικόνα 47 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής)και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα)..... | 61 |
| Εικόνα 48 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 62 |
| Εικόνα 49 Λιμάνι Ηρακλείου | 63 |
| Εικόνα 50 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Ηρακλείου (1,7 km) | 64 |
| Εικόνα 51 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα | 65 |
| Εικόνα 52 Συνολική ισχύς 194,36 MW | 65 |
| Εικόνα 53 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Ηρακλείου..... | 66 |
| Εικόνα 54 Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα | 67 |
| Εικόνα 55 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. | 68 |
| Εικόνα 56 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο..... | 69 |
| Εικόνα 57 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 70 |
| Εικόνα 58 Λιμάνι Κέρκυρας..... | 71 |
| Εικόνα 59 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Κέρκυρας (0,8 km)..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 60 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα | 73 |
| Εικόνα 61 Συνολική ισχύς 352,1 MW | 74 |
| Εικόνα 62 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι..... | 75 |
| Εικόνα 63 Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα | 76 |
| Εικόνα 64 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. | 77 |
| Εικόνα 65 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο | 78 |
| Εικόνα 66 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 79 |
| Εικόνα 67 Λιμάνι Πειραιά | 81 |
| Εικόνα 68 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι του Πειραιά (1.85 km)..... | 82 |
| Εικόνα 69 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα | 83 |
| Εικόνα 70 Συνολική ισχύς 1.573,14 MW | 84 |
| Εικόνα 71 | 85 |
| Εικόνα 72 Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα | 86 |
| Εικόνα 73 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. | 87 |
| Εικόνα 74 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο | 88 |
| Εικόνα 75 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 89 |

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 76 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Πειραιά..... | 90 |
| Εικόνα 77 Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα | 91 |
| Εικόνα 78 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. | 92 |
| Εικόνα 79 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο..... | 93 |
| Εικόνα 80 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. | 94 |
| Εικόνα 81 Παρουσίαση εγκατάστασης για την τροφοδότηση των ενεργειακών αναγκών πλοίου από την ξηρά..... | 96 |
| Εικόνα 82 Καλώδια coldironing | 99 |
| Εικόνα 83 Συνδέσεις καλωδίων..... | 100 |

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας, ακούμε όλο και πιο συχνά να αναφέρεται και να συζητιέται η σημαντικότητα της ύπαρξης του φυσικού περιβάλλοντος καθώς και η συντήρηση από τον άνθρωπο. Όταν λέμε περιβάλλον, εννοούμε το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες μιας περιοχής. Μεγάλη είναι η σημασία του φυσικού περιβάλλοντος (νερό, έδαφος, κλίμα, ατμόσφαιρα) για την επιβίωση του ανθρώπου και τη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Το περιβάλλον επιδρά στη σωματική, πνευματική και ψυχική διάπλαση του ανθρώπου συντελώντας στη διαμόρφωση της προσωπικότητάς του. Ως εκ τούτου η ποιότητα της ανθρώπινης ζωής εξαρτάται από το περιβάλλον, στοιχείο του οποίου είναι και ο αέρας. Ο αέρας αποτελεί ένα από τα πιο πολύτιμα φυσικά αγαθά. Αν και είναι γνωστή η μεγάλη σημασία του για τη ζωή, ωστόσο είναι συνεχής η υποβάθμιση της ποιότητάς του. Η υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα είναι κομμάτι της περιβαλλοντικής ρύπανσης και συνδέεται άμεσα με την εξέλιξη της τεχνολογίας και της επιστήμης, η πρόοδος των οποίων εκτός από σημαντικά οφέλη που προσφέρει στην ανθρωπότητα έχει επίσης και δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και κατά συνέπεια στην υγεία των ανθρώπων. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου και έχει αρχίσει να λαμβάνει ανησυχητικές διαστάσεις. Η διαρκής βιομηχανοποίηση των τελευταίων δεκαετιών έχει αρχίσει να προκαλεί σημαντική μεταβολή στο αστικό περιβάλλον. Ο αστικός χώρος σήμερα χαρακτηρίζεται από μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού, κτιρίων, αυτοκινήτων και πλοίων. Η συγκεκριμένη διπλωματική θα εστιάσει στη περιβαλλοντική ρύπανση των πλοίων εντός λιμενικών ορίων. Τα λιμάνια αποτελούν φυσικές περιοχές για τη μεταφόρτωση, ώστε να γίνεται η μεταφορά προϊόντων από το ένα μέσο μεταφοράς στο άλλο. Αποτελούν το μέσο σύνδεσης μεταξύ θαλάσσιων και χερσαίων μεταφορών, και τη διασύνδεση μεταξύ θάλασσας και ποταμών, δρόμων και σιδηρόδρομων. Παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς οι μεταφορές είναι αναπόσπαστο κομμάτι της αλυσίδας. Το σύγχρονο λιμάνι δεν αποτελεί κατάληξη ή εκκίνηση των μεταφορών αλλά λειτουργεί ως ενδιάμεσο διαμετακομιστικό σημείο προϊόντων και υπηρεσιών και ως συνδετικός κρίκος μιας αλυσίδας μεταφορών.

Παράλληλα συντελούνται σε αυτό και παραγωγικές υπηρεσίες. Συγκεκριμένα, ένας λιμένας εξυπηρετεί την διακίνηση προϊόντων, με την φορτοεκφόρτωση πλοίων, και την διακίνηση επιβατών. Ως λιμενική περιοχή παρέχει αποθήκες εμπορευμάτων, δεξαμενές καυσίμων και επισκευών πλοίων. Επίσης στα λιμάνια και την ενδοχώρα τους είναι δυνατή η εγκατάσταση παραγωγής βιομηχανικών πρώτων υλών. Όλα τα παραπάνω, διαμορφώνουν αρνητικές συνέπειες κυρίως στους κατοίκους των πόλεων που εισπνέουν καθημερινά αέρα ο οποίος είναι μολυσμένος με επιβλαβή αέρια και άλλα σωματίδια. Η ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων και οι επιπτώσεις της στη ποιότητα του αέρα αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα παγκοσμίως. Έτσι, σημαντικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης αντιμετωπίζουν σε μεγάλο βαθμό και οι ελληνικές πόλεις. Τα προβλήματα αυτά συνδέονται κυρίως με τις εκπομπές ρύπων από διάφορες πηγές και τη γενικότερη κλιματολογία και τοπογραφία της κάθε περιοχής. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και οφείλεται σε τρεις βασικούς λόγους: μεταφορές, εκπομπές από μόνιμες πηγές και εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι στόχοι ελαχιστοποίησης των αρνητικών αυτών επιπτώσεων είναι σημαντική και μάλιστα ιδιαίτερα κατά την φάση του σχεδιασμού νέων έργων και δραστηριοτήτων.

1.1 Συμβολή Εκπομπών Πλοίων εντός Λιμένων

Γενικά, όλες οι δραστηριότητες των πλοίων είναι υπεύθυνες για εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και ιδιαίτερα :

- Η πλεύση,
- Η κίνηση εντός του λιμανιού,
- Οι λειτουργίες και κατά την παραμονή στο αγκυροβόλιο όπως ο φωτισμός, η θέρμανση, η ψύξη, ο αερισμός, κλπ., η φόρτωση και εκφόρτωση δεξαμενόπλοιων.
- Οι εργασίες συντήρησης/ κατασκευής/ διάλυσης των πλοίων, οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε νεώρια τα οποία βρίσκονται συχνά κοντά σε πολλά λιμάνια, είναι επίσης υπεύθυνες για εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων, κυρίως σκόνης, σωματιδίων, αερίων (π.χ. από συγκολλήσεις), αερολύματα.

- Βασικό πρόβλημα είναι οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων από την απολίπανση μετάλλων και τις βαφές. Όσον αφορά τον καθαρισμό της επιφάνειας των σκαφών, την αφαίρεση χρωμάτων, τις αλλαγές των ανοδίων ψευδαργύρου, και τις βαφές, οι κύριες εκπομπές είναι σκόνη (από την αμμοβολή, τη λείανση κλπ.) και διαλύτες, οι οποίοι περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις (VolatileOrganicCompounds) και επικίνδυνους αέριους ρύπους (HazardousAirPollutants).
- Τέλος, βασικές τροποποιήσεις των πλοίων, παράγουν αμίαντο, βαρέα μέταλλα, υδρογονάνθρακες και ουσίες που καταστρέφουν το όζον.
- Εκπομπές μπορούν επίσης να προέρχονται από την αποτέφρωση αποβλήτων στο πλοίο. Στην περίπτωση αυτή, διοξίνες και άλλα βαρέα μέταλλα απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.

Εστιάζοντας στις εκπομπές των πλοίων για τις οποίες καταναλώνεται καύσιμο, διαπιστώνουμε ότι για οικονομικούς λόγους, πολλά πλοία χρησιμοποιούν βαρύ μαζούτ, το οποίο έχει πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε θείο (90% υψηλότερη από τη βενζίνη ή το συμβατικό πετρέλαιο). (A. MIOLA, V. PACCAGNAN, I MANNINO, A. MASARUTTO, A. PERUJO, M. TURVANI 2009).

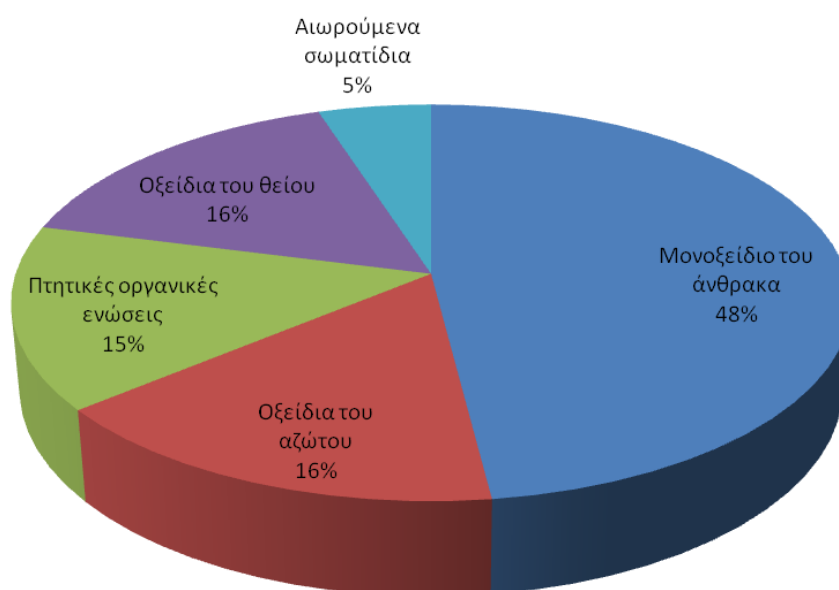
1.2 Εκπομπές Κινητήρων Πλοίων

Εκπομπές κατά τη λειτουργία των ναυτικών κινητήρων, μπορούν να θεωρηθούν :

1. Οξείδια του αζώτου (NO_x)
2. Οξείδια του θείου (SO_x)
3. Διοξειδιοτουάνθρακα (CO₂)
4. Μονοξείδιο του άνθρακα
5. (CO) Άκαυστοι υδρογονάνθρακες
6. Σωματίδια (PM Particulate material)
7. Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC προ καύσεως).

Από τα παραπάνω προς το παρόν μόνο τα οξείδια του αζώτου(NO_x), τα οξείδια του θείου (SO_x) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις(VOC), υπόκεινται σε νομοθετικούς περιορισμούς. Όμως, στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και η ναυτιλία έχει μέχρι στιγμής εξαιρεθεί από το πλαίσιο του Κιότο για τα αέρια θερμοκηπίου, είναι σαφές ότι η εποχή αυτή πλησιάζει γρήγορα στο τέλος της, και μέτρα για τον περιορισμό του CO₂ αναζητούνται επείγοντως. Παράλληλα, η ευρύτερη ανάλυση μέτρων για άλλα αέρια θερμοκηπίου (όπως CH₄ και N₂O), καθώς και για αέρια που δεν είναι αέρια του θερμοκηπίου (όπως SO₂, NO_x και άλλα) είναι άμεση προτεραιότητα τόσο για τον IMO όσο και για διαφορετικούς φορείς με κανονιστική αρμοδιότητα (Ευρωπαϊκή Ένωση, μεμονωμένα κράτη).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα ποσοστά των πρωτογενών ρύπων (ρύποι που σχηματίζονται στη πηγή ρύπανσης) που εκπέμπονται από ανθρωπογενείς πηγές (όπως για παράδειγμα τομέας παραγωγής ενέργειας, η βιομηχανική δραστηριότητα, οι μεταφορές).



Εικόνα 1 Κατανομή πρωτογενών ρύπων εκπεμπόμενων από ανθρωπογενείς πηγές

1.3 Γενικές Περιπτώσεις Ρυπαντών

Τους ίδιους ρύπους, σε διαφορετικές ποσότητες εκπέμπουν όλοι οι τύποι πλοίων οι οποίοι λειτουργούν με κινητήρες συμβατικών ορυκτών καυσίμων (ντίζελ). Η ποσότητα των αερίων που εκπέμπονται από κινητήρες πλοίων στην ατμόσφαιρα έχει

άμεση σχέση με τη συνολική κατανάλωση πετρελαίου, που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το σχήμα της γάστρας, το φορτίο, την τραχύτητα του κύτους, την κατάσταση του κινητήρα, το χρόνο ελιγμών και της παραμονής στο αγκυροβόλιο. Οι βοηθητικές μηχανές συμβάλλουν επίσης στις συνολικές εκπομπές καυσαερίων. Οι εκπομπές των βοηθητικών μηχανών των κρουαζιερόπλοιων είναι ιδιαίτερα σημαντικές, διότι αυτά έχουν συνεχή ανάγκη για ενέργεια από τις βοηθητικές μηχανές για την κάλυψη των απαιτήσεων φιλοξενίας τόσο στη θάλασσα όσο και στο λιμάνι. Η αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πλοίων παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες λόγω του πλήθους και της ποικιλίας των ρύπων. Οι σημαντικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι όμως, είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το οξείδιο του αζώτου (NO_x), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) . Οι εκπομπές αυτές προκαλούν τόσο βραχυπρόθεσμες όσο και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στο περιβάλλον και κατά συνέπεια στον άνθρωπο. Σε αυτές περιλαμβάνονται η υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, η αύξηση της οξύτητας των υδάτινων αποδεκτών, η καταστροφή της στρωβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα, η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μέσω της εντατικοποίησης του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι κλιματικές αλλαγές και τέλος το πιο σημαντικό, η έκθεση του ανθρώπου και των οικοσυστημάτων σε επικίνδυνες χημικές ενώσεις. Παρατηρούνται υψηλές εκπομπές αερίων από τη ναυτιλία, που οφείλονται στη καύση καυσίμων υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, γεγονός που συμβάλλει στη ατμοσφαιρική ρύπανση, στη επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας, βλάπτει το περιβάλλον και κατά συνέπεια τη πολιτιστική κληρονομιά. Παραδοσιακά, τα πλοία δεν υπόκεινται σε ελέγχους των εκπομπών αερίων. Πολλές μετρήσεις όμως, έχουν δείξει ότι ένα μόνο πλοίο συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση, τόσο υψηλά όπως 50 εκατομμύρια οχήματα ετησίως, γεγονός που οδήγησε σε νέες ρυθμίσεις και εντολές σε όλο τον κόσμο με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε πλοία. Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι υπό πίεση για τον έλεγχο και τη μείωση των εκπομπών που παράγονται από το θαλάσσιο εμπόριο. Τα ποσοστά των CO₂, SO_x, NO_x και PM_{2.5} (particularmatter), που οφείλονται κατά κύριο λόγο στις μηχανές θαλάσσης Diesel, είναι πλέον ένα ζήτημα παγκόσμιας σημασίας και ευαισθητοποίησης και μέτρα για τον περιορισμό του CO₂ αναζητούνται επειγόντως (Ø. Buhaug, J. Corbett, J. Winebrake, A. Mjelde, D. Lee, S. Hanayama, H. Lindstad, C. P\aalsson, V. Eyring, and D. Lee 2009, wikipedia 2013).



Εικόνα 2 Καταμερισμός του μονοξειδίου του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα, αν και φαίνεται να βρίσκεται σε πολύ μικρές ποσότητες (350 μέρη ανά εκατομμύριο ppm), είναι το πέμπτο σε βαθμό αφθονίας στοιχείο στην ατμόσφαιρα. Οι μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται από τη διαπνοή και τις φυσικές πυρκαγιές (περίπου 100 δις μετρικοί τόνοι άνθρακα ετησίως) εξισορροπούνται κυρίως με την αφαίρεση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όμως, εκτόπισαν αυτήν την ισορροπία και η περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε κατά 25 % τα τελευταία 140 χρόνια. Βασικός παράγοντας παραγωγής ανθρωπογενούς διοξειδίου του άνθρακα είναι η καύση των απολιθωμένων καυσίμων, η καύση της βιομάζας και η εκχέρσωση των δασών καθώς και η παραγωγή τσιμέντου, που προσθέτει επίσης σημαντικές ποσότητες (ένα σύνολο περίπου 7 δις νετρικών τόνων άνθρακα ετησίως). Οι τελευταίες τάσεις στις χρήσεις των απολιθωμένων καυσίμων οδηγούν στην πρόβλεψη ότι η περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα θα φτάσει στα 600ppm πριν το τέλος του 21ου αιώνα.

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο χωρίς οσμή αέριο που προέρχεται κυρίως από την ατελή καύση. Η δράση του αερίου αυτού είναι γνωστή από πολλά χρόνια και συνδέεται άμεσα με την αιμοσφαιρίνη του αίματος. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι βλαβερό διότι αφήνει λιγότερη αιμοσφαιρίνη, που χρησιμεύει στη μεταφορά του οξυγόνου. Όταν μία σημαντική ποσότητα μονοξειδίου του άνθρακα ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη του αίματος, τότε περιορίζεται η δέσμευση του οξυγόνου, με αποτέλεσμα το οξυγόνο που εισέρχεται στους ιστούς, να είναι λιγότερο.

Το πρόβλημα αυτό έχει γίνει οξύτερο τα τελευταία χρόνια λόγω της αύξησης του αριθμού των αυτοκινήτων. Σε περιπτώσεις όπως της θερμοκρασιακής αναστροφής όπου εμφανίζεται το "νέφος", οι συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα αυξάνονται σημαντικά με συνέπεια τους συχνούς πονοκεφάλους. Οι περιπτώσεις αυτές γίνονται εντονότερες σε άτομα που έχουν κάποια αναιμία. Οι καπνιστές επίσης, παρουσιάζουν αυξημένους πονοκεφάλους. Από τη φύση του το μονοξείδιο του άνθρακα δεν έχει αθροιστικές ιδιότητες, δηλαδή δεν συσσωρεύεται στα ανθρώπινα όργανα. Παρόλα αυτά η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι δυνατόν να έχει δηλητηριώδη επίδραση.

Το διοξείδιο του θείου (SO₂) αποτελεί ένα άχρωμο αέριο με ερεθιστική οσμή. Μπορεί να το γευθεί κανείς σε μεγάλες συγκεντρώσεις (0.5-1.0ppm). Επίσης, οξειδώνεται με φωτοχημική ή καταλυτική διαδικασία σε τριοξείδιο του θείου, το οποίο απορροφώντας την ατμοσφαιρική υγρασία, σχηματίζει θειικό οξύ το οποίο και καταλήγει στο έδαφος. Οι κυριότερες ανθρωπογενείς διαδικασίες παραγωγής διοξειδίου του θείου και άλλων θεικών ενώσεων στην ατμόσφαιρα είναι: η κατανάλωση καυσίμων, άνθρακα και πετρελαίου, η διύλιση πετρελαίου, η επεξεργασία μη-σιδηρούχων ορυκτών (Cu, Pb, Zn θεικών μετάλλων), η καύση ξύλου και η παραγωγή H₂SO. Τα οξείδια του θείου ερεθίζουν το αναπνευστικό σύστημα και προκαλούν μείωση ορατότητας. Επιπλέον προκαλεί σοβαρές βλάβες στον φυτικό κόσμο μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγροτικών περιοχών. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα οξείδια του θείου είναι υπεύθυνα για την καταστροφή των μνημείων καθώς προκαλούν διάβρωση των τεχνικών υλικών τους. Είναι επιπλέον υπεύθυνα σε μεγάλο βαθμό για την διάβρωση της ίδιας της μηχανής. Μελέτες των παγκοσμίων εκπομπών του SO₂ δείχνουν ότι το 16% του αερομεταφερόμενου θείου προέρχεται από την καύση καυσίμων όπως το πετρέλαιο και ο ορυκτός άνθρακας.

Ο μόλυβδος (Pb) είναι τοξικό μέταλλο που η ύπαρξη του στον αέρα αποτελεί πραγματικό κίνδυνο για την δημόσια υγεία. Η κύρια πηγή του μολύβδου στον αέρα είναι η χρησιμοποίηση βενζίνης με μόλυβδο στους κινητήρες Otto, σε αναλογία 0,5g Pb ανά λίτρο βενζίνης. Ενώσεις τετραμεθυλιούχου και τετραειθυλιούχου μολύβδου προστίθενται στην βενζίνη για την αύξηση των οκτανίων της, ώστε να επιτυγχάνεται η παραγωγή της μέγιστης ισχύος του κινητήρα και η βέλτιστη λειτουργία του. Ο μόλυβδος δεν είναι απαραίτητος στην βενζίνη αλλά προτιμάται, επειδή είναι πιο

οικονομικός από 18 άλλα μέσα που ανεβάζουν τον αριθμό των οκτανίων. Ο μόλυβδος εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό είτε μέσω της αναπνοής είτε μέσω της τροφικής αλυσίδας. Στην συνέχεια διαλύεται στο αίμα και καταλήγει σε διάφορα όργανα και κυρίως στα οστά όπου και συσσωρεύεται. Επιπλέον επιδρά στην καρδιά και στο νεφρικό σύστημα. Η οξεία δηλητηρίαση από μόλυβδο προκαλεί κώμα και ακόμα και θάνατο. Περίπου το 3% κατά βάρος των αιωρούμενων σωματιδίων στις μεγάλες πόλεις αποτελείται από άλατα μολύβδου.

Τα οξείδια του αζώτου (NOx) παράγονται κατά την ατελή καύση ορυκτών καυσίμων. Η κύρια ένωση του αζώτου που περιέχεται στα καυσαέρια είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO) αλλά και το διοξείδιο (NO₂) σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Κατά την καύση η ποσότητα παραγόμενου NO₂ είναι ελάχιστη όμως η τελική ποσότητα αυξάνεται λόγω της οξειδωσης που υφίσταται μέρος του NO προς τον σχηματισμό NO₂. Από τις δύο αυτές ενώσεις μόνο το NO₂ θεωρείται τοξικό στις συνήθεις συγκεντρώσεις. Έχει έντονη μυρωδιά και κόκκινο-καφέ χρώμα και ερεθίζει τα μάτια, τη μύτη, το βρογχικό σύστημα και τους πνεύμονες. Όταν έρθει σε επαφή με υγρασία, είτε στον αέρα είτε στο ανθρώπινο σώμα, σχηματίζει το εξαιρετικά διαβρωτικό νιτρικό οξύ. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία της καύσης τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα οξειδίου του αζώτου που σχηματίζεται. Τα οξείδια του αζώτου συμμετέχουν στην εμφάνιση ποικιλίας αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, όπως οι σημαντικές αλλαγές στη σύσταση ορισμένων ειδών βλάστησης υδροβιοτόπων και χερσαίων εκτάσεων, η εμφάνιση της όξινης βροχής, η όξυνση και ο ευτροφισμός γλυκών υδάτων, η μειωμένη ορατότητα, η αύξηση επιπέδων τοξινών διαφόρων ειδών ψαριών και άλλων υδρόβιων ζώων, κ.ά.

Οι υδρογονάνθρακες (HC), προέρχονται από την ατελή καύση του καυσίμου-λαδιού και την εξάτμιση του καυσίμου. Έχουν επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου-καρκινογενέσεις αλλά και στο περιβάλλον με την δημιουργία νέφους. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι αποτέλεσμα της ατελούς καύσης, καθώς υπάρχει έλλειψη αέρα και διαχωρισμός των διοξειδίων του άνθρακα, είναι εξαιρετικά τοξικό σε μεγάλη συγκέντρωση. Λόγω της περίσσειας αέρα στις δίχρονες ναυτικές μηχανές οι εκπομπές μονοξειδίου είναι πολύ μικρές.

Τα αιωρούμενα σωματίδια καπνού (PM) αποτελούν ένα ιδιαίτερα σύνθετο ρύπο καθώς παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στο μέγεθος, στην χημική σύσταση και στο σχήμα τους. Συνήθως τα σωματίδια καπνού αποτελούνται από αιθάλη, οξείδια

μετάλλων, καθώς και θειικά άλατα, όλα προερχόμενα από την ατελή καύση του καυσίμου ή από τις ακαθαρσίες στα καύσιμα και στα λιπαντικά u960 που χρησιμοποιούνται. Το μέγεθος τους δεν είναι συγκεκριμένο, αλλά έχουν διάμετρο μικρότερη από 10μm. Τα αιωρούμενα σωματίδια εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων. Η συνεχής έκθεση στα αιωρούμενα σωματίδια συμβάλλει στη δημιουργία χρόνιων αναπνευστικών παθήσεων και μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πρόωρου θανάτου. Διάφορες μελέτες συνδέουν τα επίπεδα των αιωρούμενων σωματιδίων με τις αυξημένες εισαγωγές στα νοσοκομεία και ειδικότερα με τον αριθμό των επισκέψεων στα Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ). Τα παιδιά, τα άτομα που πάσχουν από άσθμα ή έχουν καρδιολογικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι είναι οι ομάδες υψηλού κινδύνου, ιδιαίτερα ευαίσθητοι στην έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

1.4 Εκπομπές Ρύπων σε Κρουαζιερόπλοια

Το Κρουαζιερόπλοιο, όνομα που προέρχεται εκ του αγγλικού όρου (cruiseship), είναι ειδικής κατηγορίας επιβατηγό πλοίο που πραγματοποιεί κρουαζιέρες (δηλαδή κυκλικά περιηγητικά ταξίδια), βάσει επιμελούς προγράμματος λιμένων προσέγγισης, χωρίς όμως να εκτελούν συγκοινωνιακή γραμμή, ενώ ο ναύλος τους καθορίζεται ελεύθερα, μη υποκείμενος σε ναυτολόγιο, που περιλαμβάνει ενδιαίτηση, ξενάγηση, τροφοδοσία και ψυχαγωγία.



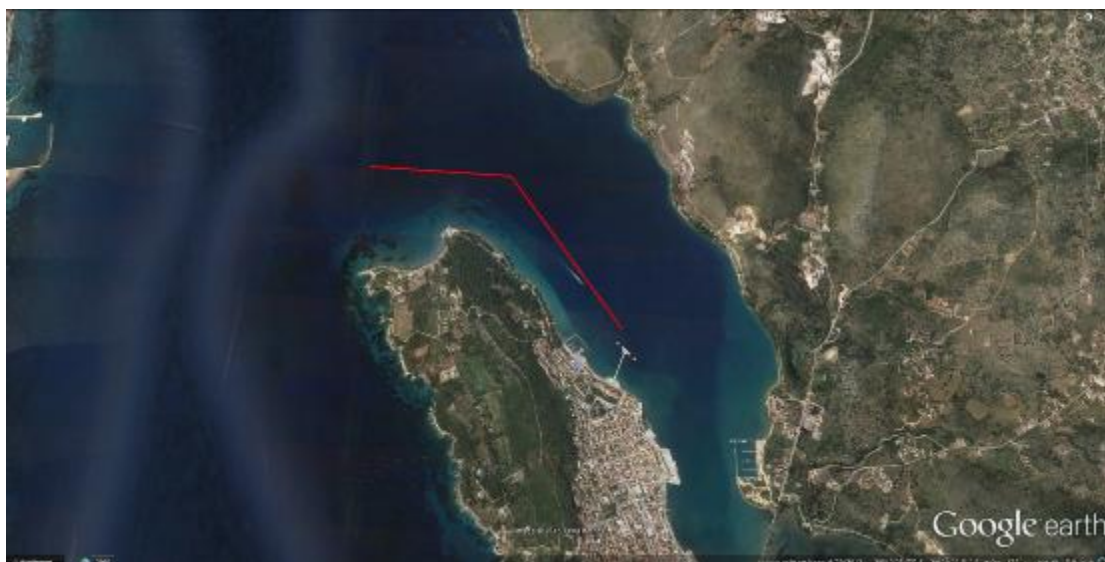
Εικόνα 3 “Costa Pacific” της ιταλικής Costa Crociere

Τις τελευταίες δεκαετίες διαπιστώνεται μια συνεχής αύξηση πραγματοποίησης τέτοιων ταξιδιών, στα οποία και στράφηκαν σχεδόν όλα τα άλλοτε υπερωκεάνια και όχι μόνο, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ιδιαίτερης ναυτιλίας και επιχειρηματικής δραστηριότητας. Γενικά τα κρουαζιερόπλοια προσφέρουν ιδιαίτερες ανέσεις (απαιτήσεις) τόσο ως προς τους χώρους ενδιαίτησης των επιβατών, από άποψη εμφάνισης, διακόσμησης, εξοπλισμών και παροχής υπηρεσιών, όσο και ως προς το προσωπικό πλοίου που είναι το πολυπληθέστερο από οποιοδήποτε άλλου τύπου πλοίο, (ίδιου βέβαια εκτοπίσματος), και που προσφέρει συνήθως ξενοδοχειακές υπηρεσίες υψηλού επιπέδου, με κέντρα ψυχαγωγίας, (τηλεόραση, κινηματογράφο, θέατρο, κλαμπ, βιβλιοθήκη, καζίνο κ.λπ.) και χώρους άθλησης (γυμναστήρια, μικρά γήπεδα, κολυμβητήρια), εστιατόρια μέχρι και παροχή ιατρικής βοήθειας με διάθεση ελικοδρομίου.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Περιγραφή Λιμανιών

Αρχικά γίνεται μια σύντομη περιγραφή των λιμανιών που θα μελετηθούν, όπου δίνονται βασικές πληροφορίες για τα λιμάνια καθώς και για την ευρύτερη περιοχή που βρίσκονται. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του googleearth περιγράφεται η κίνηση των πλοίων εντός των λιμένων μέχρι την προσάραξη τους στις αποβάθρες των λιμανιών. Τέλος υπολογίζεται το μέγεθος της απόστασης που διανύουν. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα όπου η κόκκινη γραμμή απεικονίζει την πορεία του πλοίου καθώς και το μέγεθος της απόστασης που διανύει.



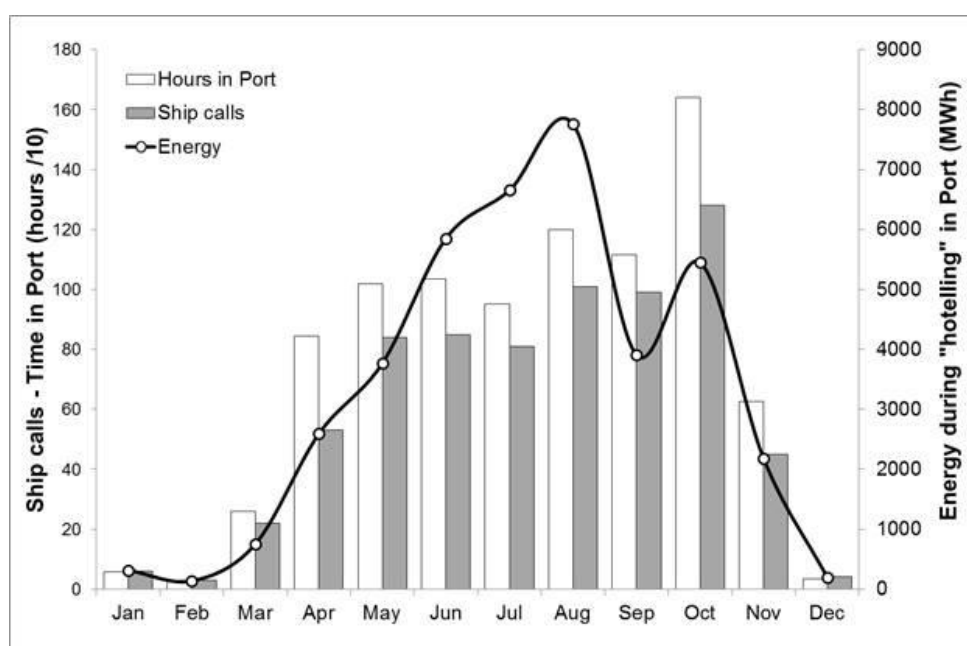
Εικόνα 4 Απεικόνιση λιμένα Αργοστολίου από το googlemaps

2.2 Υπολογισμός Φορτίου ανά Λιμάνι

Έπειτα πραγματοποιήθηκε συλλογή των αφίξεων και των αναχωρήσεων ξεχωριστά για κάθε λιμάνι από τα αντίστοιχα λιμεναρχεία. Ως βάση δεδομένων για τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλοίων (ισχύς κύριας και εφεδρικής μηχανής), χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα seaweb.com. Υπολογίστηκε η ενέργεια που απαιτείται από τα πλοία που βρίσκονται κάθε στιγμή αγκυροβολημένα σε κάθε λιμάνι και απεικονίστηκαν με τη βοήθεια χρονοσειράς με βήμα 2 ωρών για το έτος 2013. Η ενέργεια υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την ισχύ της δευτερεύουσας μηχανής επί το χρόνο (σε ώρες) που

παρέμεινε το πλοίο αγκυροβολημένο. Η ενέργεια που υπολογίστηκε, πολλαπλασιάστηκε με έναν συντελεστή. Οι τιμές του συντελεστή είναι 0,6 και 0,3 για τους καλοκαιρινούς και τους υπόλοιπους μήνες αντίστοιχα.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί για κάθε λιμάνι μια γραφική παράσταση στην οποία απεικονίζονται οι ώρες παραμονής των πλοίων στο λιμάνι και ο αριθμός των αφίξεων των πλοίων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για πρακτικούς λόγους έγινε διαίρεση των ωρών δια του δέκα και τέλος πολλαπλασιάστηκε η ενέργεια με τον αντίστοιχο συντελεστή του κάθε μήνα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας γραφικής παράστασης παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα όπου φαίνεται ξεκάθαρα η μεγαλύτερη τιμή της απαιτούμενης ενέργειας (peak) δηλαδή το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία (στη συγκεκριμένη περίπτωση το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας απαιτείται τον Αύγουστο).



Εικόνα 5 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας – μήνας

2.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών (ΑΠΕ ανά περιοχή)

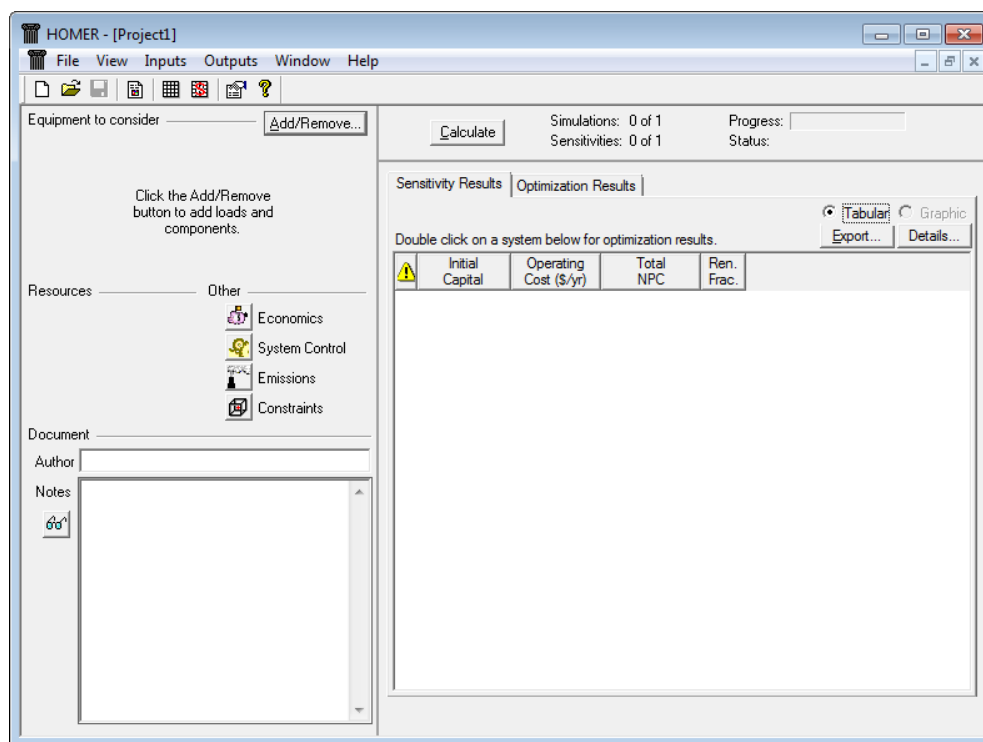
Για το κάθε ένα από τα εξεταζόμενα λιμάνια υπολογίστηκε η διαθέσιμη ενέργεια σε ΑΠΕ στην εγγύτερη περιοχή. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης από την ιστοσελίδα <http://www.energyregister.gr/xartis>. Καθώς αποφασίστηκε τα κρουαζιερόπλοια να τροφοδοτούνται αποκλειστικά από ανεμογεννήτριες στα

διαθέσιμα φίλτρα της σελίδας επιλέχθηκε μόνο η εμφάνιση ανεμογεννητριών. Στη συνέχεια προστέθηκε η ονομαστική ισχύς κάθε ανεμογεννήτριας στην εγγύτερη περιοχή του λιμανιού.

Στη συγκεκριμένη μελέτη συμπεριλαμβάνεται ο συνολικός αριθμός ανεμογεννητριών, ο οποίος αναφέρεται τόσο στις ανεμογεννήτριες που βρίσκονται σε λειτουργία όσο και σε εκείνες των οποίων η κατασκευή βρίσκεται σε εξέλιξη ή η κατασκευή έχει ολοκληρωθεί και δεν έχει ξεκινήσει η λειτουργία τους.

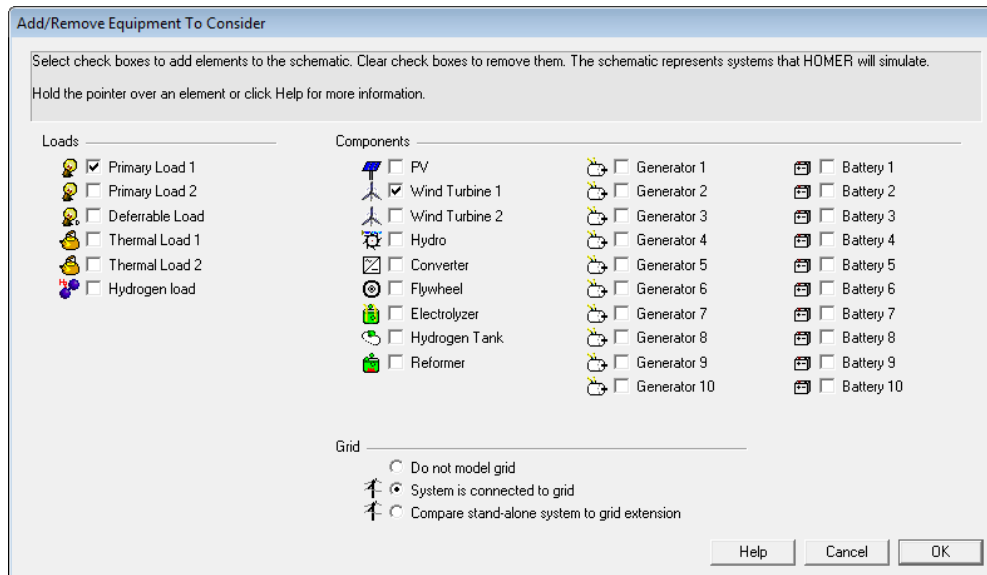
2.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

Για τον υπολογισμό της υπάρχουσας ενέργειας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Homer και παρακάτω γίνεται μία περιγραφή της διαδικασίας υπολογισμού με την βοήθεια των screenshots. Για τα λιμάνια χρησιμοποιείται το ίδιο σύστημα με μόνη διαφοροποίηση τον αριθμό των εκάστοτε ανεμογεννητριών και τα αντίστοιχα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής. Το σύστημα αυτό είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο. Εξαιρεση αποτελεί το λιμάνι του Αργοστολίου για το οποίο εξετάστηκαν 3 διαφορετικές περιπτώσεις. Στο πρώτο screenshot φαίνεται το περιβάλλον του προγράμματος πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια.

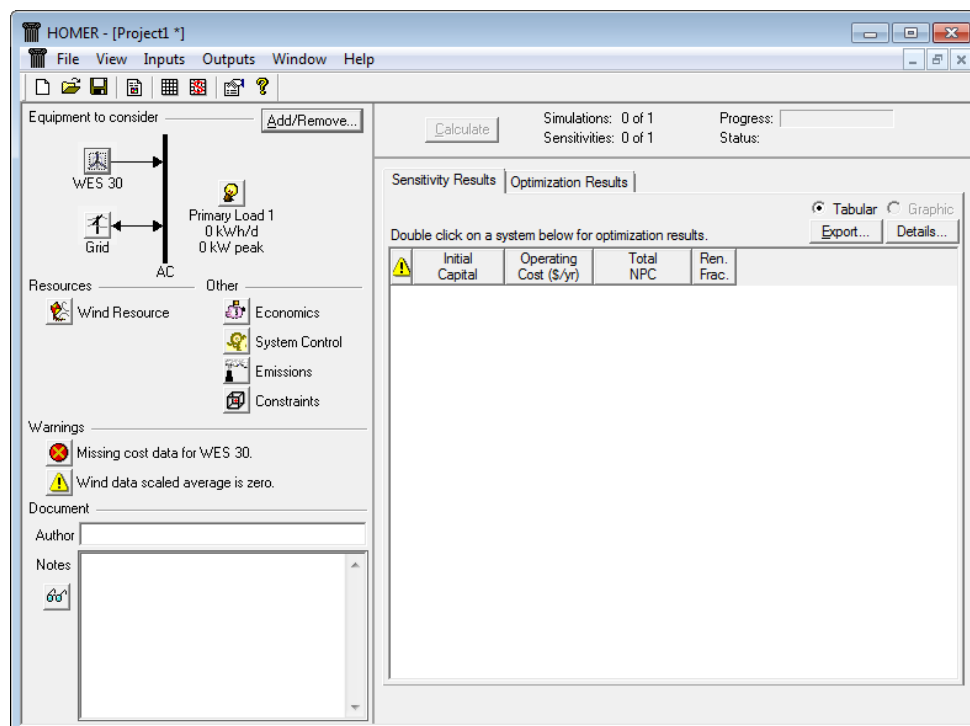


Εικόνα 6 Το περιβάλλον του προγράμματος πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια.

Αρχικά δημιουργήθηκε το απαραίτητο ενεργειακό σύστημα, προσθέτοντας από την επιλογή “add/remove...” τα στοιχεία από τα οποία θα αποτελείται. Στην περίπτωση που μελετάται, επιλέχθηκε ένα αρχικό φορτίο (PrimaryLoad 1), μία ανεμοτουρμπίνα (WindTurbine 1) και η ρύθμιση ώστε το σύστημά να είναι συνδεδεμένο σε δίκτυο (Systemisconnectedtogrid) όπως φαίνεται στο παρακάτω screenshot.

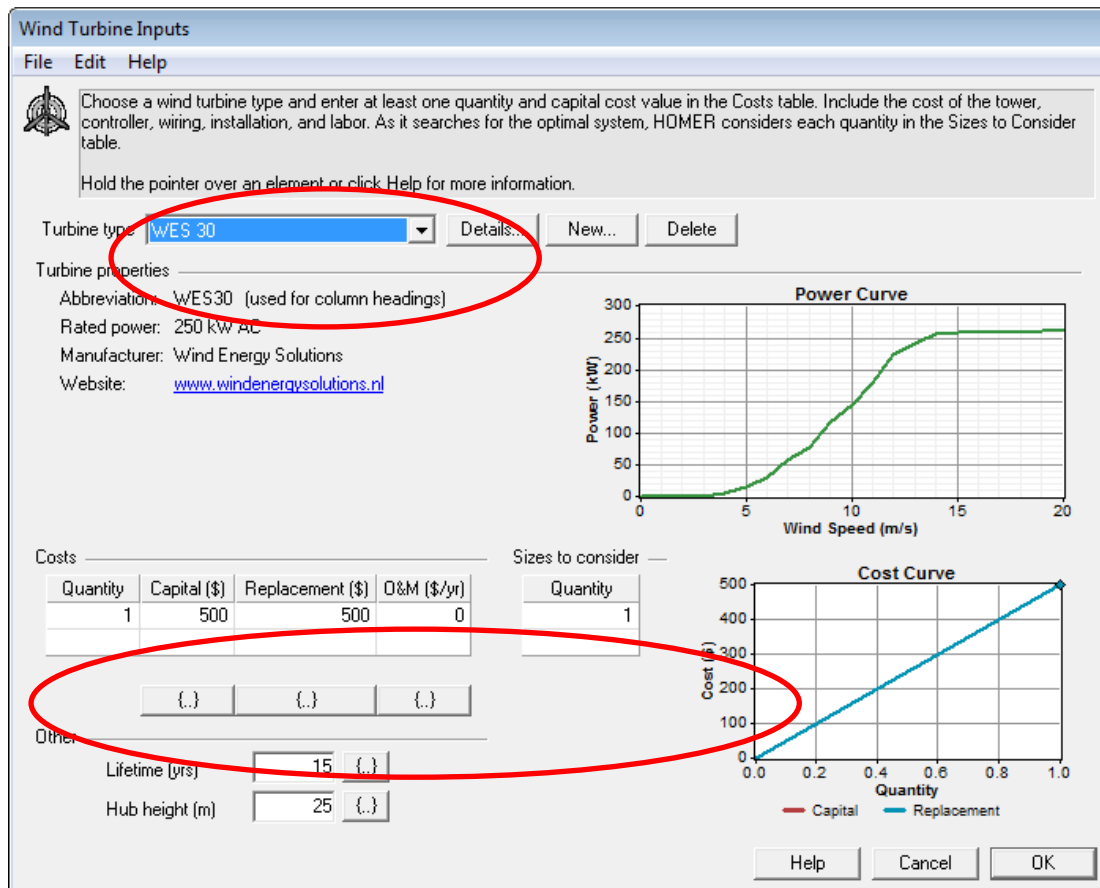


Εικόνα 7 Το απαραίτητο ενεργειακό σύστημα, προσθέτοντας από την επιλογή “add/remove...” τα στοιχεία από τα οποία θα αποτελείται.



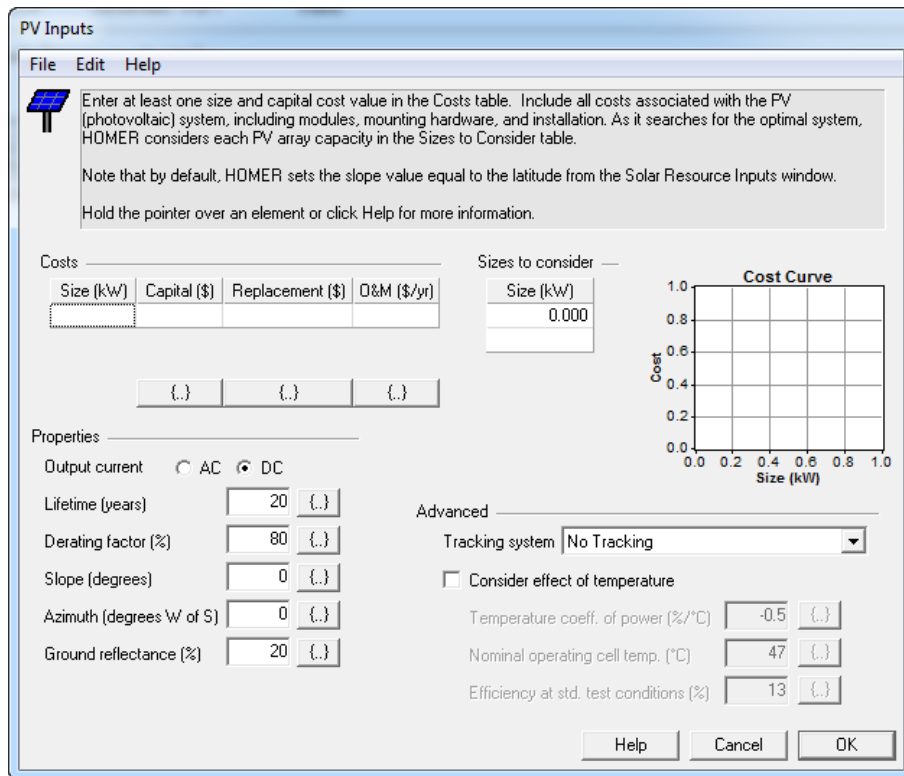
Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Μετά την δημιουργία του συστήματός γίνεται επιλογή του τύπου της Α/Γ (VestasV82 για όλα τα λιμάνια με ονοματική ισχύ 1650 kW αντίστοιχα) που θα χρησιμοποιηθεί, του πλήθους και ενός ενδεικτικού κόστους αγοράς και εγκατάστασης.



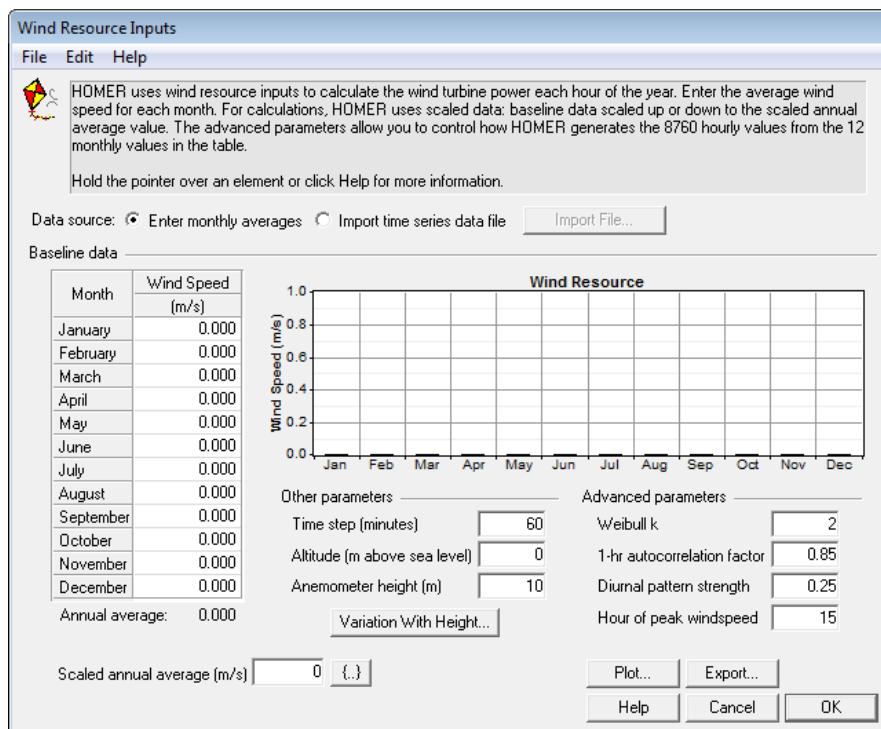
Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων ορίζεται το μέγεθος του φωτοβολταϊκού συστήματος και ένα ενδεικτικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης.



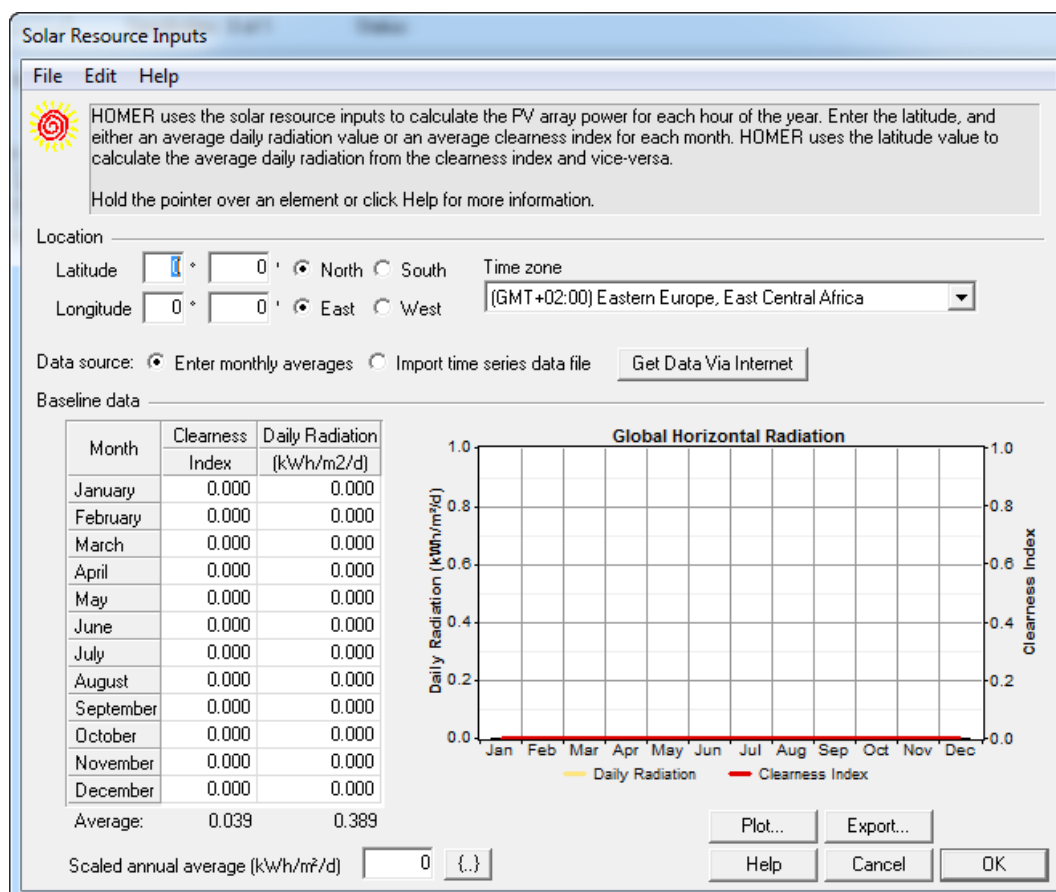
Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Έπειτα εισάγονται τα ανεμολογικά δεδομένα από την επιλογή “windresource”.



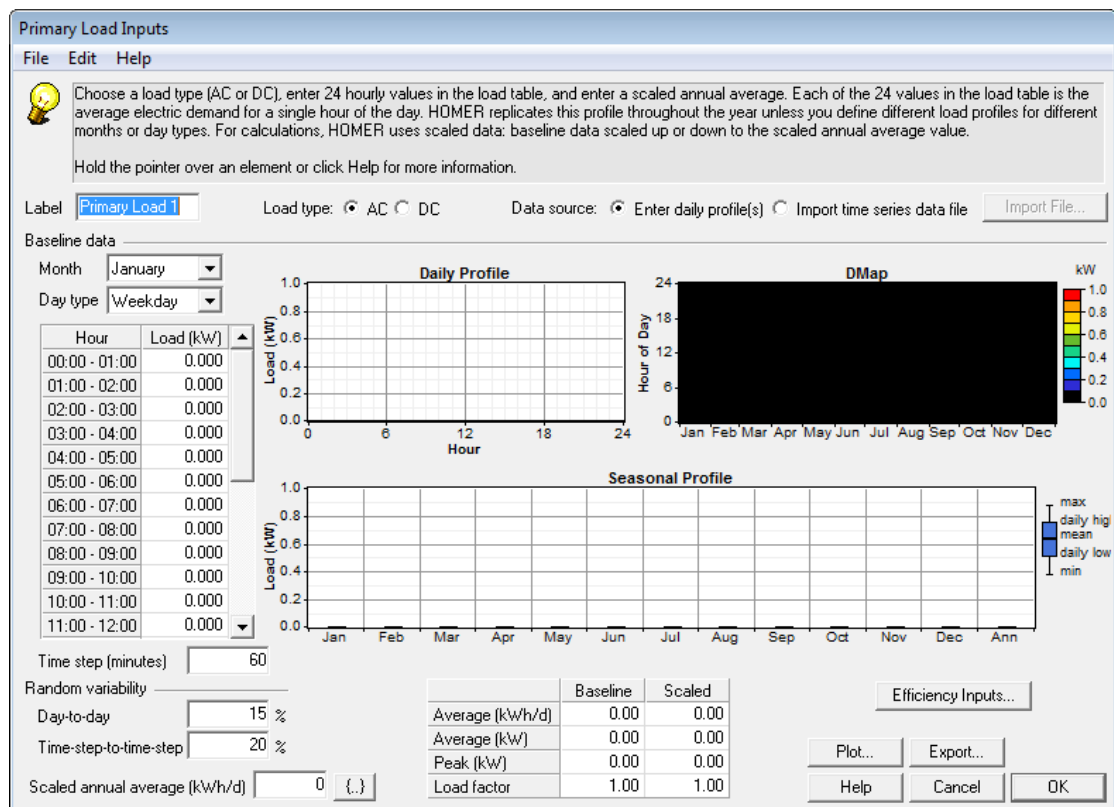
Εικόνα 11 Εισαγωγή τών ανεμολογικών δεδομένων από την επιλογή “windresource”.

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εισάγονται τα αντίστοιχα δεδομένα ηλιοφάνειας στην επιλογή “solarresource”.



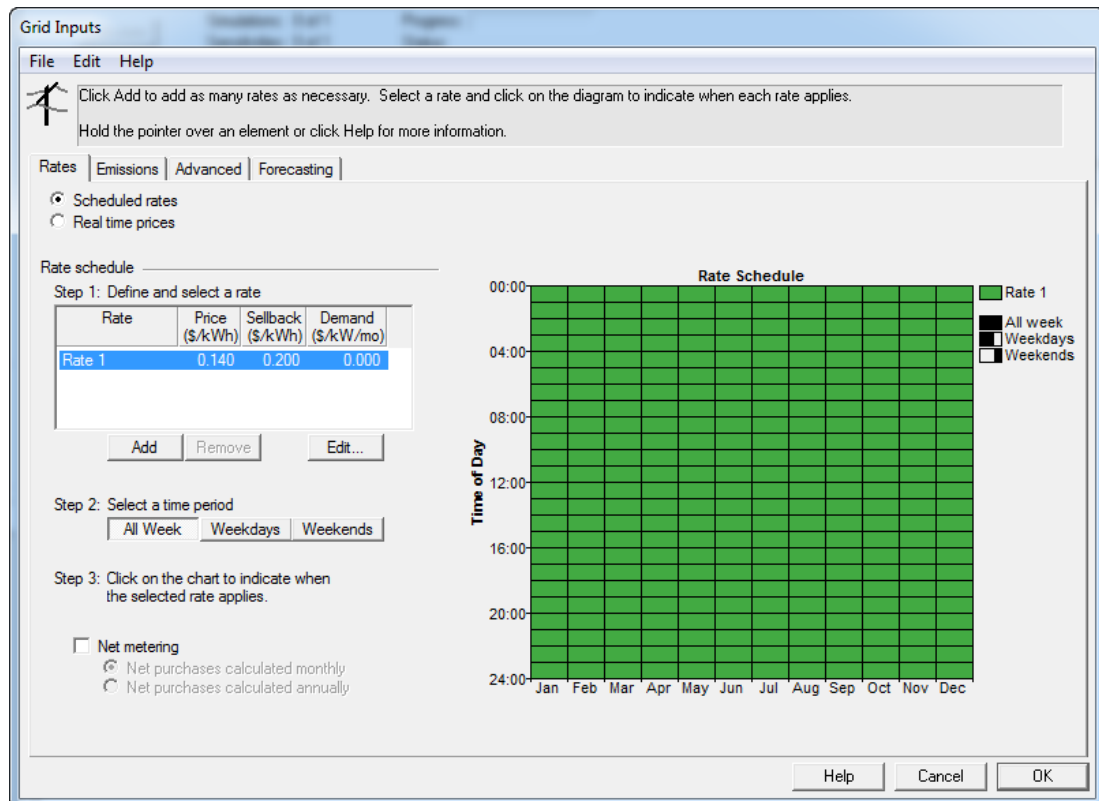
Εικόνα 12 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Στο επόμενο βήμα ορίζεται το φορτίο του συστήματος επιλέγοντας το “PrimaryLoad 1”. Αρχικά επιλέγεται να είναι εναλλασσόμενο ρεύμα επιλέγοντας “AC” στο LoadType. Στην συνέχεια εισάγονται οι τιμές του φορτίου (χρονοσειρά) που δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα από τους υπολογισμούς στο Excel με την βοήθεια του κώδικα, από την επιλογή “ImportFile...”.



Εικόνα 13 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Έπειτα ορίζονται τα δεδομένα για το δίκτυο με το οποίο συνδέθηκε το σύστημα και η τιμή της kWh σύμφωνα με την οποία έλαβε χώρα αγορά ή πώληση ενέργειας ανάλογα με την περίπτωση. Η διασύνδεση με το δίκτυο γίνεται έτσι ώστε όταν δεν μπορούν οι αντίστοιχες ΑΠΕ να παρέχουν το φορτίο που χρειάζεται το σύστημα, να το παίρνει από το δίκτυο με το ανάλογο κόστος το οποίο έχει οριστεί. Αντίστοιχα όταν το φορτίο που παράγουν οι ΑΠΕ είναι μεγαλύτερο από το ζητούμενο, το πλεονασματικό φορτίο να πωλείται στο δίκτυο με την ανάλογη τιμή.



Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από την μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Τέλος, εφόσον το σύστημά είναι πλήρως ορισμένο η διαδικασία μπορεί να περάσει στο κομμάτι του υπολογισμού των αποτελεσμάτων με την επιλογή ‘‘calculate’’ η οποία πλέον έχει γίνει διαθέσιμη.

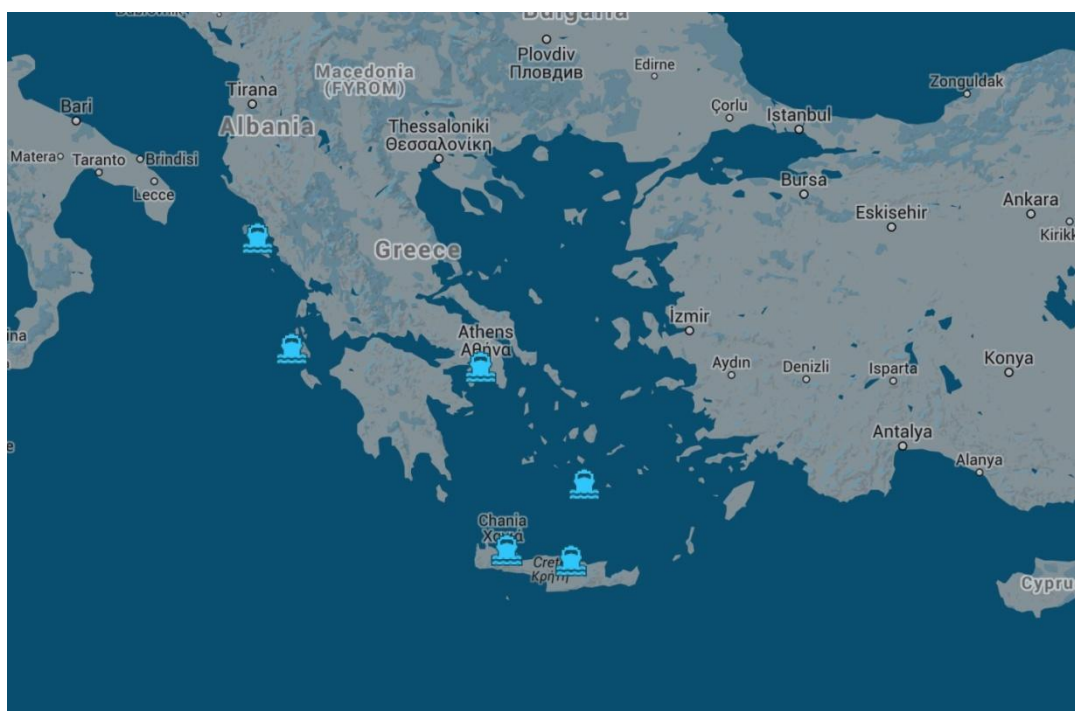
Για όλα τα λιμάνια χρησιμοποιείται το ίδιο σύστημα με μόνη διαφοροποίηση τον αριθμό των εκάστοτε ανεμογεννητριών και τα αντίστοιχα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής. Το σύστημα αυτό όπως προαναφέρθηκε είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο. Εξάιρεση αποτελεί το λιμάνι του Αργοστολίου για το οποίο εξετάστηκαν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις.

3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Ο κλάδος της κρουαζιέρας είναι ο πλέον δυναμικός και ανερχόμενος κλάδος της τουριστικής βιομηχανίας της χώρας μας. Επομένως, τα Ελληνικά λιμάνια σαν φυσικός χώρος υποδοχής, έχουν να παίξουν κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξή της.

Τα Ελληνικά λιμάνια, προορισμού κρουαζιέρας, που είναι στα ιδρυτικά μέλη της ΕΛΙΜΕ είναι ο Πειραιάς, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Βόλος, Κέρκυρα, Ηγουμενίτσα και Καβάλα.

Τα Λιμενικά Ταμεία τα οποία διαχειρίζονται λιμάνια προορισμού κρουαζιέρας και τα οποία προσεκλήθησαν να γίνουν μέλη της ΕΛΙΜΕ και κατ' επέκταση να εκπροσωπούνται στην Επιτροπή Λιμένων Κρουαζιέρας είναι τα Λιμενικά Ταμεία Θήρας, Μυκόνου, Νοτ. Δωδεκανήσου (Ρόδος), Πάτμου, Κω, Πύργου (Κατάκολο), Ν. Χανίων, Μήλου, Λέσβου, Ναυπλίου, Σάμου, Κεφαλληνίας – Ιθάκης, Ρεθύμνου και Χίου.



Εικόνα 15 Χάρτης της Ελλάδας με τα λιμάνια που μελετήθηκαν

3.1 Σούδα Χανίων

3.1.1 Περιγραφή Λιμένα Σούδας

Η Σούδα είναι κωμόπολη της Περιφέρειας Κρήτης και στρατηγικής σημασίας λιμάνι. Είναι επίγειο της πόλης των Χανίων, από την οποία απέχει 7 χιλιόμετρα. Με βάση την απογραφή του 2011 είχε πληθυσμό 6.418 κατοίκους. Η Σούδα είναι κτισμένη στα νοτιοδυτικά του Κόλπου της Σούδας και πήρε την πολεοδομική της μορφή τα μεταπολεμικά χρόνια. Το λιμάνι της Σούδας εξυπηρετεί πλοία εσωτερικού, από και προς Πειραιά, καθώς και πλοία εξωτερικού, εμπορικά ή κρουαζιερόπλοια λόγω του γεωγραφικού του προσανατολισμού, είναι ένα από τα ασφαλέστερα λιμάνια της Μεσογείου. Σήμερα είναι ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο λιμάνι, που συμβάλλει καθοριστικά στην εμπορική, τουριστική και οικονομική ανάπτυξη του Νομού Χανίων. Στην περιοχή του Κόλπου της Σούδας βρίσκονται επίσης σημαντικές στρατιωτικές εγκαταστάσεις τόσο του ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού (Ναύσταθμος Κρήτης), αλλά και του NATO (Βάση Σούδας), που εξυπηρετεί και τις ένοπλες δυνάμεις των ΗΠΑ.[3],[17]



Εικόνα 16 Λιμάνι Σούδας

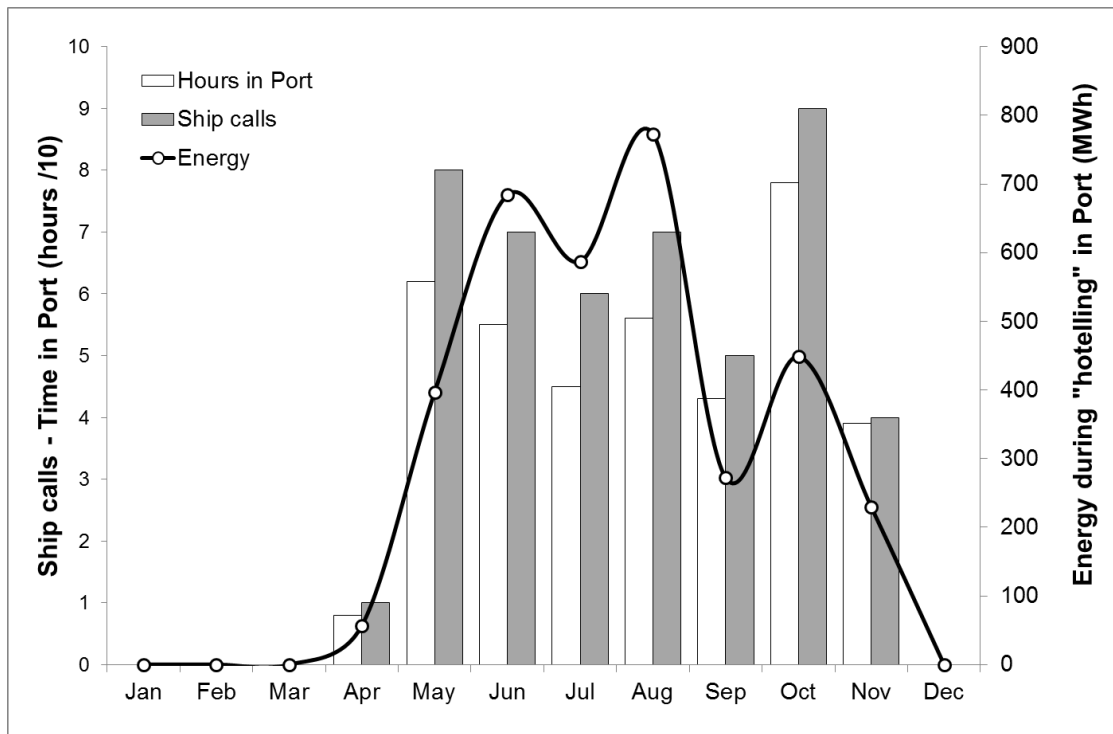
Παρακάτω απεικονίζεται η αποβάθρα και οι βασικές κινήσεις που εκτελούνται από τα κρουαζιερόπλοια στο λιμένα της Σούδας Χανίων, από τη στιγμή που εισέρχονται εντός του λιμένα έως τη στιγμή που εξέρχονται. Συγκεκριμένα, η πορεία που φαίνεται στην παρακάτω δορυφορική φωτογραφία με την κόκκινη γραμμή έχει συνολικό μήκος $D = 1,3 \text{ km}$ και χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τα κρουαζιερόπλοια.



Εικόνα 17 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Σούδας (1,3 km)

3.1.2 Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι της Σούδας

Στην εικόνα που ακολουθεί εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι της Σούδας. Τα κρουαζιερόπλοια αφικνείται στο λιμάνι της Σούδας οχτώ μήνες το χρόνο δηλαδή από το μήνα Απρίλιο μέχρι και τον μήνα Νοέμβριο. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Οκτώβριο. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 18 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας – μήνας

3.1.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κρήτης

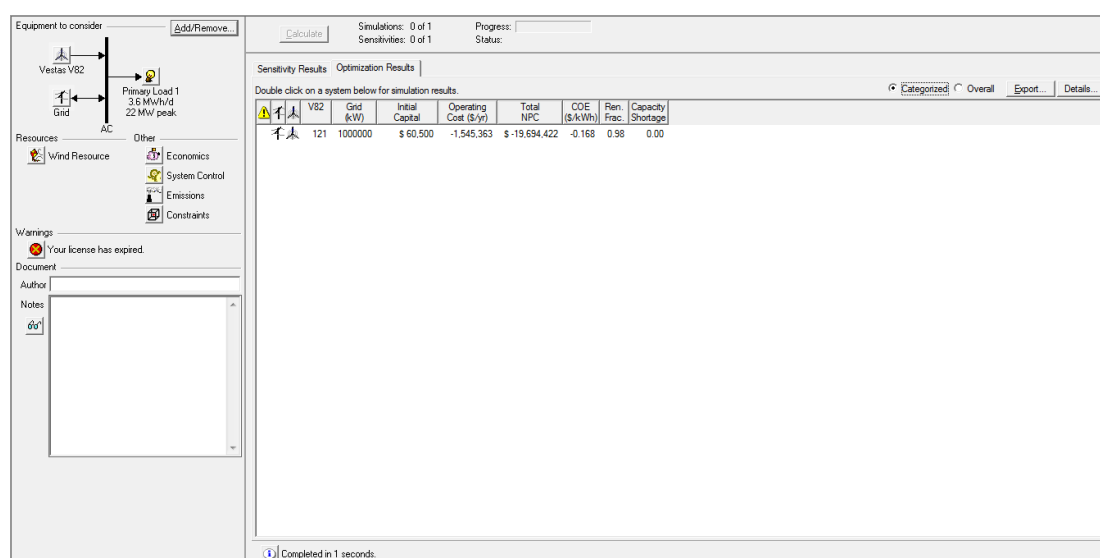
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται τα αιολικά πάρκα που είναι εγκατεστημένα στην Κρήτη. Από τα αιολικά πάρκα που εμφανίζονται στον χάρτη της παρακάτω εικόνας λήφθηκαν υπόψη μόνο αυτά που βρίσκονται σε λειτουργία. Σύμφωνα με το δελτίο τύπου της ΔΕΔΔΗΕ [20] η συνολική ισχύς των αιολικών πάρκων για το νησί της Κρήτης είναι 194,36 MW.



Εικόνα 19 Συνολική ισχύς 194,36MW

3.1.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

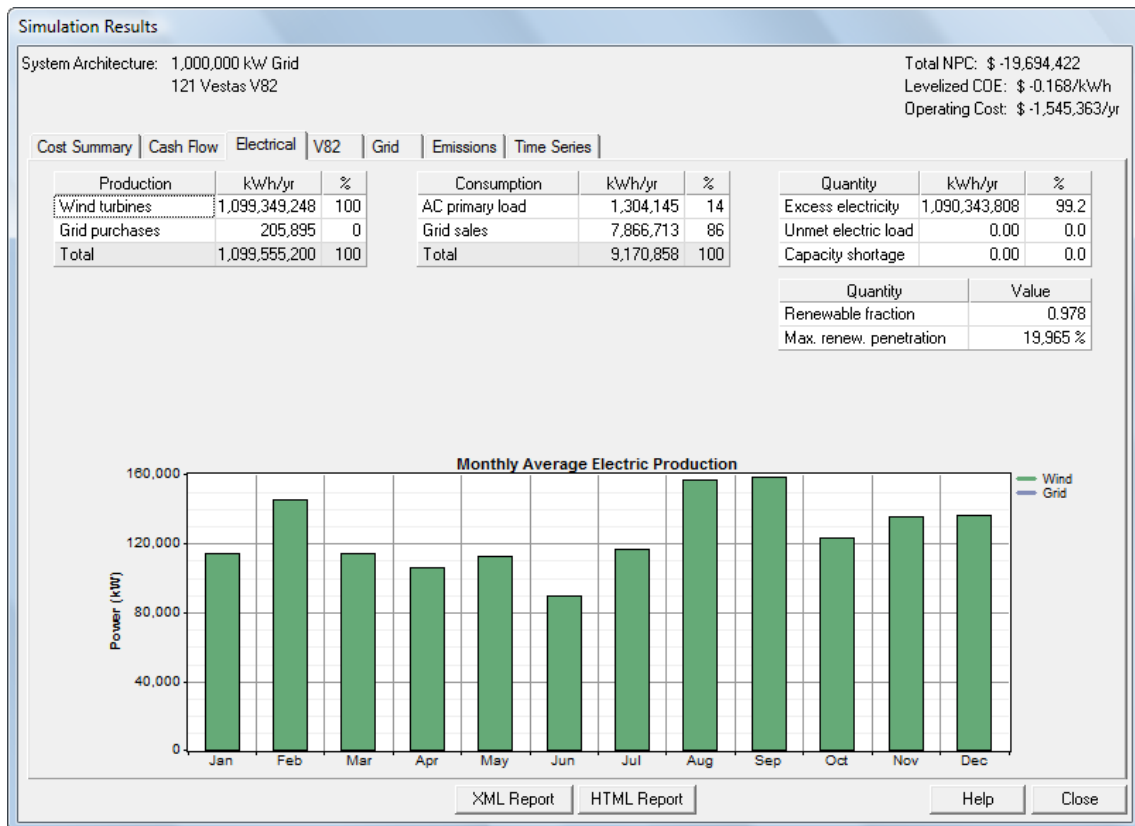
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι της Σούδας. Χρησιμοποιήθηκαν 121 ανεμογεννήτριες τύπου VestasV82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 20 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

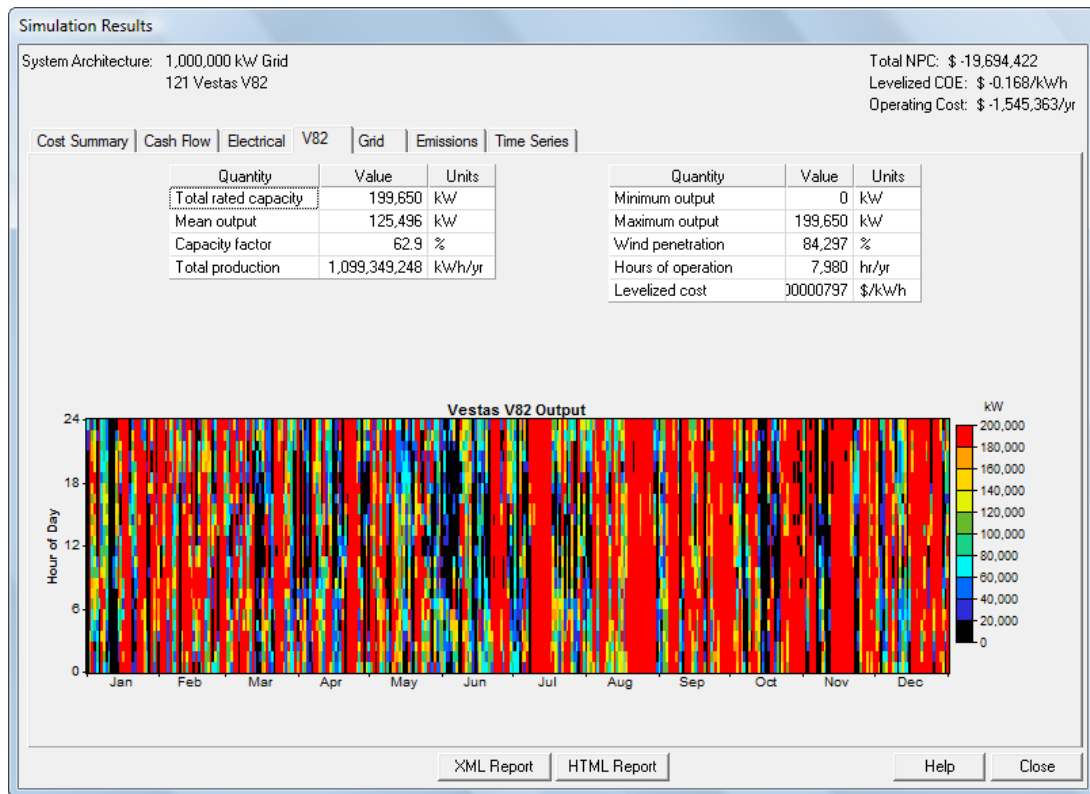
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



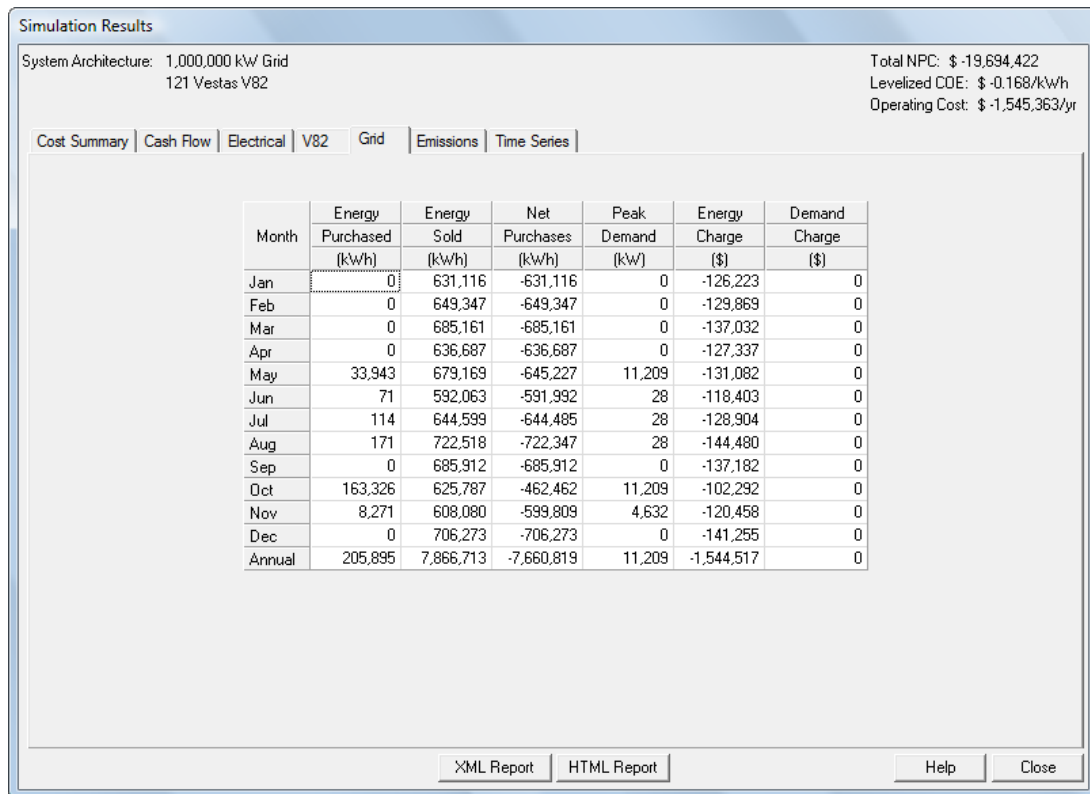
Εικόνα 21 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες τις ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Οκτώβριο.



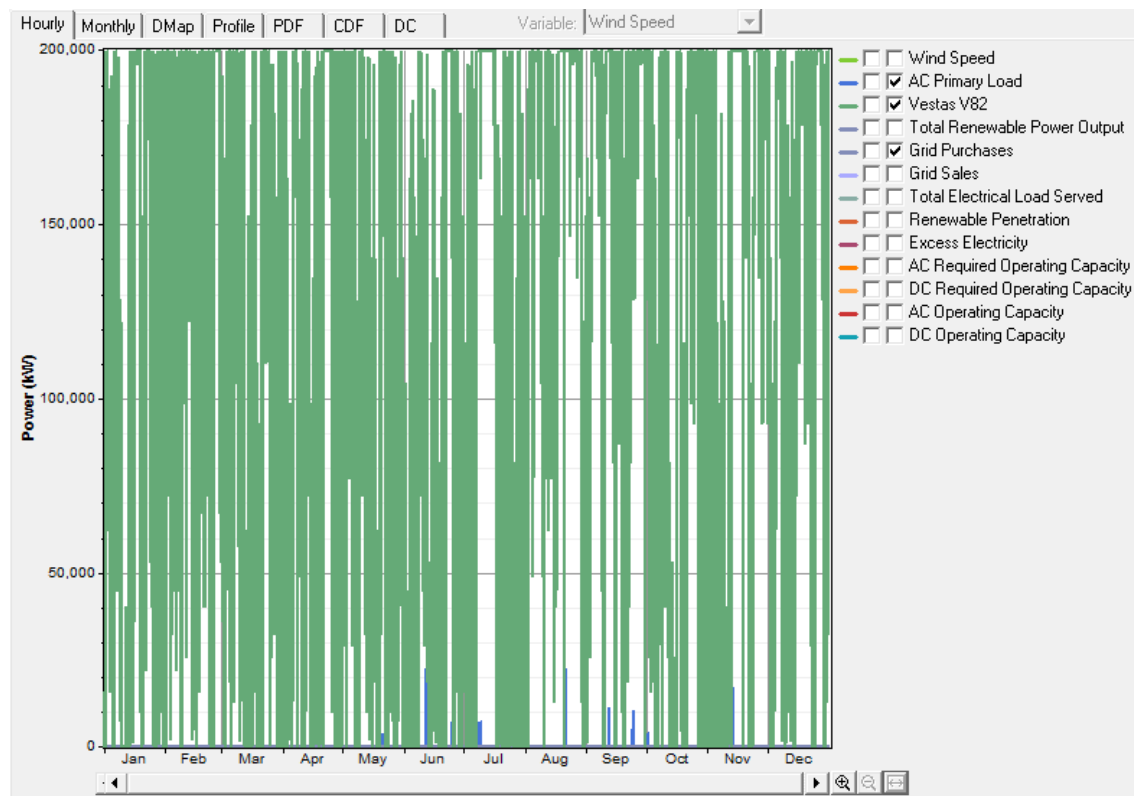
Εικόνα 22 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Τέλος όπως παρατηρείται τα μεγαλύτερα ποσά από το δίκτυο αγοράστηκαν τους μήνες Μάιο Οκτώβρη και Νοέμβρη ενώ πολύ λιγότερα ποσά αγοράστηκαν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Τους υπόλοιπους μήνες υπήρχε πλεόνασμα με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο.



Εικόνα 23 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστη ενέργεια αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες .



Εικόνα 24 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

3.2 Αργοστόλι

3.2.1 Περιγραφή Λιμένα Αργοστολίου

Τα νησιά του Οδυσσέα, η Ιθάκη και η Κεφαλονιά βρίσκονται δυτικά της ηπειρωτικής Ελλάδας, στο Ιόνιο Πέλαγος, και ανήκουν στο σύμπλεγμα των Ιονίων Νησιών. Διοικητικά, μαζί με λίγα μικρά ακατοίκητα νησιά και νησίδες, υπάγονται στο Νομό Κεφαλληνίας και Ιθάκης και στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων. [4]

Η Κεφαλονιά διαθέτει αρκετά οργανωμένα λιμάνια. Το κυριότερο λιμάνι με υποδομές υποδοχής κρουαζιερόπλοιων είναι το Αργοστόλι. Το Αργοστόλι είναι πόλη της Κεφαλονιάς και πρωτεύουσα του Νομού Κεφαλληνίας. Κατά την απογραφή του 2011 είχε 9.748 κατοίκους.

Είναι επίσης πρωτεύουσα της επαρχίας Κραναίας που περιλαμβάνει το νότιο και νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού. Επίσης είναι η μεγαλύτερη πόλη του νησιού και συνδέεται με ferry με το Ληξούρι που είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη. Ο κόλπος του Αργοστολίου που το περιβάλλει είναι ένα από τα ασφαλέστερα λιμάνια του κόσμου.

Διαθέτει προβλήτα μήκους 160,4 μέτρων και μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα μέχρι ένα κρουαζιερόπλοιο. Στα αγκυροβόλια του λιμένα μπορούν να προσδέσουν μέχρι τρία κρουαζιερόπλοια.

Η Κεφαλονιά έχει επίσης έξι μικρότερα λιμάνια την Σάμη, τον Πόρο, το Ληξούρι, την Πεσάδα, την Αγία Ευφημία και το Φισκάρδο που χρησιμοποιούνται κυρίως για την σύνδεση του νησιού με την ηπειρωτική Ελλάδα, τα γύρω νησιά και την Ιταλία και στα περισσότερα υπάρχουν υποδομές ελλιμενισμού σκαφών αναψυχής. Στα λιμάνια της Σάμης και του Φισκάρδου αγκυροβολούν και κρουαζιερόπλοια.



Εικόνα 25 Λιμάνι Αργοστολίου

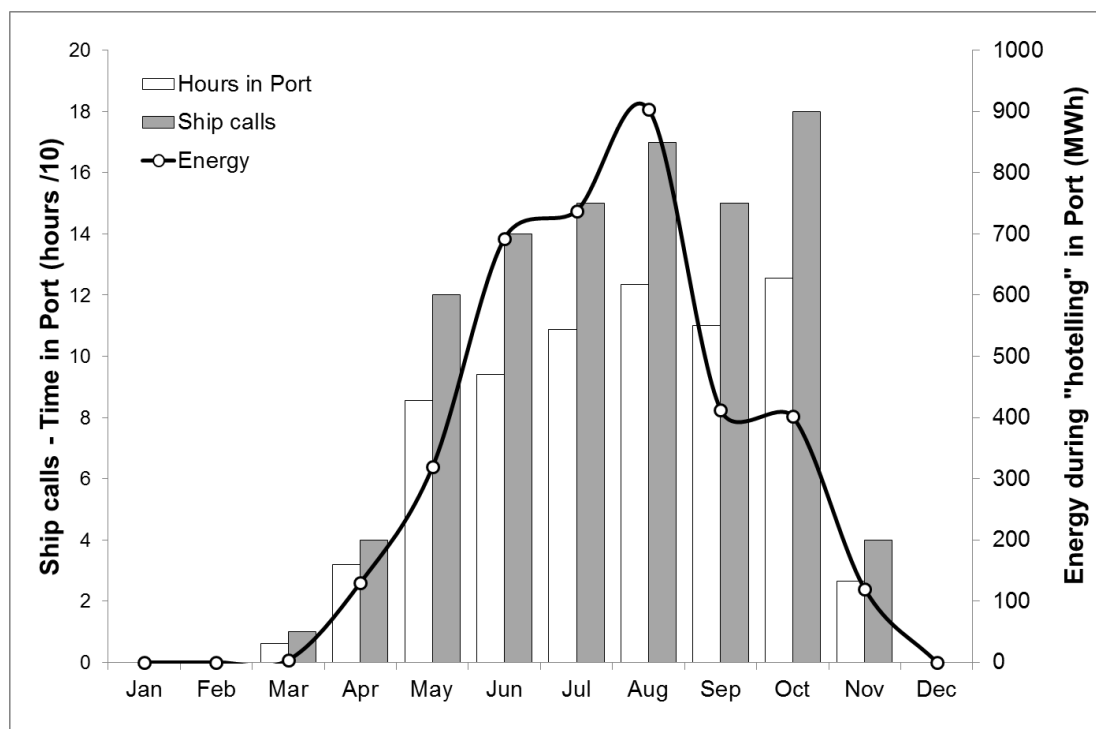
Το κρουαζιερόπλοιο με το που εισέλθει στον κόλπο του Αργοστολίου προσαράζει στην προβλήτα που χει δημιουργηθεί ειδικά για αυτό το λόγο στο βόρειο σημείο του λιμανιού. Στην περίπτωση που υπάρξουν περισσότερα από ένα κρουαζιερόπλοια προσαράζουν σε κάποιο σημείο εντός του κόλπου Αργοστολίου. Η ενδεικτική διαδρομή που ακολουθεί το κρουαζιερόπλοια μέχρι την προσάραξη του είναι 0.5 km.



Εικόνα 26 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Αργοστολίου (0,5 km)

3.2.2 Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι του Αργοστολίου

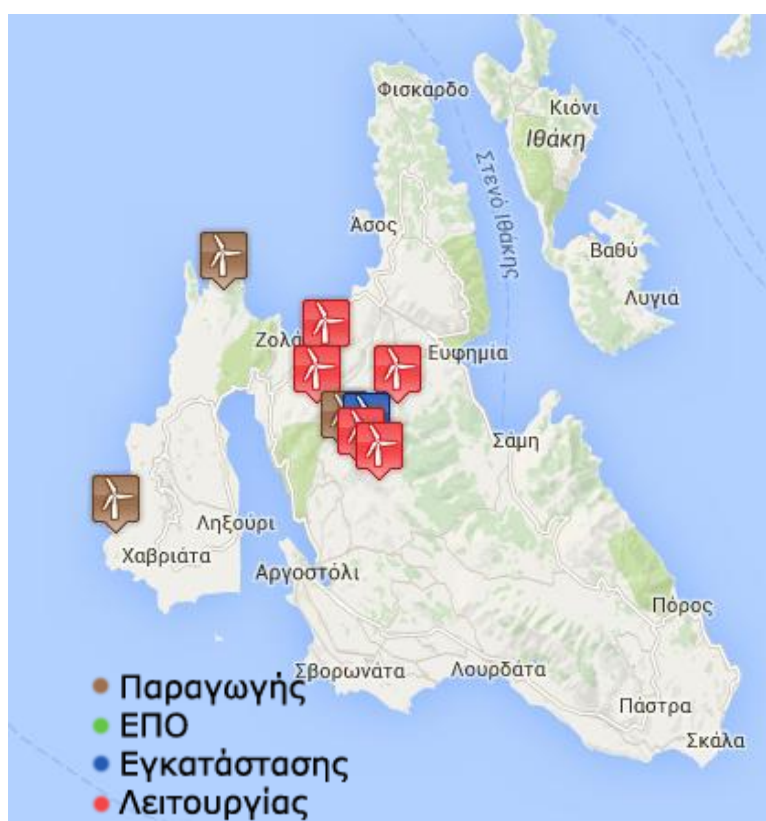
Παρακάτω εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι του Αργοστολίου. Όπως φαίνεται τα κρουαζιερόπλοια αφίκνουνται στο λιμάνι του Αργοστολίου εννιά μήνες το χρόνο δηλαδή από το μήνα Μάρτιο μέχρι και τον μήνα Νοέμβριο. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Οκτώβριο. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 27 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα

3.2.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κεφαλονιάς

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αιολικά πάρκα που είναι εγκατεστημένα στην περιοχή της Κεφαλονιάς. Η συνολική ισχύς από τα αιολικά πάρκα της Κεφαλονιάς είναι 112,4 MW.



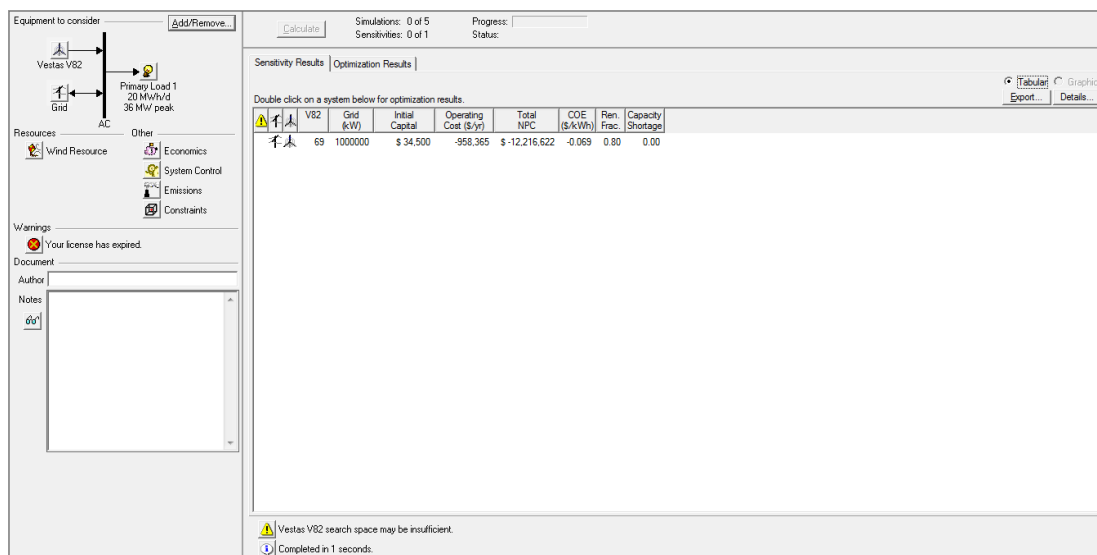
Εικόνα 28 Συνολική ισχύς 112,4 MW

3.2.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

Για την περίπτωση του λιμένα του Αργοστολίου εξετάστηκαν δυο διαφορετικές περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν μόνο ανεμογεννήτριες και στην δεύτερη περίπτωση ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά συστήματα.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το πρώτο σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι της Αργοστολίου. Χρησιμοποιήθηκαν 69 ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το

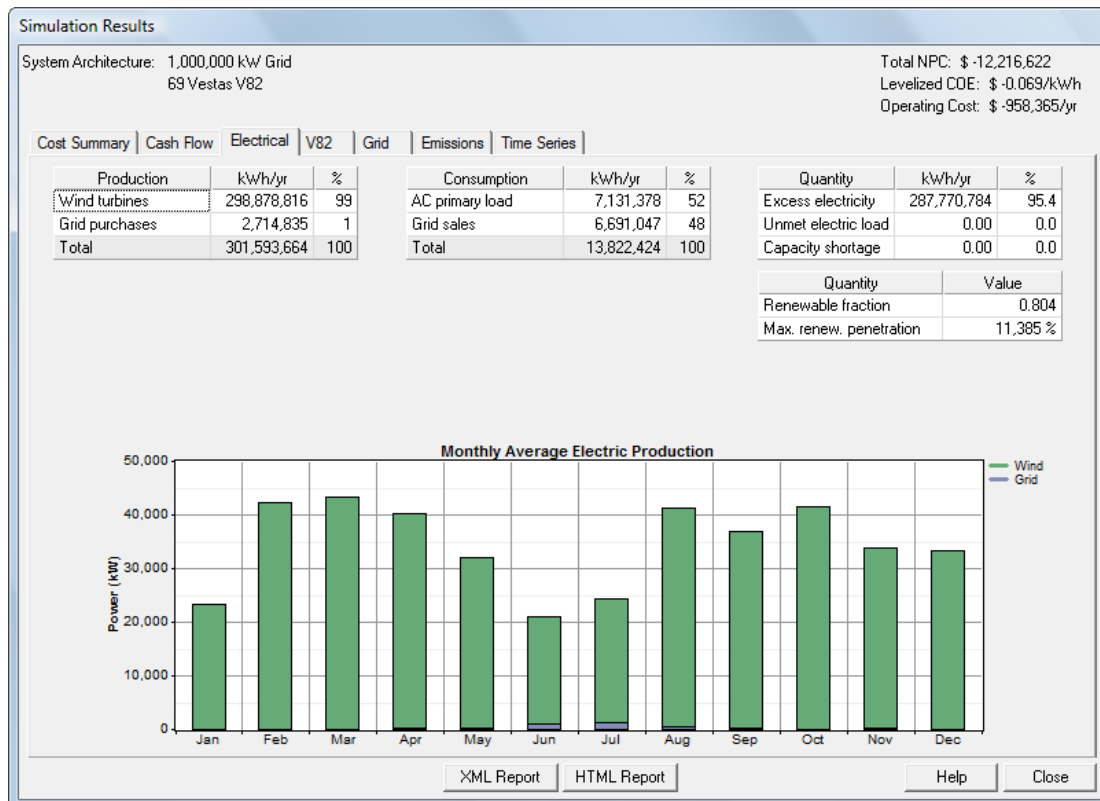
σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές



Εικόνα 29 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

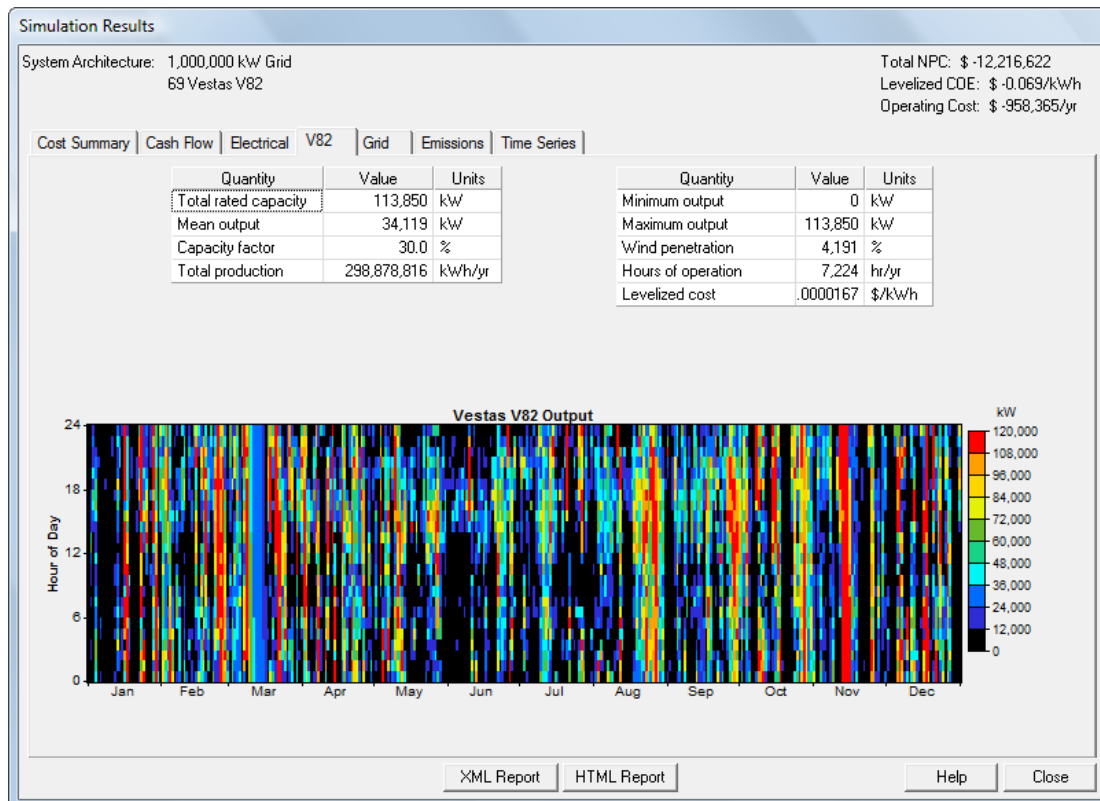
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ λιγότερο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



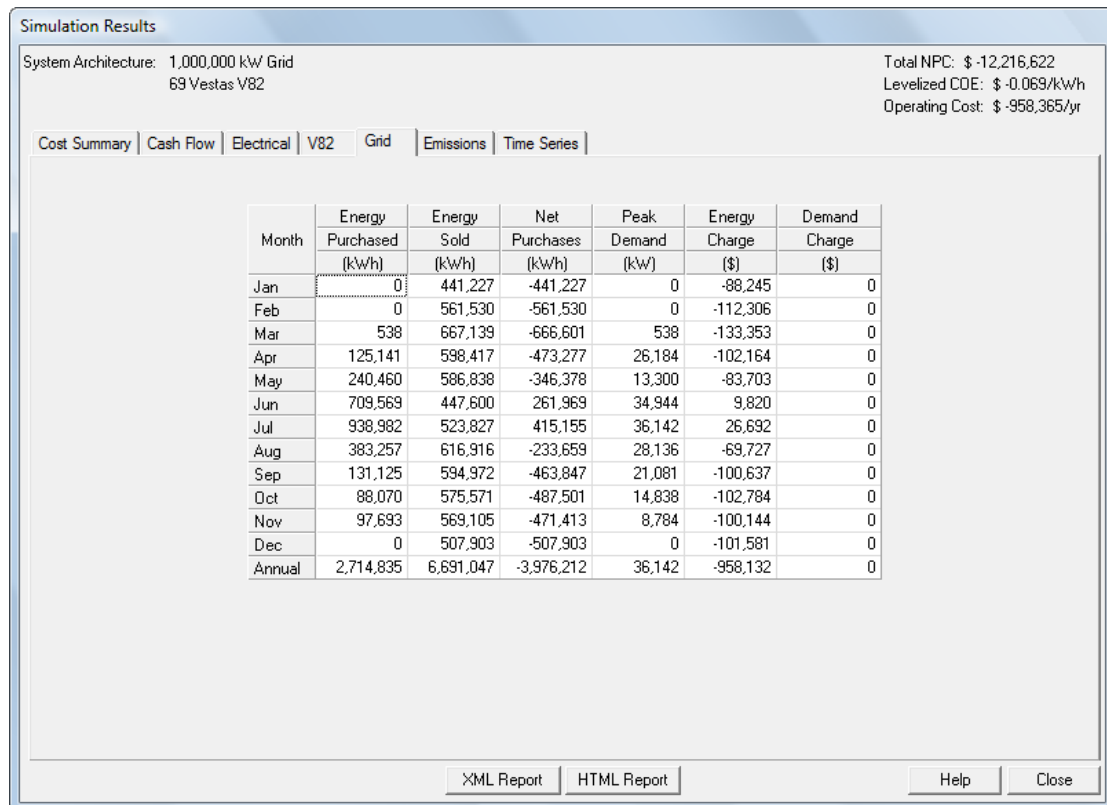
Εικόνα 30 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο καθώς επίσης και τον Ιανουάριο σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου.



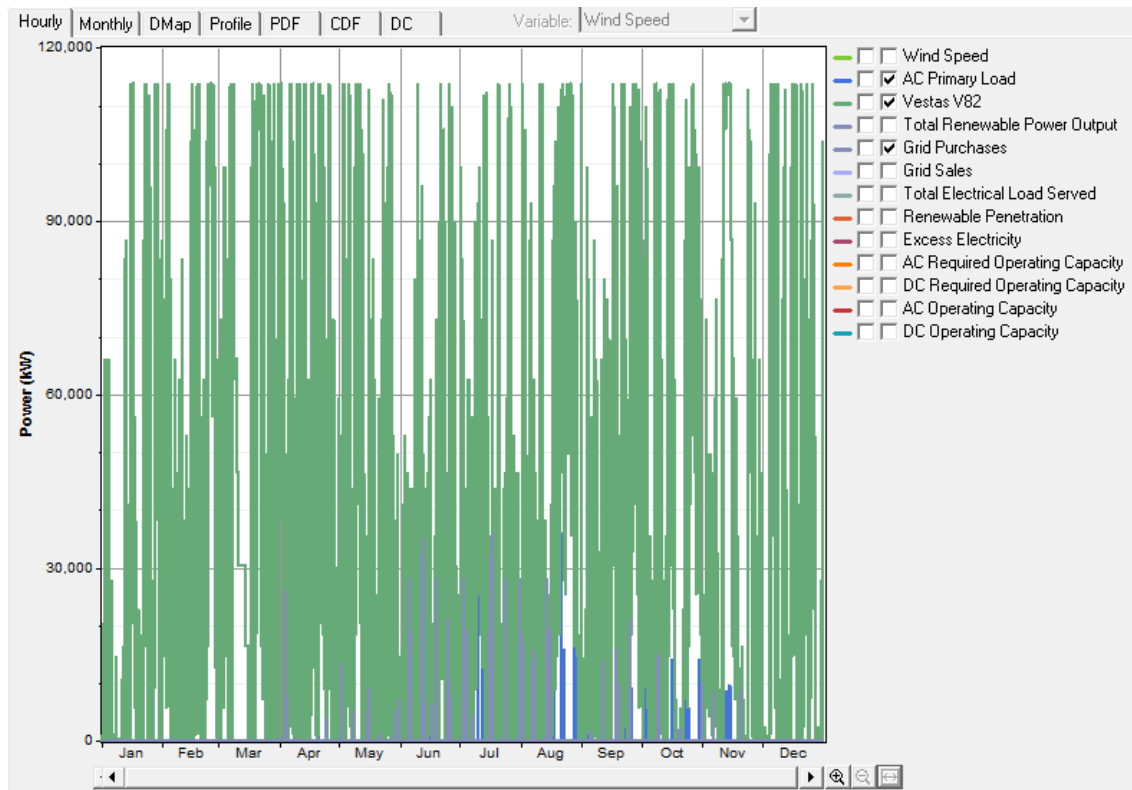
Εικόνα 31 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες τους οποίους υπήρχε ζήτηση επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το περισσότερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Τέλος τους χειμερινούς μήνες υπήρχε πλεόνασμα επειδή δεν υπήρχε ζήτηση μιας και δεν υπήρχαν αβίξεις κρουαζιερόπλοιων με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο.



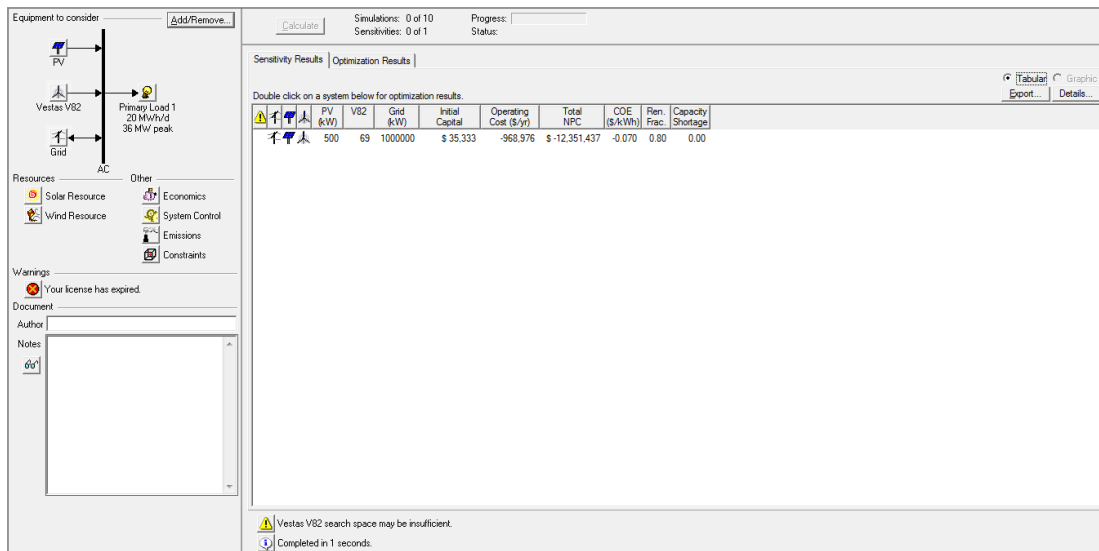
Εικόνα 32 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες όπου η ζήτηση είναι μεγαλύτερη ένα ποσό ενέργειας αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο επειδή δεν μπορούν να καλύψουν όλη τη ζήτηση οι ανεμογεννήτριες .



Εικόνα 33 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

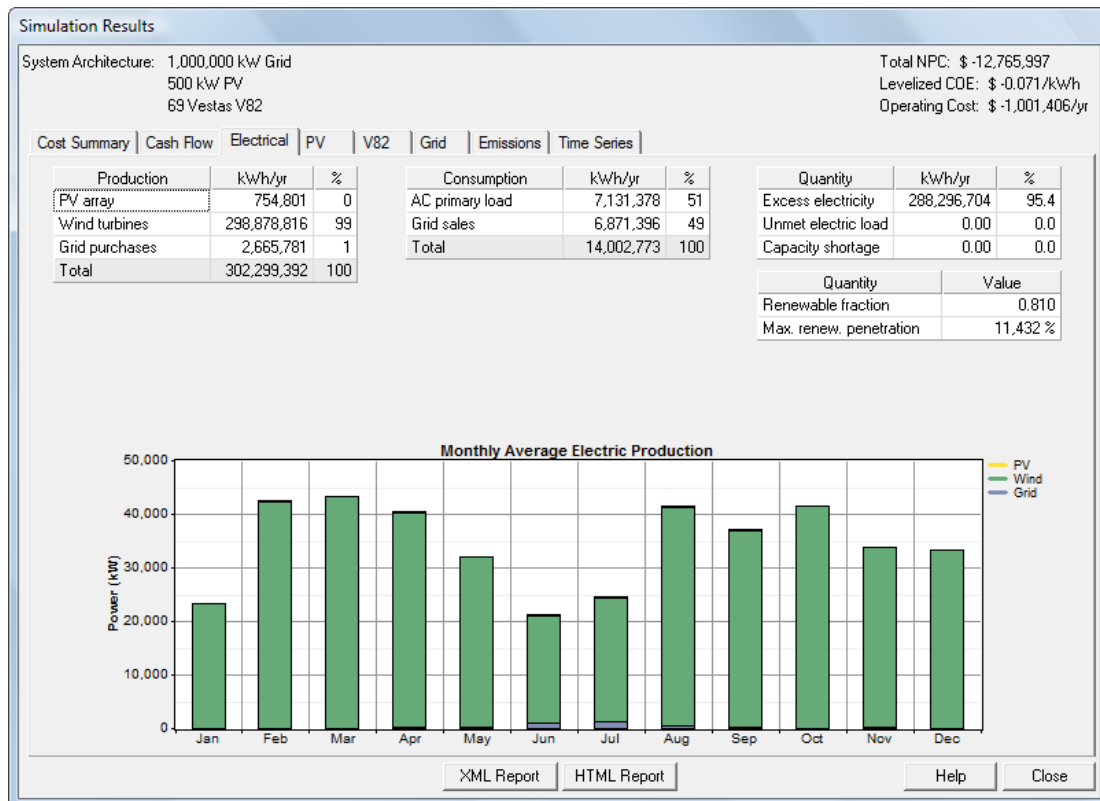
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το δεύτερο σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Αργοστολίου. Χρησιμοποιήθηκαν 69 ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW και 500 KW φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα και τα δεδομένα ηλιοφάνειας για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 34 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

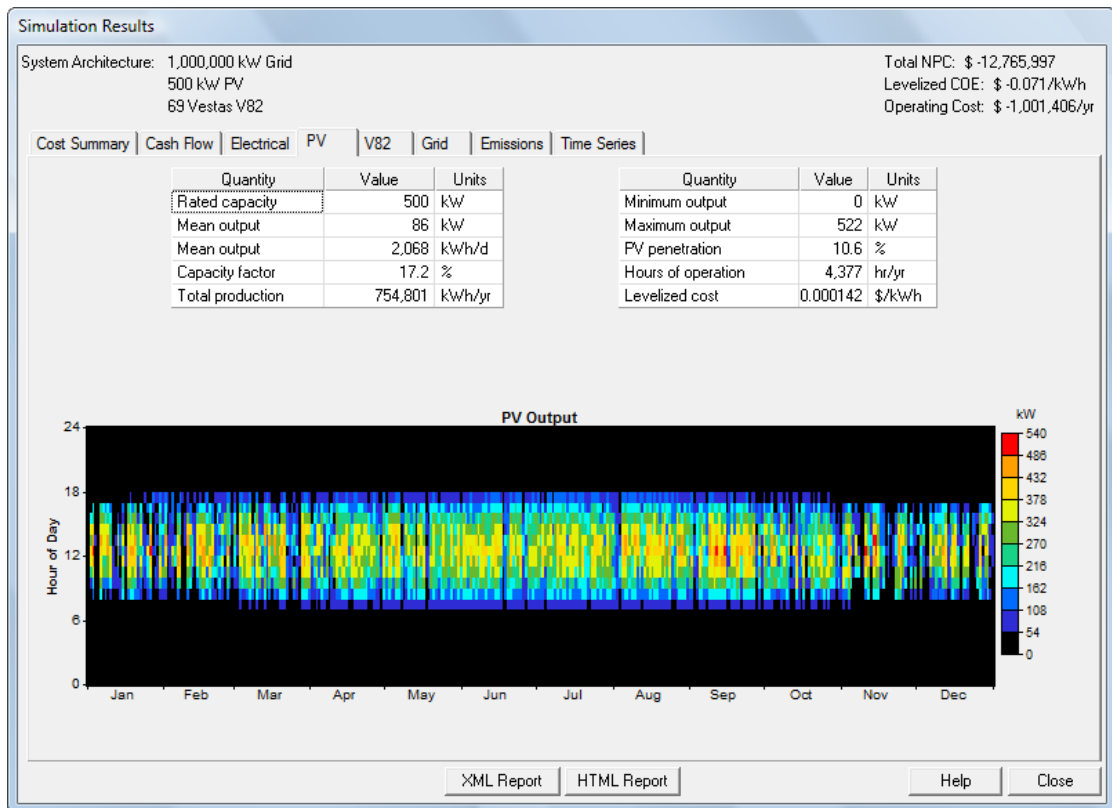
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τέσσερις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο ενώ με κίτρινο χρώμα το ποσό από τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



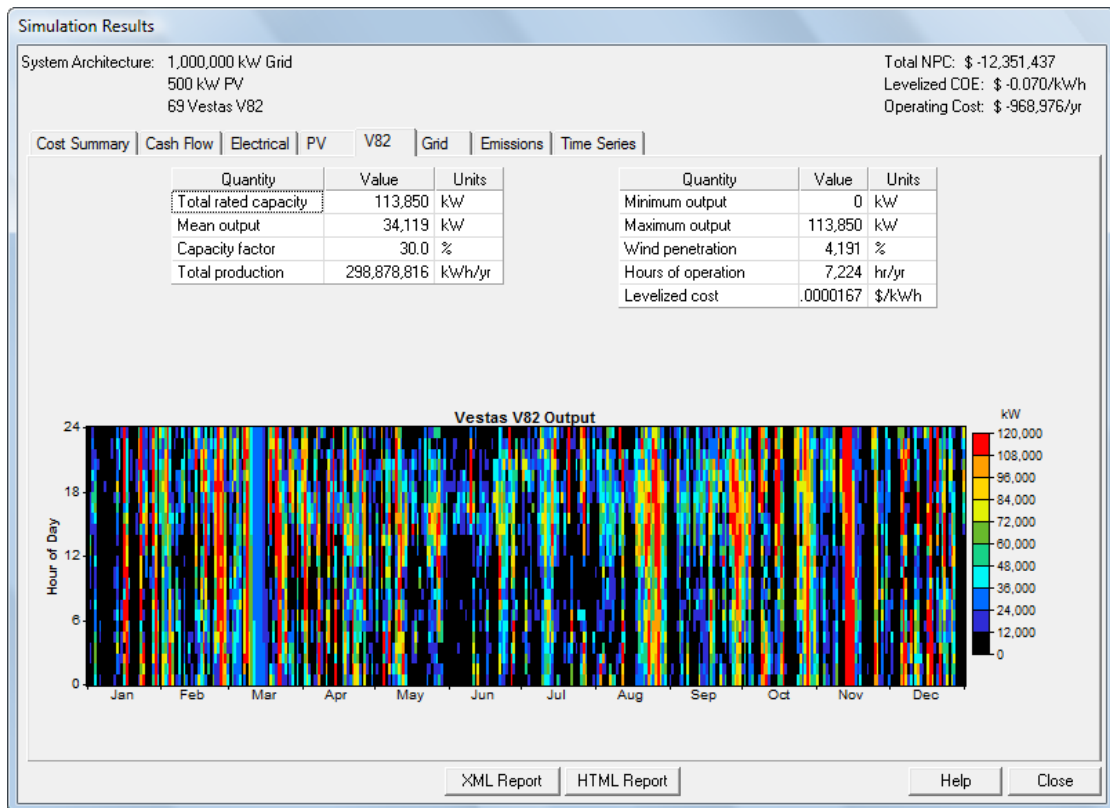
Εικόνα 35 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε σταθερή παραγωγή ενέργειας όλο το χρόνο.



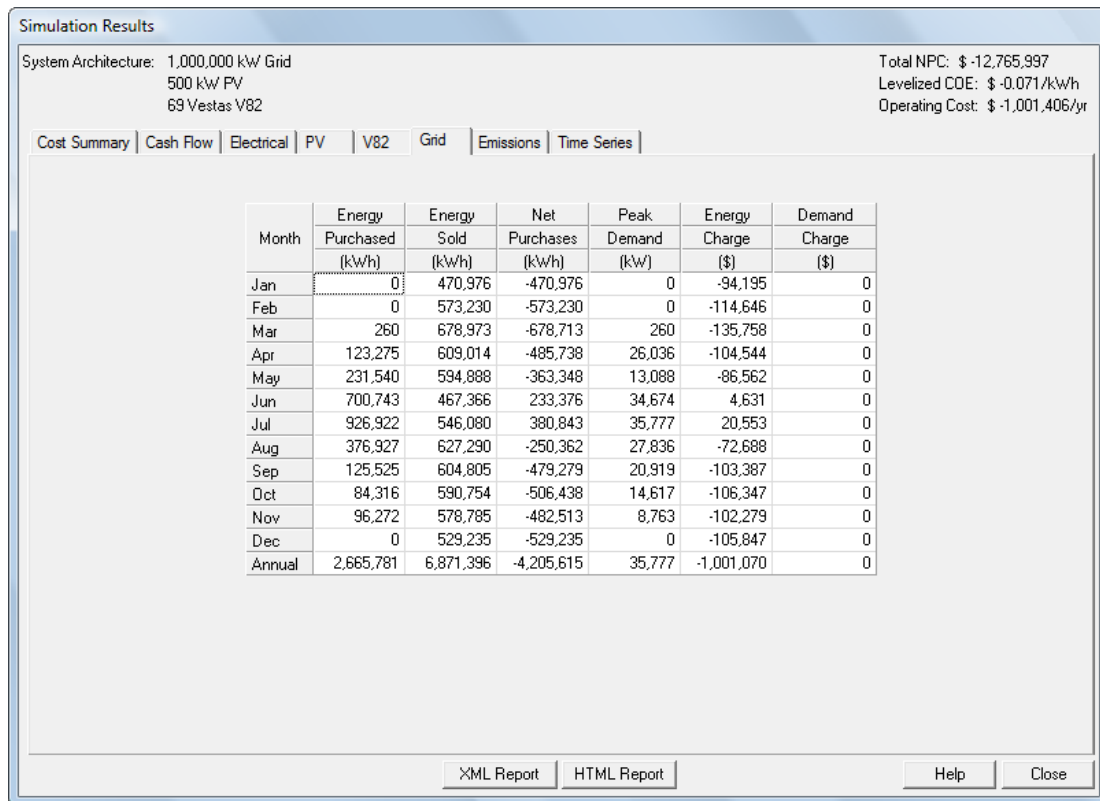
Εικόνα 36 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο καθώς επίσης και τον Ιανουάριο σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου.



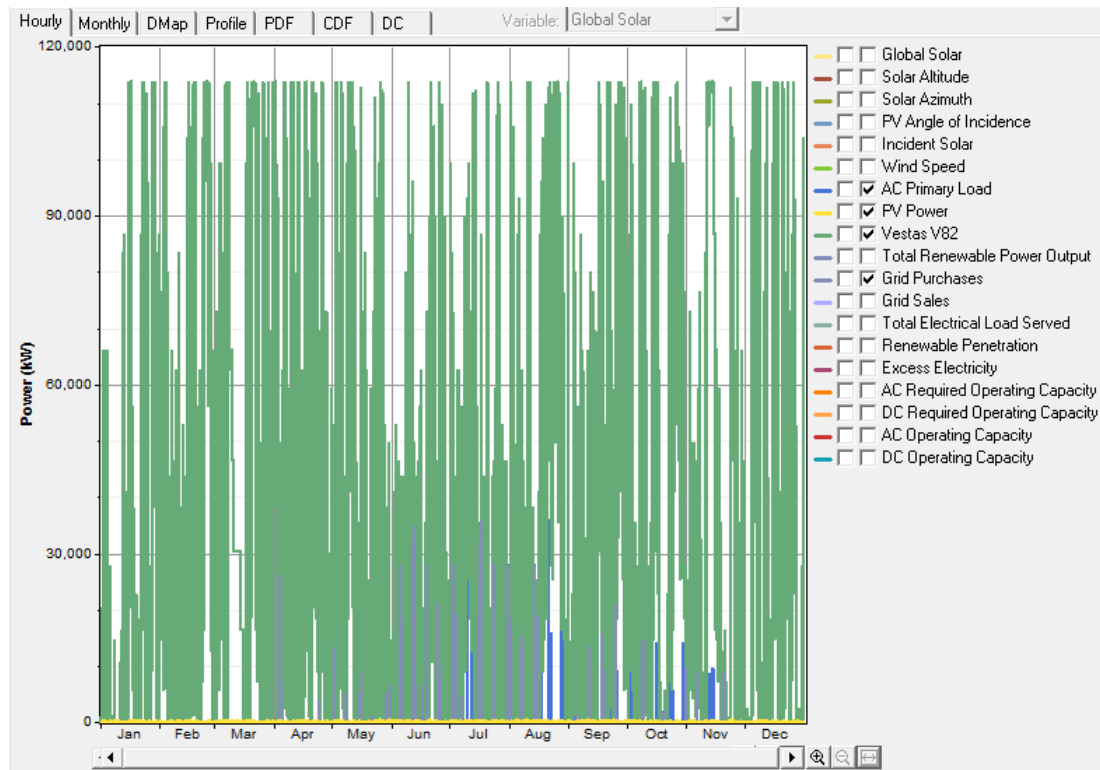
Εικόνα 37 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες τους οποίους υπήρχε ζήτηση επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το περισσότερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Τέλος τους χειμερινούς μήνες υπήρχε πλεόνασμα επειδή δεν υπήρχε ζήτηση μιας και δεν υπήρχαν αφίξεις κρουαζιερόπλοιων με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο.



Εικόνα 38 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα για την δεύτερη περίπτωση που μελετήθηκε για το λιμάνι του Αργοστολίου. Με κίτρινο χρώμα παρουσιάζεται η ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, με πράσινο χρώμα η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες καθώς επίσης και από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες όπου η ζήτηση είναι μεγαλύτερη ένα ποσό ενέργειας αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



Εικόνα 39 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

3.3 Όρμος Αθηνιού Θήρας

3.3.1 Περιγραφή Λιμένα Σαντορίνης

Ο Όρμος Αθηνιού ή Αθηνιός είναι το λιμάνι της Σαντορίνης. Βρίσκεται σε απόσταση 10 χιλιομέτρων νότια των Φηρών. Διοικητικά ανήκει στο Τοπικό διαμέρισμα Πύργου Καλλίστης του Δήμου Θήρας. Το λιμάνι του Αθηνιού. Βρίσκεται στους πρόποδες της καλντέρας και απέχει 8 χιλιόμετρα από τα Φηρά, την πρωτεύουσα του νησιού και 7 χιλιόμετρα από το Διεθνές Αεροδρόμιο της Σαντορίνης. [15]

Το λιμάνι του Αθηνιού είναι ο κύριος πυλώνας υποδοχής των επισκεπτών του νησιού που έρχονται από τη θάλασσα. Συνδέεται με το λιμάνι του Πειραιά καθημερινά και καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς και με τα γύρω νησιά. Τα δρομολόγια και οι ανταποκρίσεις πολλαπλασιάζονται τους καλοκαιρινούς χρόνους.

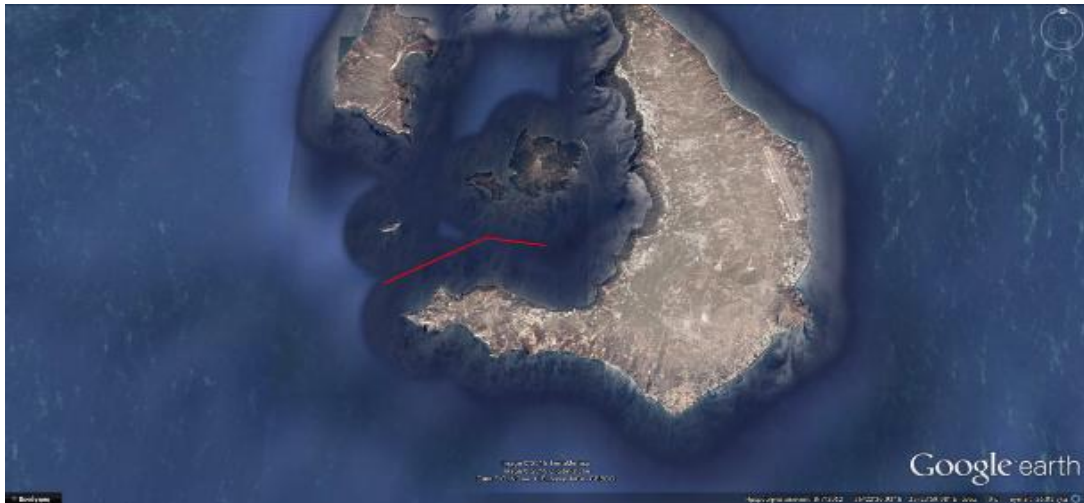
Το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Θήρας παρέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών που περιλαμβάνει:

- Εξυπηρέτηση επιβατών ακτοπλοΐας και κρουαζιέρας στο λιμάνι του Αθηνιού και τον όρμο των Φηρών και διαχείριση του επιβατικού σταθμού, χώρου στάθμευσης ΙΧ αυτοκινήτων στον Αθηνιό, αφετηρία αστικών λεωφορείων και πιάτσα ταξί στο λιμάνι του Αθηνιού και του τελεφερίκ στα Φηρά.
- Εξυπηρέτηση επιβατικών, οχηματαγωγών, φορτηγών και εμπορικών πλοίων καθώς και κρουαζιερόπλοιων που περιλαμβάνει την αγκυροβόληση, τον ελλιμενισμό, την υδροδότηση, την ηλεκτροδότηση και τη διαχείριση αποβλήτων
- Εξυπηρέτηση φορτίων (φόρτωση, εκφόρτωση) στο λιμάνι του Αθηνιού.
- Εξυπηρέτηση ιδιωτικών και αλιευτικών σκαφών που περιλαμβάνει την αγκυροβόληση, τον ελλιμενισμό, την υδροδότηση, την ηλεκτροδότηση, τη διαχείριση αποβλήτων στο αλιευτικό καταφύγιο της Βλυχάδας.



Εικόνα 40Όρμος Αθηνιού Θήρας

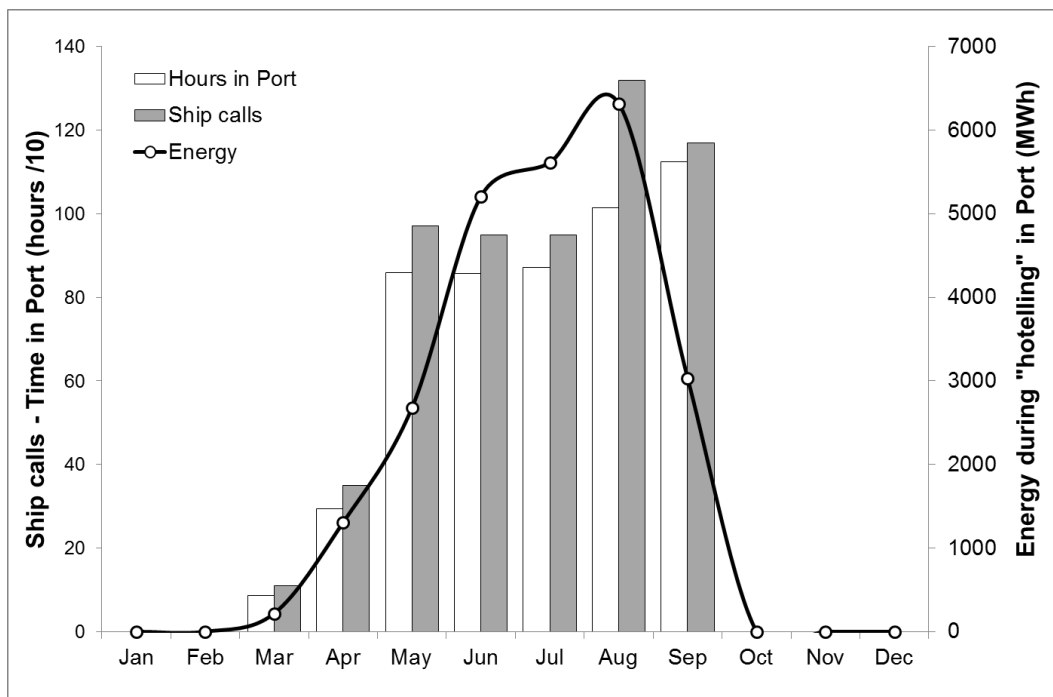
Παρακάτω εμφανίζεται η διαδρομή που ακολουθούν τα κρουαζιερόπλοια μέχρι την είσοδο τους στον κόλπο. Τα κρουαζιερόπλοια στην Σαντορίνη δεν προσαράζουν στο λιμάνι αλλά στον κόλπο και η ενδεικτική απόσταση που διανύουν όπως εμφανίζεται στην εικόνα είναι 3 km.



Εικόνα 41 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στον Όρμο Αθηνιού Θήρας (3 km)

3.3.2 Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι της Σαντορίνης

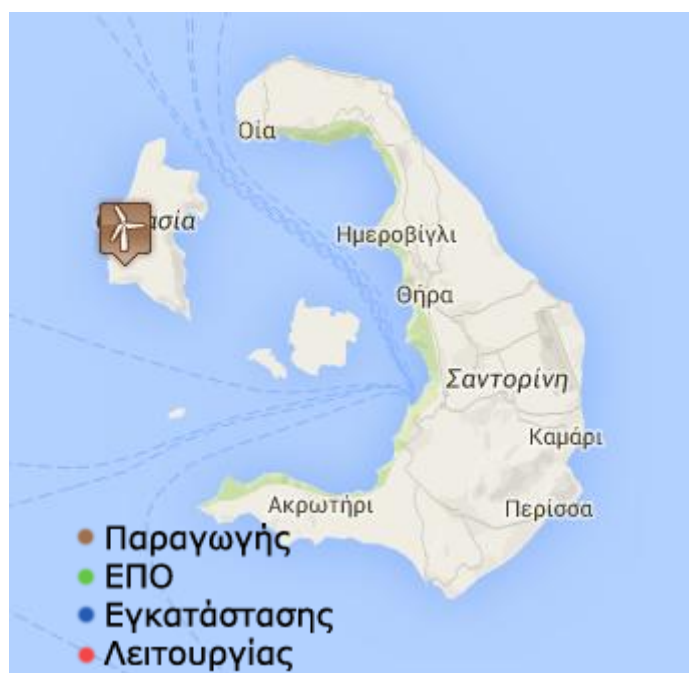
Στην εικόνα που ακολουθεί εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι της Σαντορίνης. Τα κρουαζιερόπλοια αφίκνυνται στο λιμάνι της Σούδας επτά μήνες το χρόνο δηλαδή από το μήνα Μάρτιο μέχρι και τον μήνα Σεπτέμβρη. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Αύγουστο. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο



Εικόνα 42 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα

3.3.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Σαντορίνης

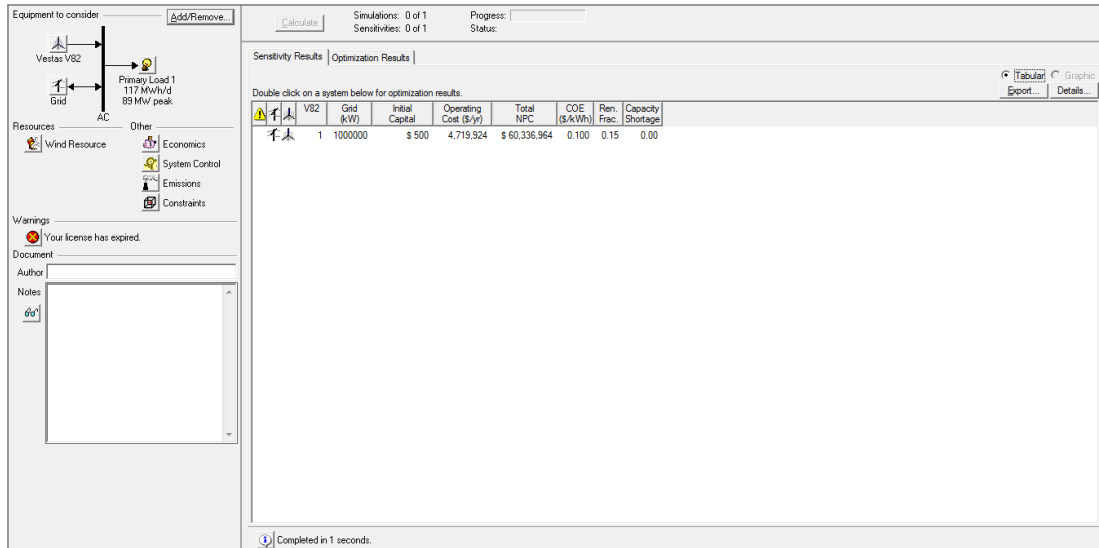
Στο νησί της Σαντορίνης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα υπάρχει μόνο ένα αιολικό πάρκο το οποίο βρίσκεται στη Θηρασιά. Η ισχύς του αιολικού πάρκου είναι 1,32 MW.



Εικόνα 43 Συνολική ισχύς 1,32 MW

3.3.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

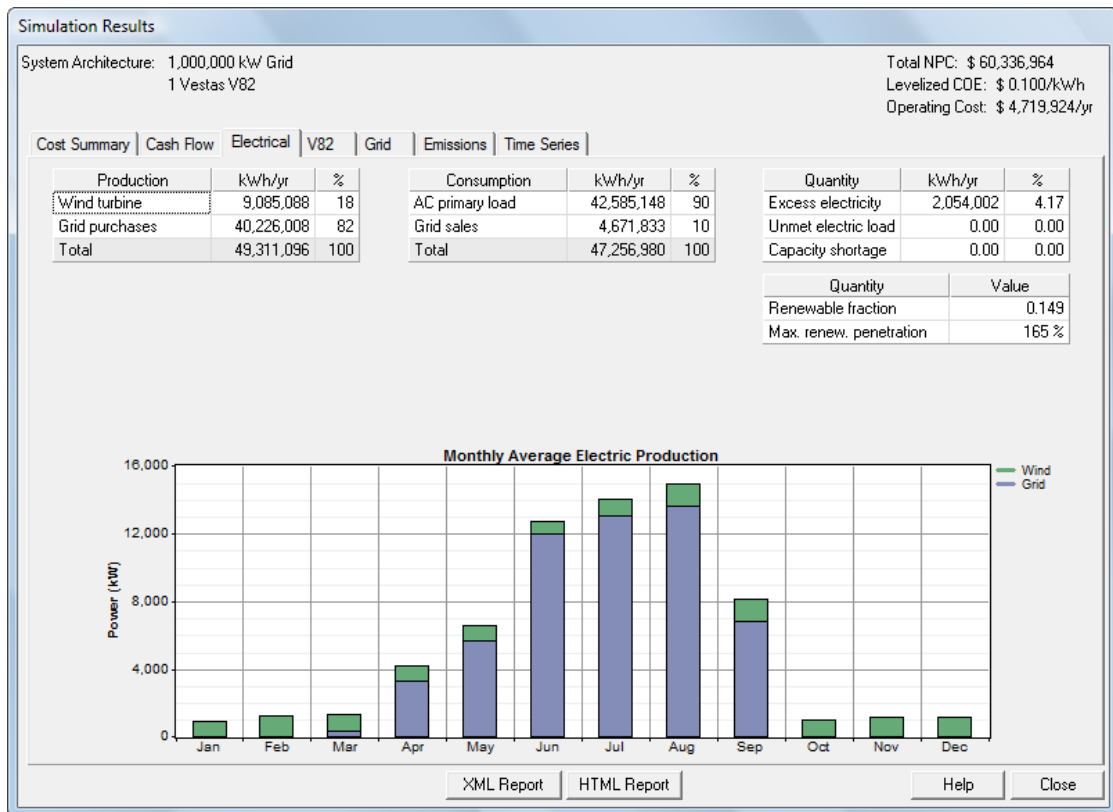
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι της Σαντορίνης. Χρησιμοποιήθηκε 1 ανεμογεννήτρια τύπου VestasV82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 44 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

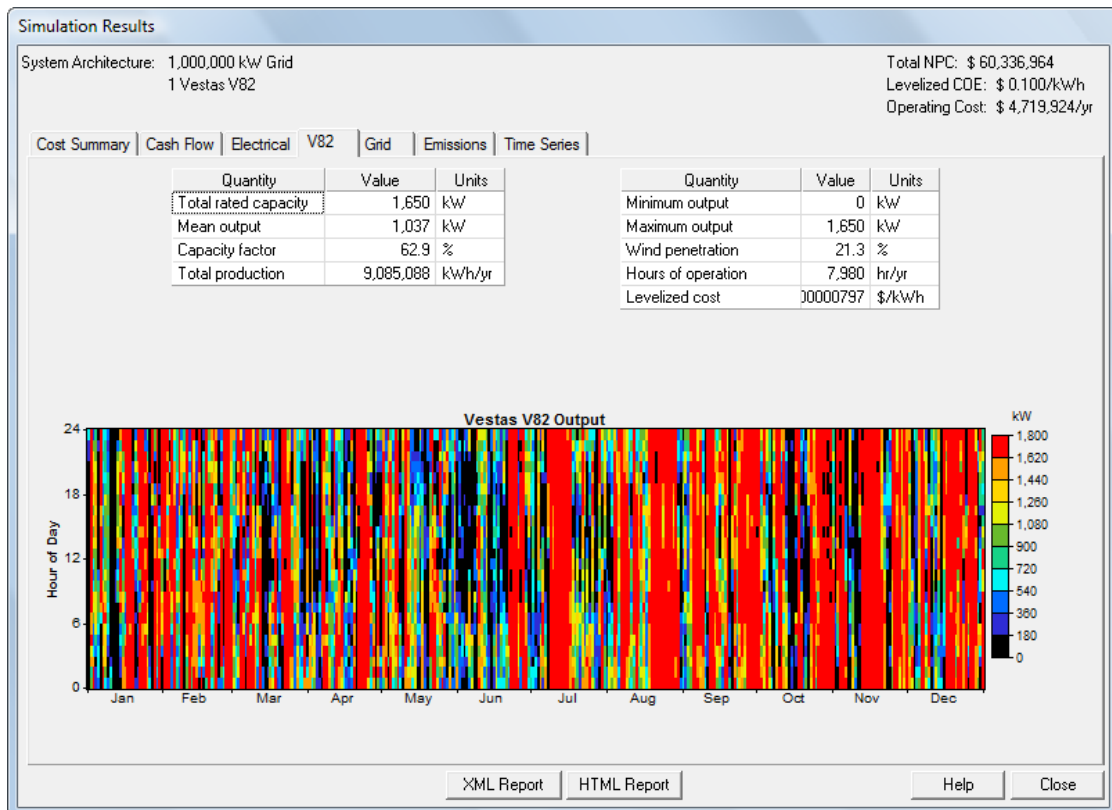
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από την ανεμογεννήτρια ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο ενώ λιγότερο προέρχεται από την ανεμογεννήτρια.



Εικόνα 45 Στιγμιότυπο από την παραμετροποίηση του συστήματος

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ανεμογεννήτρια ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο.



Εικόνα 46 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ανεμογεννήτρια ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πωλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους τους μήνες τους οποίους υπήρχε ζήτηση επειδή η ανεμογεννήτρια του συστήματος δεν μπόρεσε να καλύψει όλο το φορτίο. Το περισσότερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Τους χειμερινούς μήνες καθώς και τον Νοέμβρη υπήρχε πλεόνασμα επειδή δεν υπήρχε ζήτηση μιας και δεν υπήρχαν αφίξεις κρουαζιερόπλοιων με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο. Τέλος το ποσό ενέργειας που αγοράστηκε από το δίκτυο για το συγκεκριμένο λιμάνι είναι πολύ μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα λιμάνια επειδή το σύστημα αποτελείται από μια ανεμογεννήτρια.

Simulation Results

System Architecture: 1,000,000 kW Grid
1 Vestas V82

Total NPC: \$ 60,336,964
Levelized COE: \$ 0.100/kWh
Operating Cost: \$ 4,719,924/yr

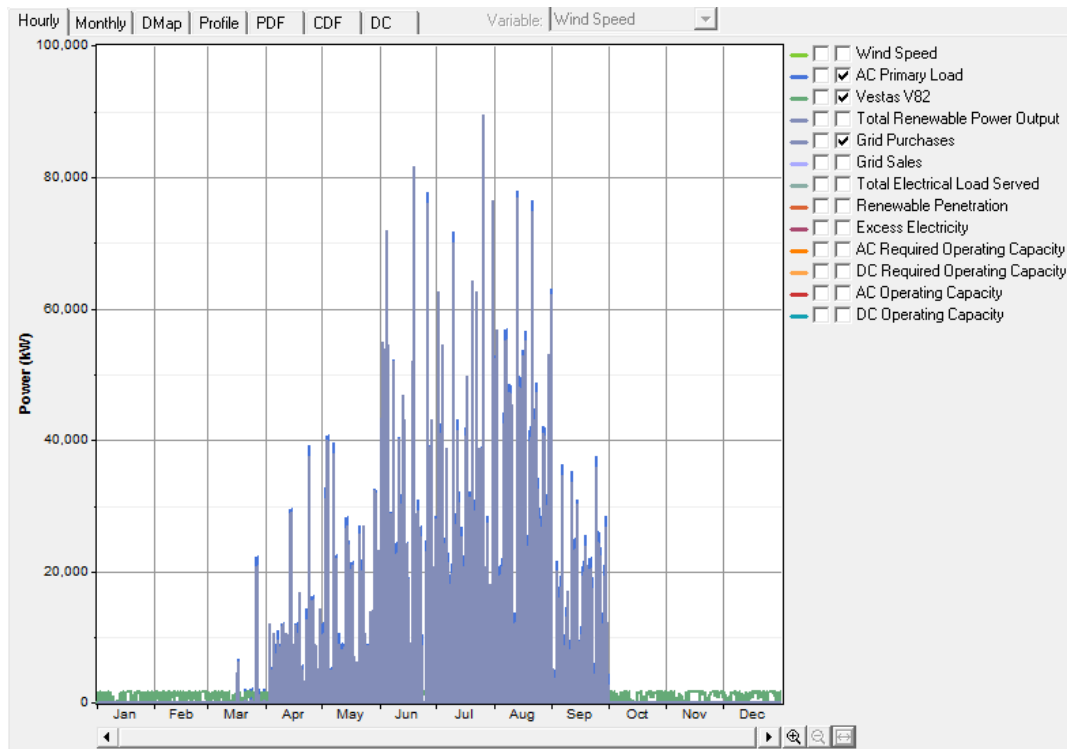
Cost Summary | Cash Flow | Electrical | V82 | Grid | Emissions | Time Series

| Month | Energy | Energy | Net | Peak | Energy | Demand |
|--------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Purchased (kWh) | Sold (kWh) | Purchases (kWh) | Demand (kW) | Charge (\$) | Charge (\$) |
| Jan | 0 | 494,424 | -494,424 | 0 | -98,885 | 0 |
| Feb | 0 | 547,368 | -547,368 | 0 | -109,474 | 0 |
| Mar | 253,553 | 452,491 | -198,938 | 20,781 | -55,001 | 0 |
| Apr | 2,356,905 | 320,819 | 2,036,087 | 37,552 | 265,803 | 0 |
| May | 4,190,231 | 276,266 | 3,913,965 | 39,872 | 531,379 | 0 |
| Jun | 8,633,456 | 214,076 | 8,419,380 | 81,647 | 1,165,869 | 0 |
| Jul | 9,728,692 | 235,564 | 9,493,128 | 89,452 | 1,314,904 | 0 |
| Aug | 10,138,427 | 265,586 | 9,872,841 | 76,820 | 1,366,263 | 0 |
| Sep | 4,924,746 | 256,776 | 4,667,971 | 35,728 | 638,109 | 0 |
| Oct | 0 | 509,711 | -509,711 | 0 | -101,942 | 0 |
| Nov | 0 | 524,001 | -524,001 | 0 | -104,800 | 0 |
| Dec | 0 | 574,752 | -574,752 | 0 | -114,950 | 0 |
| Annual | 40,226,008 | 4,671,833 | 35,554,180 | 89,452 | 4,697,275 | 0 |

XML Report | HTML Report | Help | Close

Εικόνα 47 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα).

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται το διάγραμμα για το λιμάνι της Σαντορίνης είναι διαφορετικό από τα διαγράμματα των υπόλοιπων λιμανιών οι ανεμογεννήτριες καλύπτουν ελάχιστο ποσό ενέργειας και σχεδόν όλο το ποσό ενέργειας παρέχεται στο σύστημα από το διασυνδεδεμένο δίκτυο .



Εικόνα 48 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

3.4 Ηράκλειο

3.4.1 Περιγραφή Λιμένα Ηρακλείου

Το λιμάνι του Ηρακλείου χωρίζεται στο παλιό, ενετικό λιμάνι και στο νέο λιμάνι για επιβάτες και εμπορεύματα.

Το ενετικό λιμάνι του Ηρακλείου βρίσκεται στο τέλος της οδού 25ης Αυγούστου, του πεζοδρομίου που ξεκινά από το κέντρο (Μεϊντάνι, Λιοντάρια) και καταλήγει στο φρούριο Κούλες. Πρόκειται για το παλιό λιμάνι του Ηρακλείου, που σήμερα φιλοξενεί καΐκια και κότερα, και η ιστορία του είναι τόσο παλιά όσο και της πόλης του Ηρακλείου.

Το νέο, σύγχρονο λιμάνι επιβατών και εμπορευμάτων ξεκινά ανατολικά από το παλιό. [16]

Το νέο λιμάνι Ηρακλείου δέχεται 2 εκατομμύρια επιβάτες το χρόνο, τόσο από τα καθημερινά δρομολόγια από Πειραιά, τη Σαντορίνη και άλλα νησιά, αλλά και από κρουαζιερόπλοια που σταματούν στο Ηράκλειο. Τα τελευταία χρόνια γίνεται ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε το λιμάνι Ηρακλείου να προσφέρει σύγχρονες υπηρεσίες στους ταξιδιώτες. Σημαντική βελτίωση αποτελεί ο νέος επιβατικός σταθμός που κάνει την παραμονή των επιβατών ευχάριστη στις καινούριες εγκαταστάσεις με εμβαδόν 2.500 τ.μ.



Εικόνα 49Λιμάνι Ηρακλείου

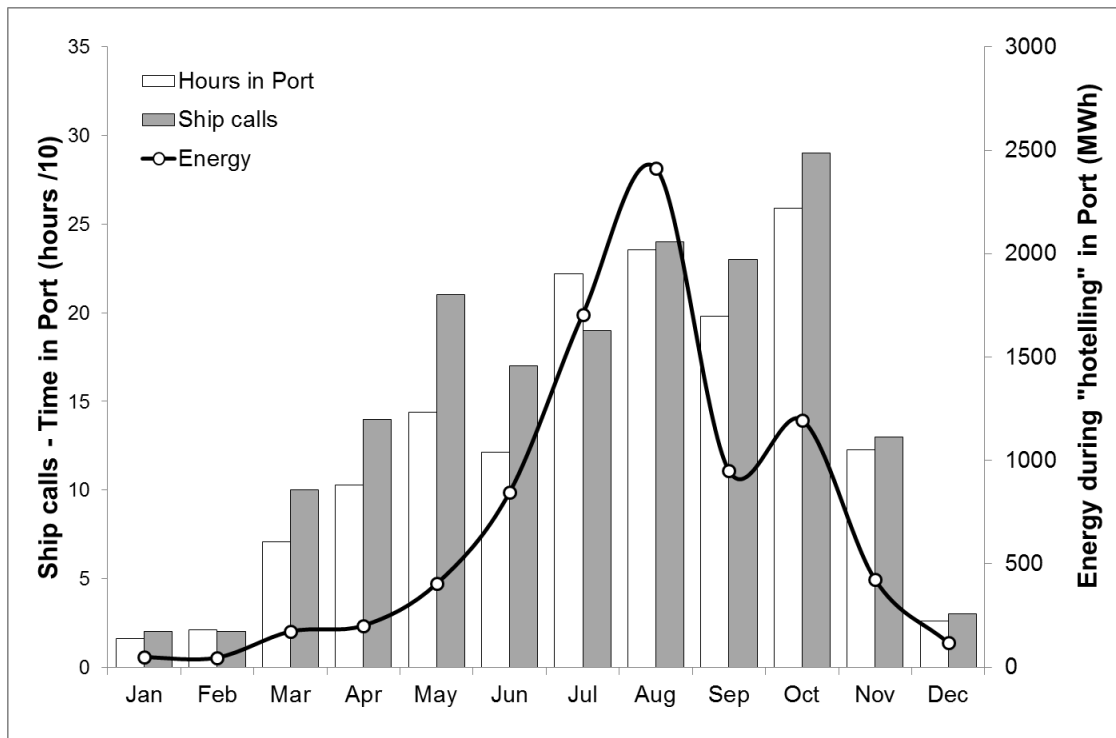
Παρακάτω απεικονίζεται η αποβάθρα και οι βασικές κινήσεις που εκτελούνται από τα κρουαζιερόπλοια στο λιμένα του Ηρακλείου, από τη στιγμή που εισέρχονται εντός του λιμένα έως τη στιγμή που εξέρχονται. Η κίτρινη (Dκίτρινο = 1,7 km) πορεία που φαίνεται στην είναι αυτή που χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά από τα κρουαζιερόπλοια, ενώ η κόκκινη (Dκόκκινο = 1,5 km) χρησιμοποιείται εξαιρετικά σπάνια. Συνεπώς, στην επεξεργασία των δεδομένων θεωρήσαμε ως απόσταση την κίτρινη διαδρομή Dκίτρινο = 1,7 km.



Εικόνα 50 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Ηρακλείου (1,7 km)

3.4.2 Υπολογισμός φορτίου για το λιμάνι του Ηρακλείου

Παρακάτω εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι του Ηρακλείου. Όπως φαίνεται τα κρουαζιερόπλοια αφίκνυνται στο λιμάνι του Ηρακλείου δώδεκα μήνες το χρόνο. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Οκτώμβριο. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 51 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα

3.4.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Κρήτης

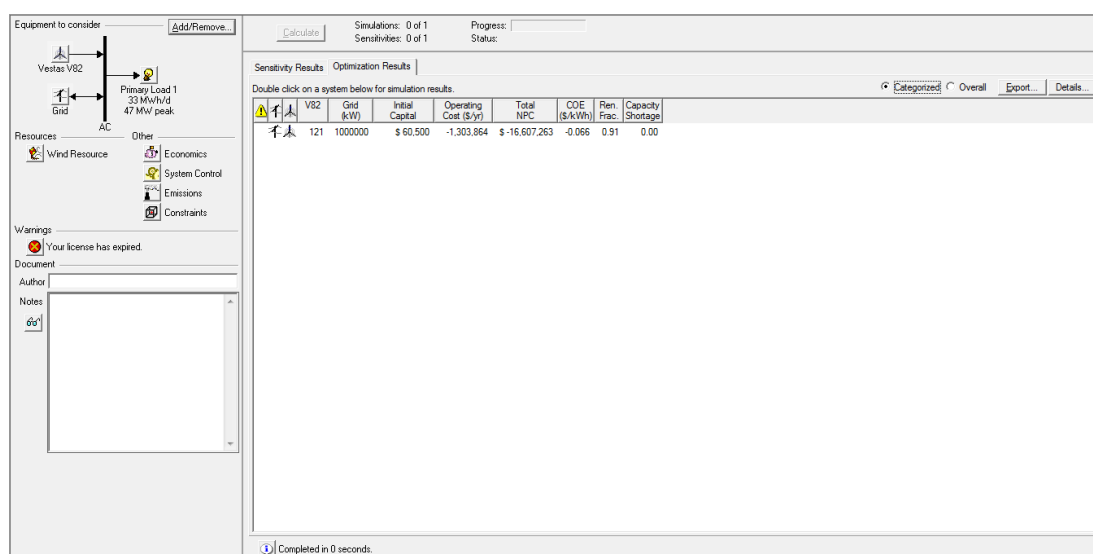
Η περίπτωση του λιμένα του ηρακλείου είναι αντίστοιχη με αυτή της Σούδας. Από τα αιολικά πάρκα που εμφανίζονται στον χάρτη της παρακάτω εικόνας λήφθηκαν υπόψη μόνο αυτά που βρίσκονται σε λειτουργία. Σύμφωνα με το δελτίο τύπου της ΔΕΔΔΗΕ [20] η συνολική ισχύς των αιολικών πάρκων για το νησί της Κρήτης είναι 194,36 MW.



Εικόνα 52 Συνολική ισχύς 194,36 MW

3.4.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

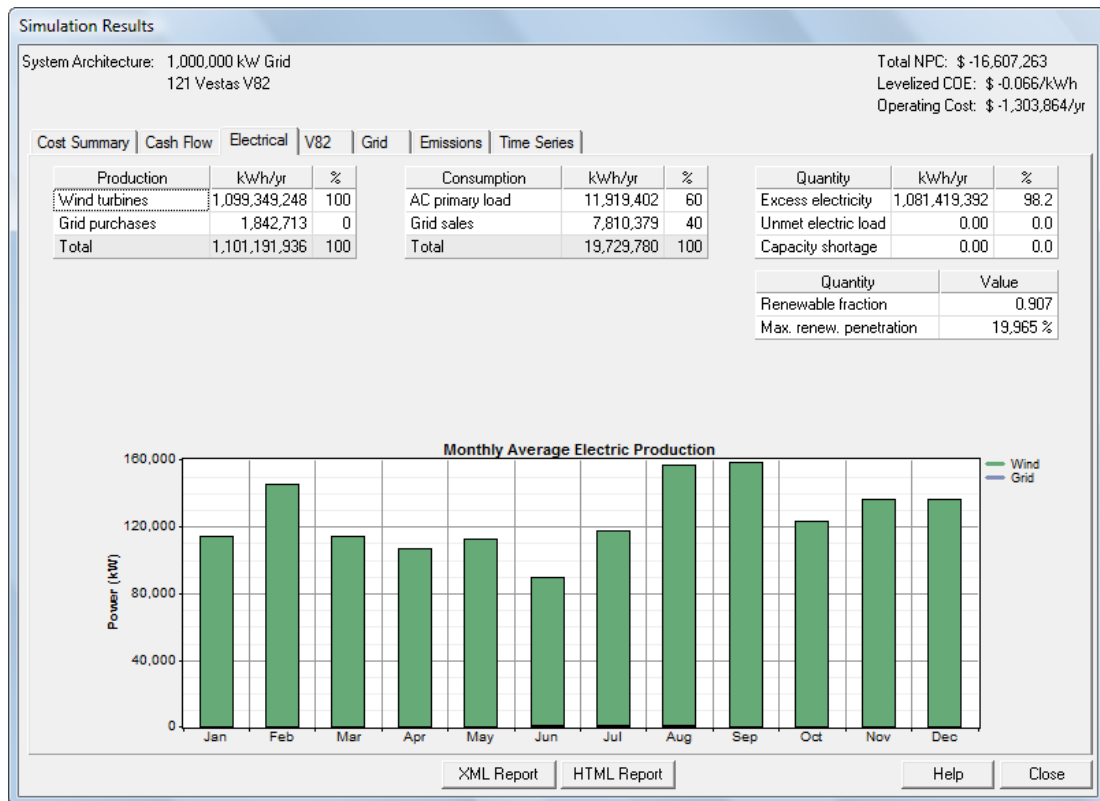
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Ηρακλείου. Χρησιμοποιήθηκαν 121 ανεμογεννήτριες τύπου VestasV82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 53 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Ηρακλείου.

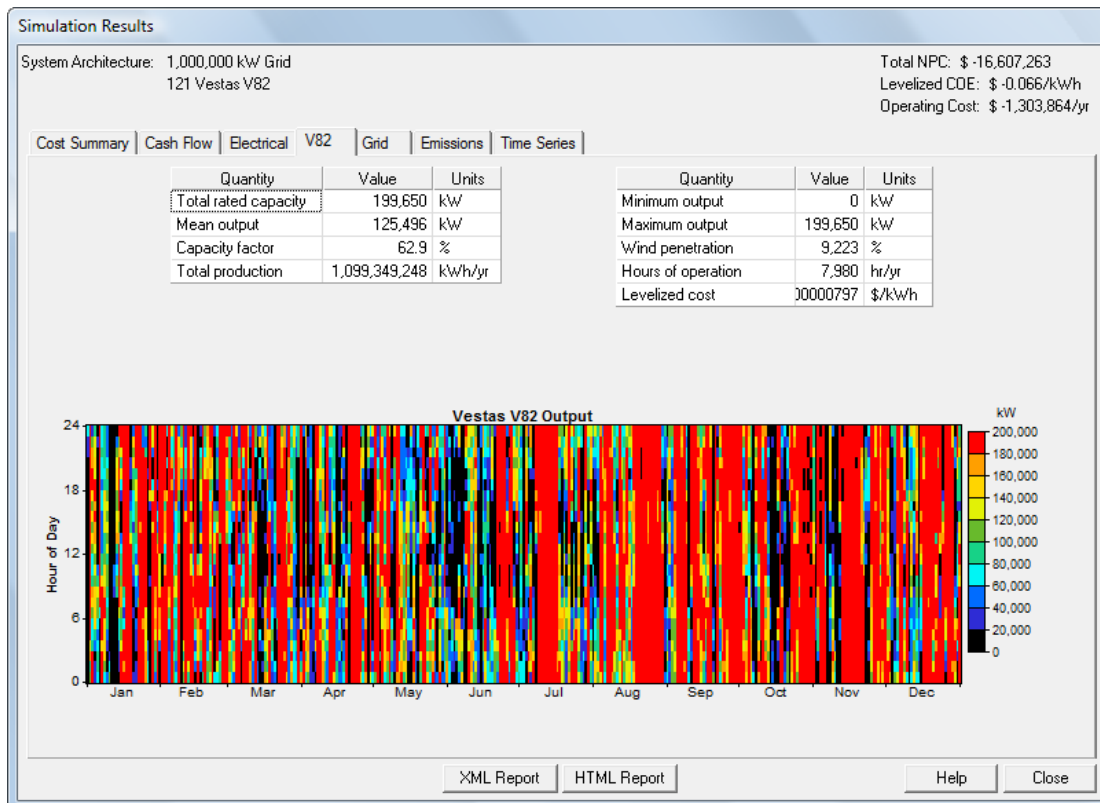
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



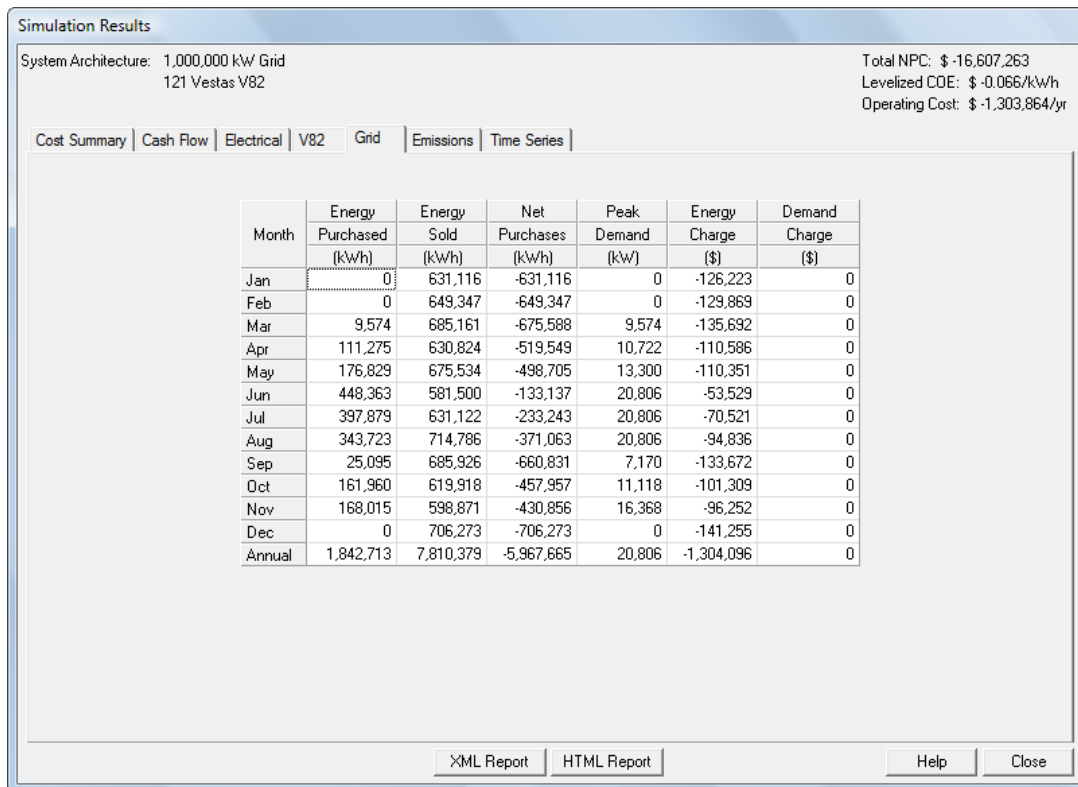
Εικόνα 54 Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Οκτώβριο.



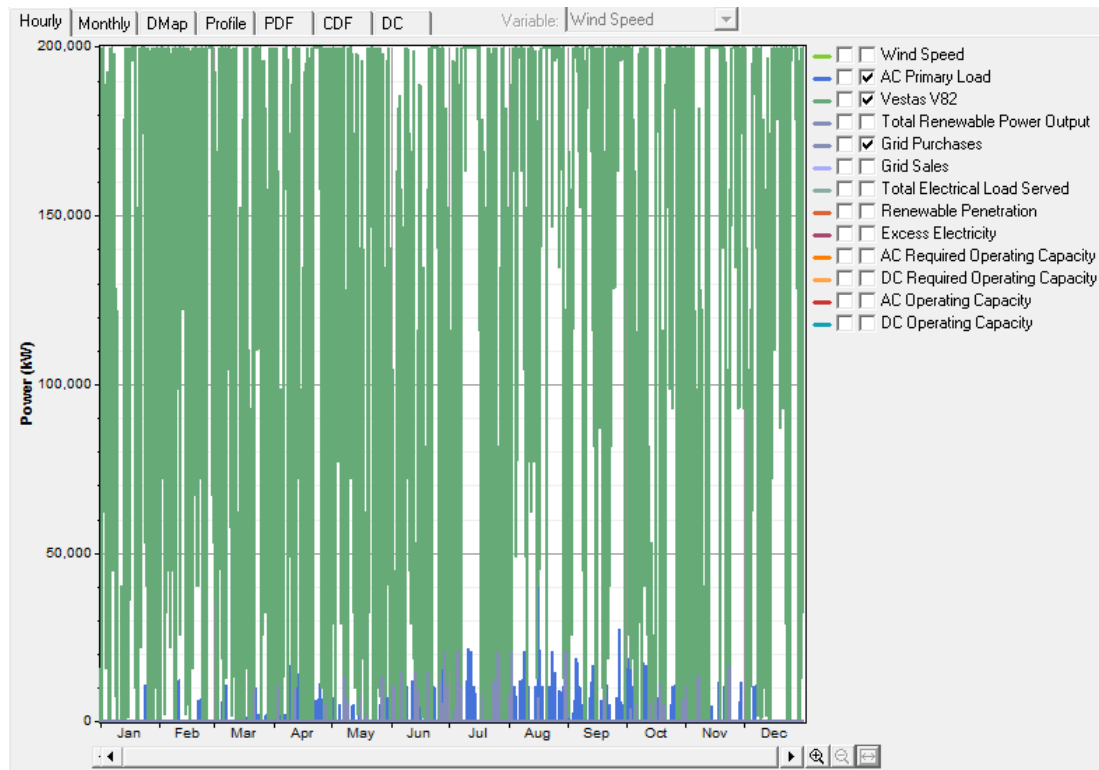
Εικόνα 55 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας.

Τέλος στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες τους οποίους υπήρχε ζήτηση επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το περισσότερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Τέλος τους χειμερινούς μήνες υπήρχε πλεόνασμα επειδή δεν υπήρχε ζήτηση μιας και δεν υπήρχαν αφίξεις κρουαζιερόπλοιων με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο.



Εικόνα 56 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστη ενέργεια αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες .



Εικόνα 57 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

3.5 Κέρκυρα

3.5.1 Περιγραφή Λιμένα Κέρκυρας

Το λιμάνι της Κέρκυρας είναι χαρακτηριστικό και πολυφωτογραφημένο λιμάνι, αν και αρκετά μικρό. Βρίσκεται μέσα στην πόλη της Κέρκυρας, στο Ακρωτήρι Σίδερο, κοντά στον όρμο της Γαρίτσας και χωρίζεται στο παλιό και το νέο λιμάνι. Το νέο λιμάνι της Κέρκυρας, χτισμένο δυτικά από το παλιό, είναι το λιμάνι που εξυπηρετεί τα επιβατικά πλοία και κρουαζιερόπλοια, καθώς και τα φορτηγά πλοία που δένουν στο νησί, ενώ το παλιό λιμάνι χρησιμοποιείται από ιστιοπλοϊκά και σκάφη αναψυχής. Το λιμάνι της Κέρκυρας προσεγγίζεται εύκολα τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα λόγω της εξαιρετικής του φωτισήμανσης. Το Λιμάνι της Κέρκυρας έχει μια ιστορική διαδρομή διαμόρφωσης 135 χρόνων και η σταδιακή δημιουργία του έγκειται στο να καλύπτει πρόσκαιρα τις δημιουργούμενες ανάγκες κάθε εποχής. Η φυσική θέση του

νησιού της Κέρκυρας, οι εμπορικές και οικονομικές δραστηριότητές του, αλλά και οι διάφορες κοινωνικοπολιτικές εξελίξεις στην ευρύτερη περιοχή τα τελευταία χρόνια καθορίζουν και τις δραστηριότητες της κύριας πύλης διακίνησης ανθρώπων και αγαθών του νησιού, που είναι το λιμάνι του. [19]

Έτσι η μέχρι σήμερα εξέλιξη του λιμανιού της Κέρκυρας και οι διαγραφόμενες προοπτικές του στο μέλλον, καθορίζουν τον ρόλο του σαν λιμάνι Εθνικής εμβέλειας περισσότερο στους τομείς της ακτοπλοΐας και της τουριστικής κίνησης και λιγότερο στον τομέα της διακίνησης εμπορευμάτων.

Μισό μίλι έξω από το λιμάνι βρίσκεται ένα μικρό νησάκι, το νησί Βίδος, και το Λαζαρέττο, στα 2 μίλια νοτιοδυτικά. Το λιμάνι της Κέρκυρας έχει πορθμειακή σύνδεση με την Ηγουμενίτσα, την Ανκόνα, το Μπάρι, την Τεργέστη και τη Βενετία, ενώ δέχεται και μικρά πλοία από την Αλβανία και την Κροατία. Το λιμάνι της Κέρκυρας προσφέρει μια σειρά υπηρεσιών στα σκάφη αναψυχής, όπως καύσιμα και νερό, δυνατότητα επισκευής και συντήρησης, σωστικά και πυροσβεστικά μέσα.

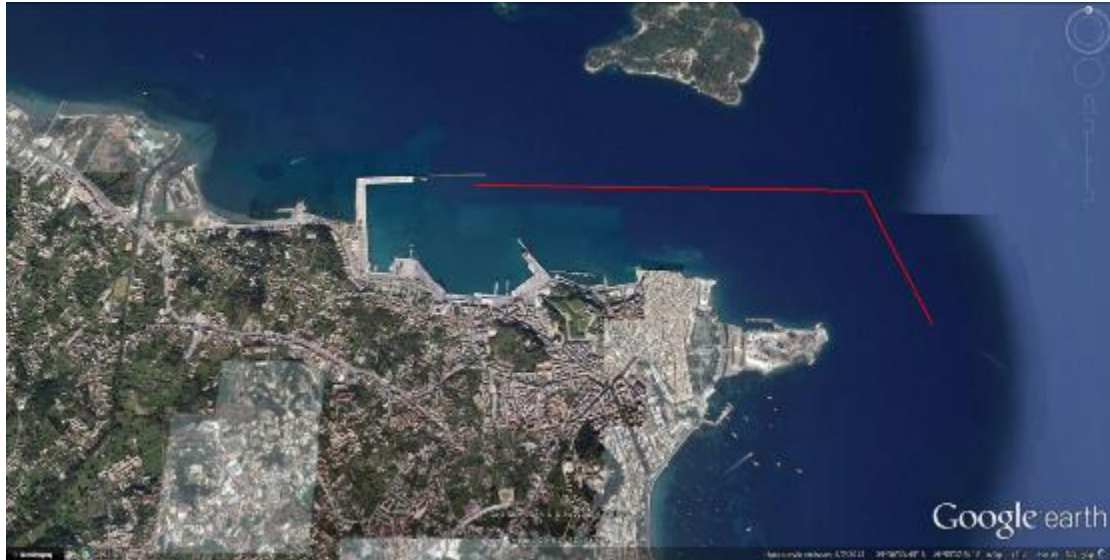
Το λιμάνι της Κέρκυρας, παρέχει κατά βάση υπηρεσίες σχετικές με τον ελλιμενισμό των πλοίων και τη διακίνηση επιβατών και οχημάτων. Είναι ακόμη υπεύθυνος για την αισθητική διαμόρφωση και την απρόσκοπτη λειτουργία της χερσαίας ζώνης του λιμένα και την αποκομιδή απορριμμάτων εντός της λιμενικής ζώνης.

Επίσης διαθέτει χώρο στάθμευσης στους κατοίκους της πόλης. Ο χώρος βρίσκεται μέσα στην πόλη της Κέρκυρας, στη χερσαία ζώνη του λιμένα.



Εικόνα 58Λιμάνι Κέρκυρας

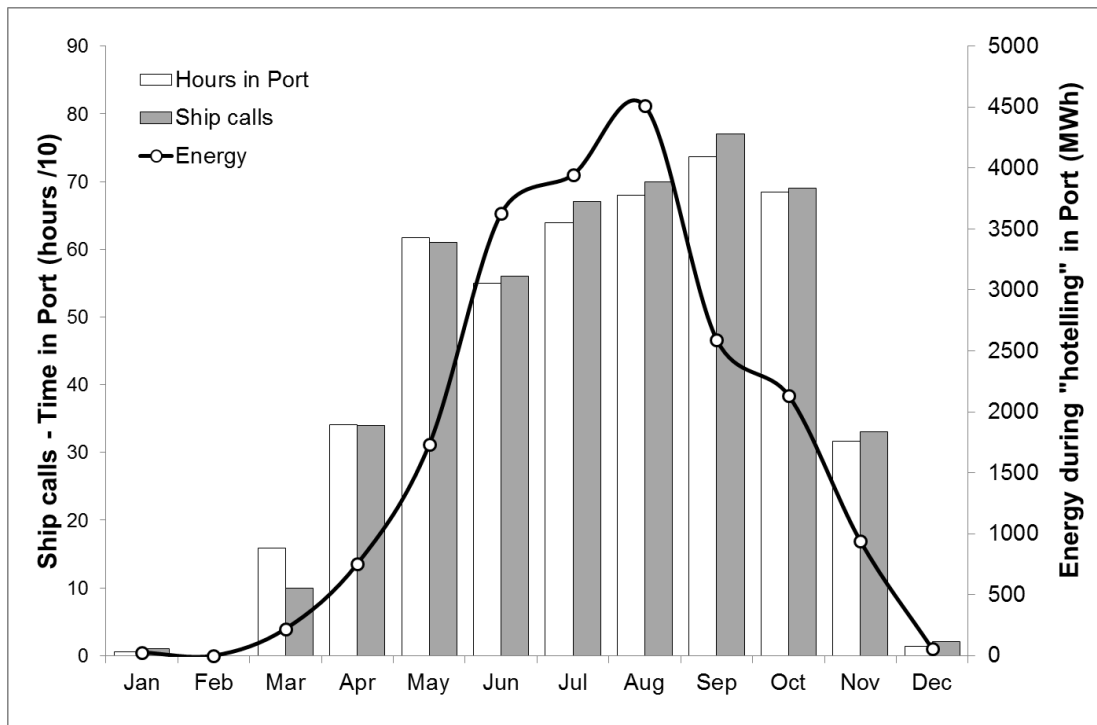
Παρακάτω απεικονίζεται η αποβάθρα και οι βασικές κινήσεις που εκτελούνται από τα κρουαζιερόπλοια στο λιμένα της Κέρκυρας , από τη στιγμή που εισέρχονται εντός του λιμένα έως τη στιγμή που εξέρχονται. Η ενδεικτική απόσταση που διανύει το κρουαζιερόπλοιο όπως παρουσιάζεται στην εικόνα είναι 0.8 km.



Εικόνα 59 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι Κέρκυρας (0,8 km)

3.5.2 Υπολογισμός φορτίου για το λιμάνι της Κέρκυρας

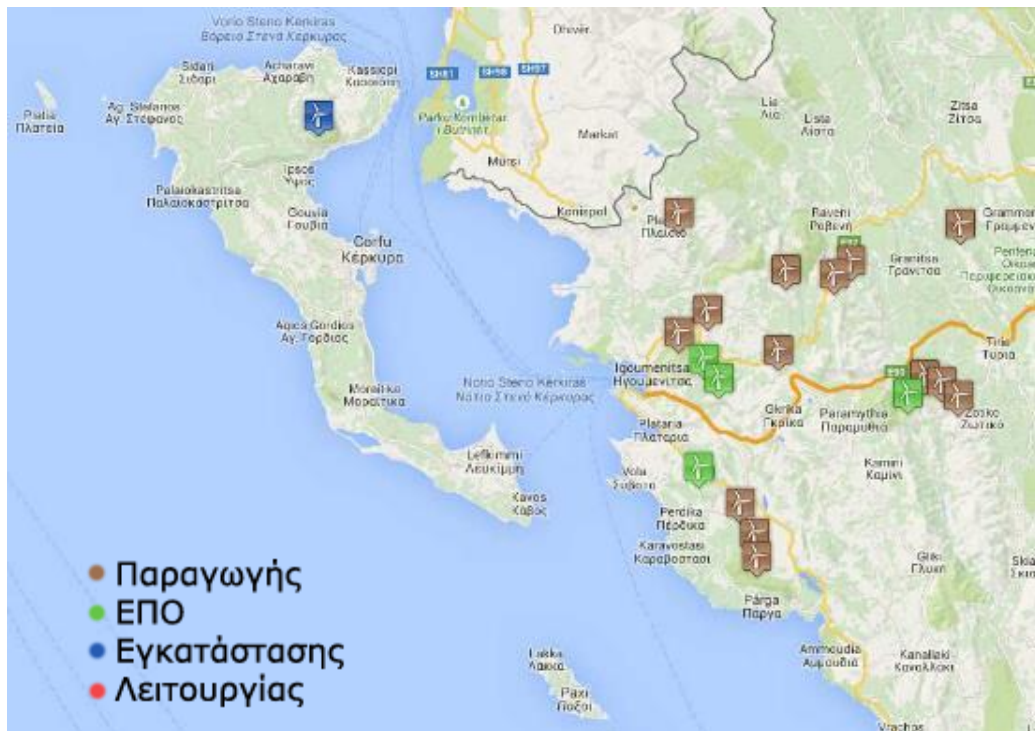
Στην εικόνα που ακολουθεί εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι της Κέρκυρας. Τα κρουαζιερόπλοια αφίκνυνται στο λιμάνι της Κέρκυρας έντεκα μήνες το χρόνο, κατά το μήνα Φεβρουάριο όπως φαίνεται από τη γραφική παράσταση δεν υπάρχει καμία άφιξη στο λιμάνι. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Σεπτέμβρη. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 60 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα

3.5.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή της Θεσπρωτίας

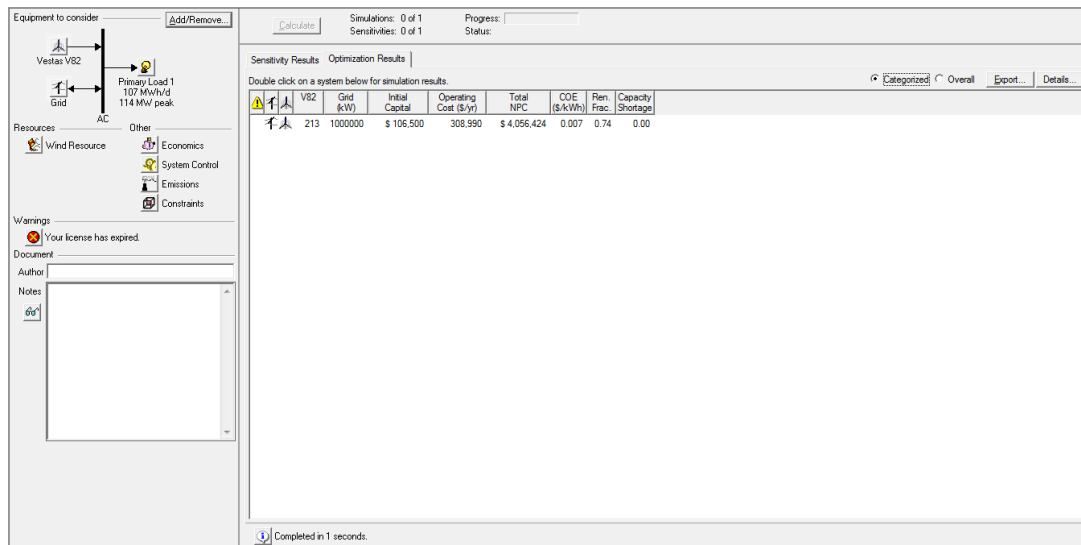
Για την περίπτωση του λιμένα της Κέρκυρας επιλέχθηκε ένα αιολικό πάρκο που υπάρχει στο νησί καθώς και τα κοντινότερα αιολικά πάρκα του νομού Θεσπρωτίας όπως φαίνεται στην εικόνα. Η συνολική ισχύς είναι 352.1 MW.



Εικόνα 61 Συνολική ισχύς 352,1 MW

3.5.4 Μοντελοποίηση Φορτίου στο Homer

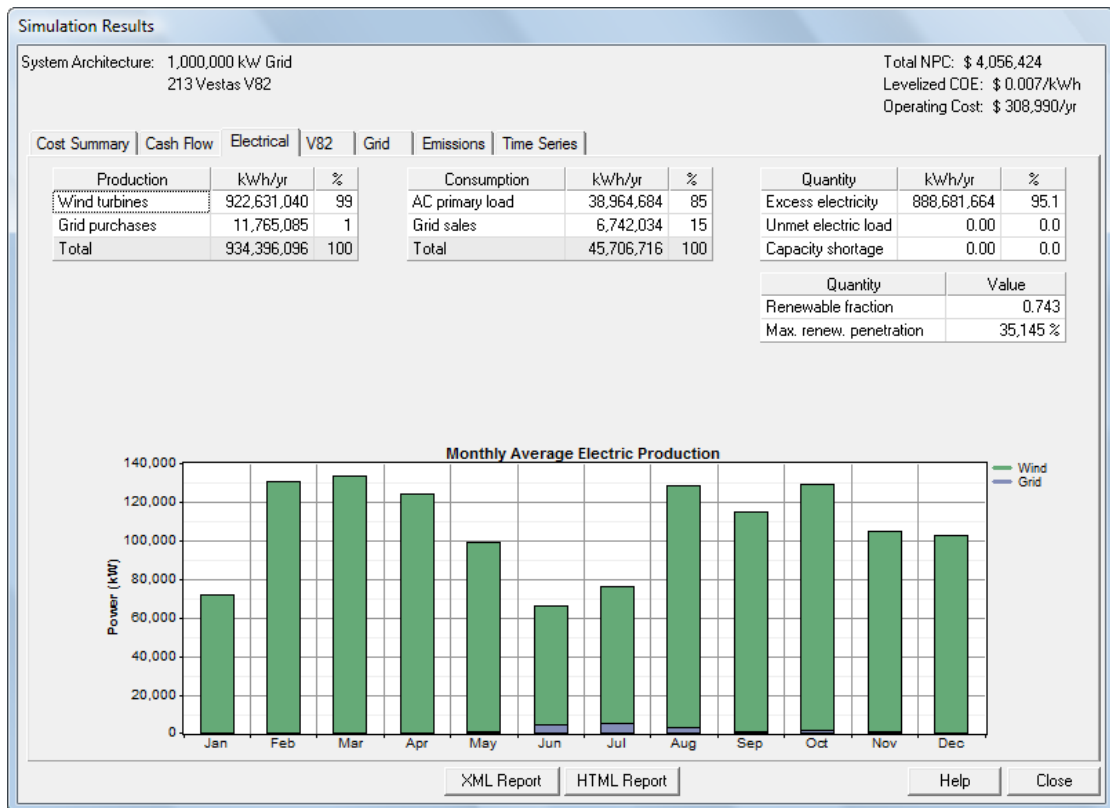
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Ηρακλείου. Χρησιμοποιήθηκαν 213 ανεμογεννήτριες τύπου VestasV82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την περιοχή της Θεσπρωτίας που είναι εγκατεστημένες οι ανεμογεννήτριες και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 62 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι

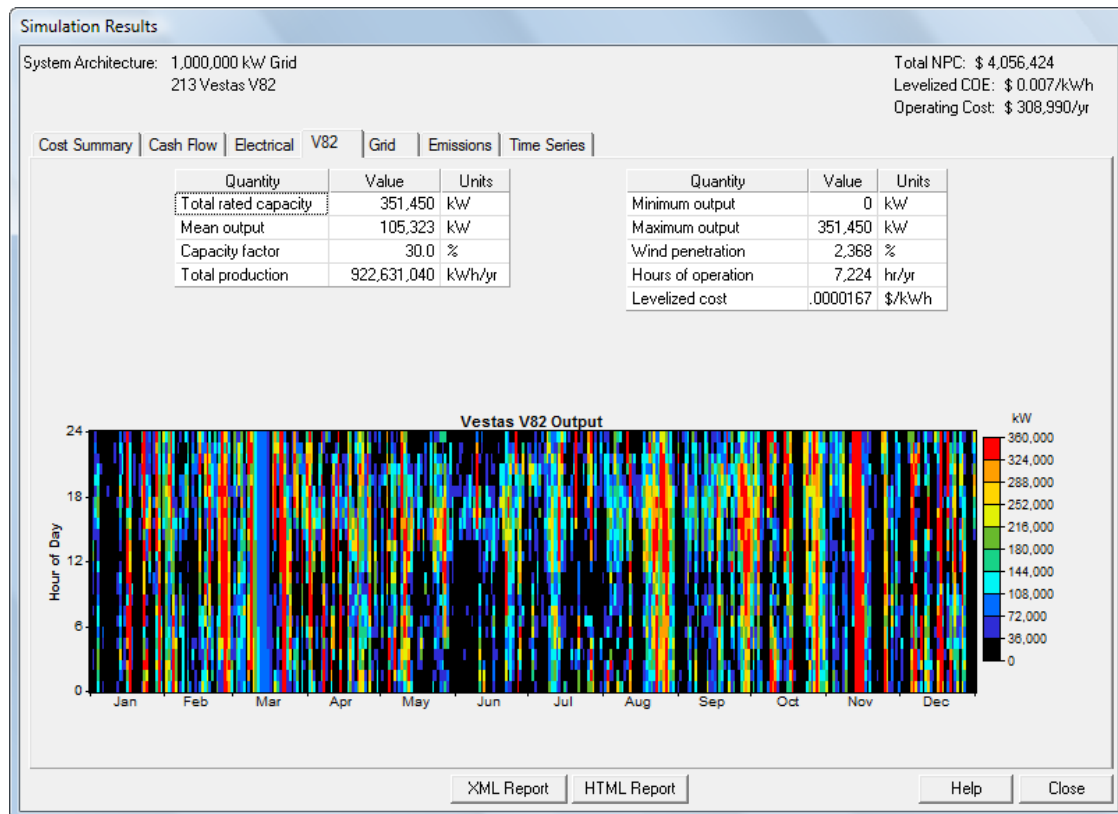
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο



Εικόνα 63H παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Ιανουάριο, Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο.



Εικόνα 64 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας.

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πωλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες τους οποίους υπήρχε ζήτηση επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το περισσότερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τον Οκτώβρη ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Τέλος τους χειμερινούς μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο υπήρχε πλεόνασμα επειδή δεν υπήρχε ζήτηση μιας και δεν υπήρχαν αφίξεις κρουαζιερόπλοιων με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο.

Simulation Results

System Architecture: 1,000,000 kW Grid
213 Vestas V82

Total NPC: \$ 4,056,424
Levelized COE: \$ 0.007/kWh
Operating Cost: \$ 308,990/yr

Cost Summary | Cash Flow | Electrical | V82 | Grid | Emissions | Time Series

| Month | Energy | Energy | Net | Peak | Energy | Demand |
|--------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Purchased (kWh) | Sold (kWh) | Purchases (kWh) | Demand (kW) | Charge (\$) | Charge (\$) |
| Jan | 0 | 466,426 | -466,426 | 0 | -93,285 | 0 |
| Feb | 0 | 578,298 | -578,298 | 0 | -115,660 | 0 |
| Mar | 50,253 | 678,168 | -627,915 | 10,568 | -128,598 | 0 |
| Apr | 184,633 | 602,850 | -418,217 | 14,999 | -94,721 | 0 |
| May | 696,705 | 589,463 | 107,242 | 65,640 | -20,354 | 0 |
| Jun | 2,875,569 | 443,400 | 2,432,169 | 113,556 | 313,900 | 0 |
| Jul | 3,699,455 | 497,069 | 3,202,385 | 83,111 | 418,510 | 0 |
| Aug | 1,889,253 | 607,996 | 1,281,258 | 83,111 | 142,896 | 0 |
| Sep | 757,427 | 596,507 | 160,920 | 31,146 | -13,262 | 0 |
| Oct | 1,013,002 | 580,158 | 432,845 | 41,555 | 25,789 | 0 |
| Nov | 555,975 | 568,916 | -12,941 | 21,707 | -35,947 | 0 |
| Dec | 42,814 | 532,784 | -489,970 | 10,675 | -100,563 | 0 |
| Annual | 11,765,085 | 6,742,034 | 5,023,053 | 113,556 | 298,705 | 0 |

XML Report | HTML Report | Help | Close

Εικόνα 65 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ένα μικρό ποσοστό ενέργειας αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες .



Εικόνα 66 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

3.6 Πειραιάς

3.6.1 Περιγραφή λιμένα Πειραιά

Ο Πειραιάς, το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας και ένα από τα μεγαλύτερα της Μεσογείου, αποτελεί αναπτυξιακό μοχλό του διεθνούς εμπορίου, της τοπικής και εθνικής οικονομίας. Με ιστορία που ξεκινάει από το 1924, όταν έγιναν τα εγκαίνια έναρξης των μεγάλων έργων, σήμερα το λιμάνι έχει πολλαπλές δραστηριότητες που αφορούν το εμπορικό λιμάνι, το επιβατικό λιμάνι, την εξυπηρέτηση πλοίων και την ανάπτυξη και εκμετάλλευση χερσαίων εκτάσεων. [18]

Το λιμάνι του Πειραιά αποτελεί κομβικό σημείο για την ακτοπλοϊκή σύνδεση των νησιών με την ηπειρωτική Ελλάδα, διεθνές κέντρο κρουαζιέρας, κέντρο διαμετακομιστικού εμπορίου για την ευρύτερη Μεσόγειο, εξυπηρετώντας πλοία κάθε

τύπου και μεγέθους. Το λιμάνι του Πειραιά λόγω του ηγετικού του ρόλου στην περιοχή της Μεσογείου αλλά και της κομβικής του θέσης στον Ευρωπαϊκό χώρο, βρίσκεται διαρκώς σε μια διαδικασία ανάπτυξης, σύμφωνα με τις αρχές της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Ο Λιμένας του Πειραιά αποτελεί ένα σημαντικό προορισμό για κρουαζιερόπλοια εντός της Μεσογείου, διαθέτοντας 11 θέσεις ταυτόχρονης πρόσδεσης (παραβολής) πλοίων και έχοντας τη δυνατότητα εξυπηρέτησης των μεγαλύτερων πλοίων του είδους. Για την εξυπηρέτηση των επιβατών εξωτερικού λειτουργούν δύο Σταθμοί Επιβατών Εξωτερικού, στους οποίους λειτουργούν καταστήματα αφορολογήτων ειδών, Τουριστική Αστυνομία, Τελωνείο και άλλες απαραίτητες υπηρεσίες για τους επιβάτες. Στους σταθμούς λειτουργεί υπαίθριο γκαράζ για τη στάθμευση των τουριστικών λεωφορείων. Η διακίνηση από τους χώρους πρόσδεσης προς τους Σταθμούς Επιβατών γίνεται με μεταφορικά μέσα που διαθέτει ο Οργανισμός. Η ΟΛΠ Α.Ε. επιδιώκει σταθερά την προσέλκυση μεγαλύτερου μεριδίου αγοράς στο χώρο της κρουαζιέρας η οποία είναι πολλαπλώς επωφελής για την εθνική οικονομία δημιουργώντας παράπλευρες θέσεις εργασίας και ενισχύοντας το τουριστικό συνάλλαγμα.

Τέλος διαθέτει :

- 11 θέσεις πρόσδεσης κρουαζιερόπλοιων
- 2 επιβατικοί σταθμοί
- 170 θέσεις πούλμαν
- 1 ελικοδρόμιο



Εικόνα 67Λιμάνι Πειραιά

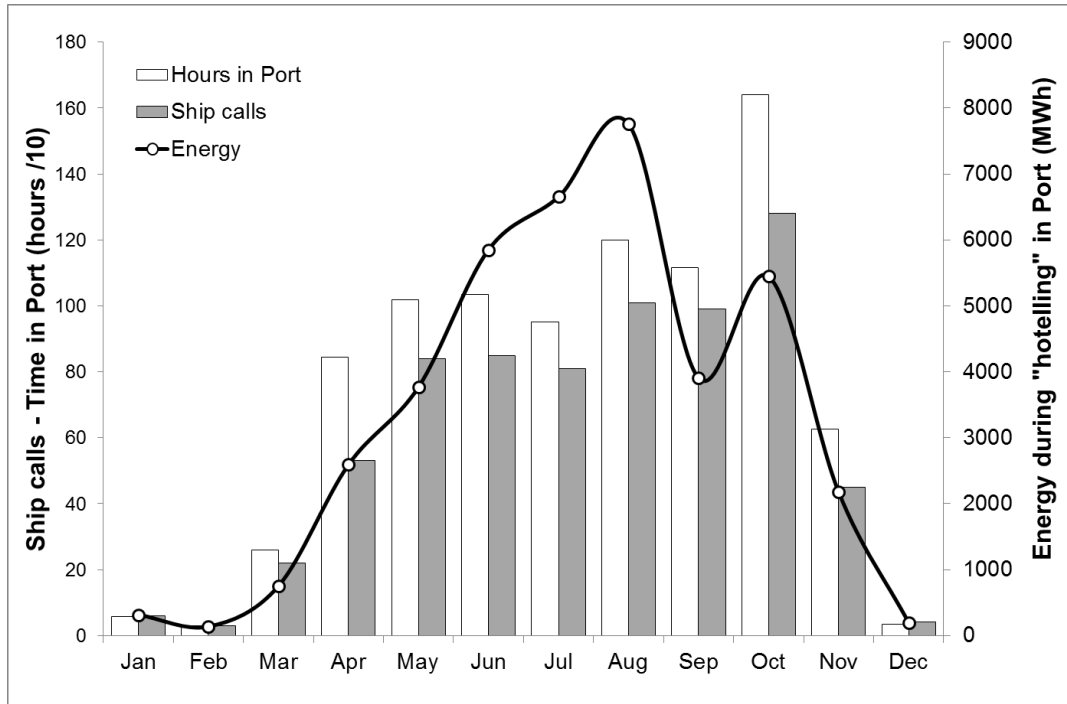
Παρακάτω παρουσιάζονται οι διαδρομές που ακολουθούν τα κρουαζιερόπλοια μέχρι την προσάραξη τους εντός του λιμένα. Αφού εισέλθουν από την είσοδο του λιμανιού προσαράζουν στις αντίστοιχες θέσεις που βρίσκονται στις πύλες E11 και E12 του λιμανιού. Η ενδεικτική απόσταση που ακολουθούν μέχρι την προσάραξη είναι περίπου 1.85 km(η κόκκινη (Dκόκκινο = 2,2 km) η κίτρινη (Dκίτρινο = 1,4 km) και η πράσινη (Dπράσινο = 1,0 km).



Εικόνα 68 Διαδρομή κρουαζιερόπλοιου στο λιμάνι του Πειραιά (1.85 km)

3.6.2 Υπολογισμός Φορτίου για το Λιμάνι του Πειραιά

Παρακάτω εμφανίζεται η γραφική παράσταση για το λιμάνι του Πειραιά. Όπως φαίνεται τα κρουαζιερόπλοια αφίκνουνται στο λιμάνι του Πειραιά όλο το χρόνο. Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων είναι κατά το μήνα Οκτώβριο ενώ κατά του χειμερινούς μήνες εμφανίζονται οι λιγότερες. Τέλος το χρονικό σημείο που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για τα πλοία είναι τον μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 69 Απαιτούμενο ποσό ενέργειας ανά μήνα

3.6.3 Ισχύς Ανεμογεννητριών για την Περιοχή του Νομού Ευβοίας

Στην περίπτωση του λιμένα του Πειραιά επιλέχθηκαν τα αιολικά πάρκα του νομού Αττικής καθώς και τα αιολικά πάρκα του νομού Ευβοίας όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα. Η συνολική ισχύς είναι 1573,14 MW.

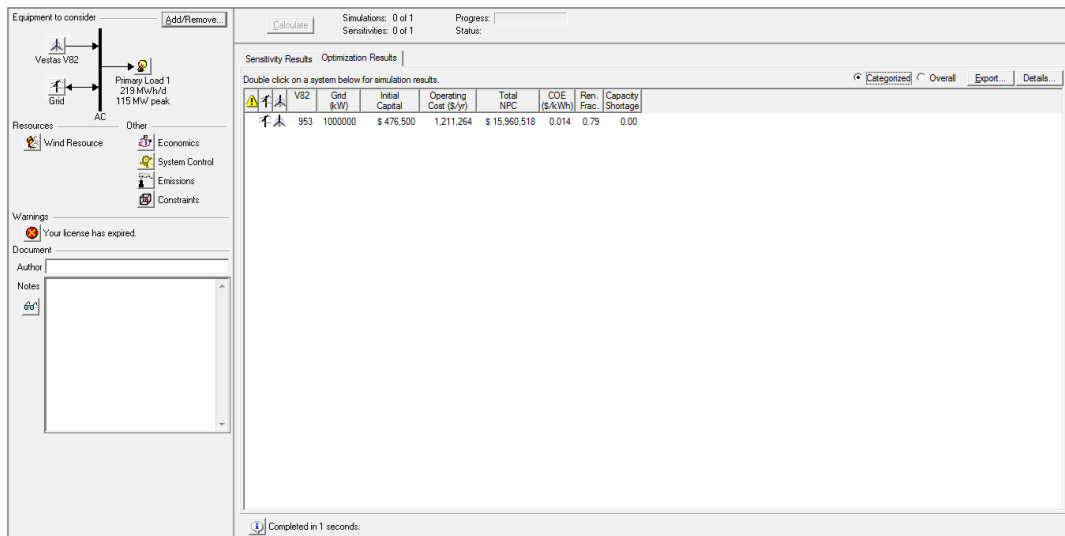


Εικόνα 70 Συνολική ισχύς 1.573,14 MW

3.6.4 Μοντελοποίηση φορτίου στο Homer

Για την περίπτωση του λιμένα του Πειραιά επειδή είναι το λιμάνι με τις περισσότερες αφίξεις εξετάστηκαν δυο διαφορετικές περιπτώσεις προκειμένου να γίνει μια σύγκριση αποτελεσμάτων. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν 953 ανεμογεννήτριες ενώ στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν 488 ανεμογεννήτριες.

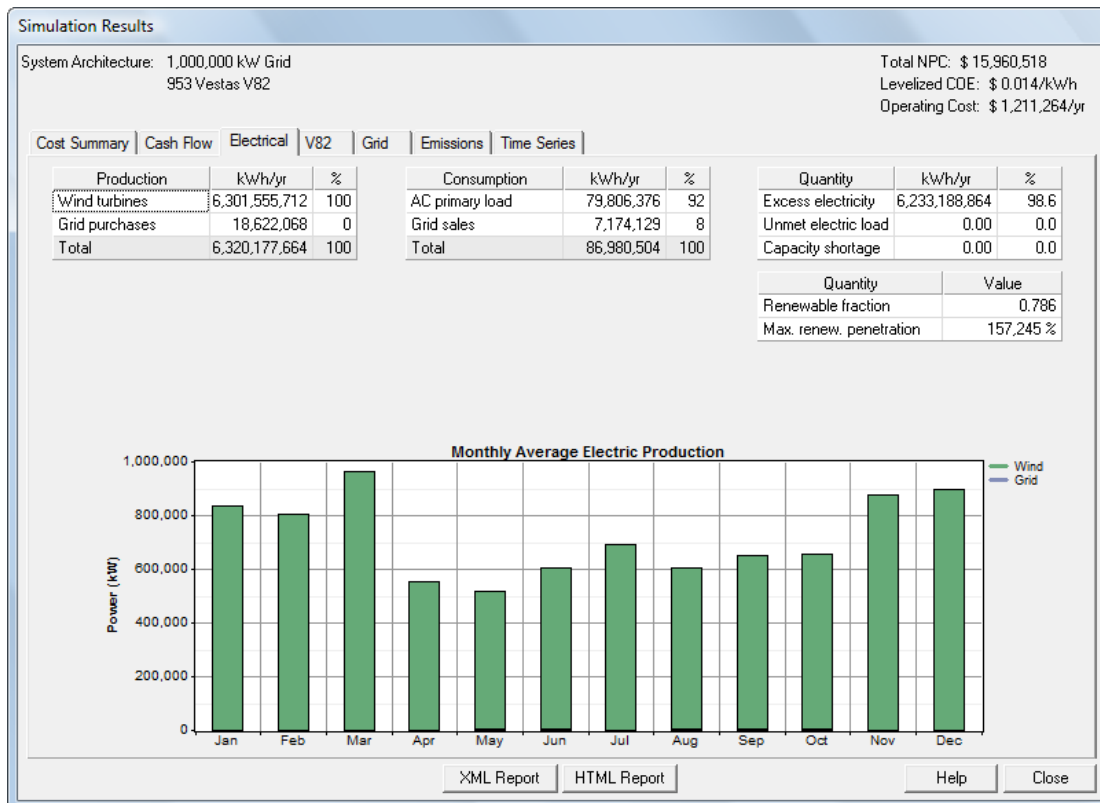
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το πρώτο σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Πειραιά. Χρησιμοποιήθηκαν 953 ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την περιοχή της Ευβοίας που είναι εγκατεστημένες οι ανεμογεννήτριες και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 71

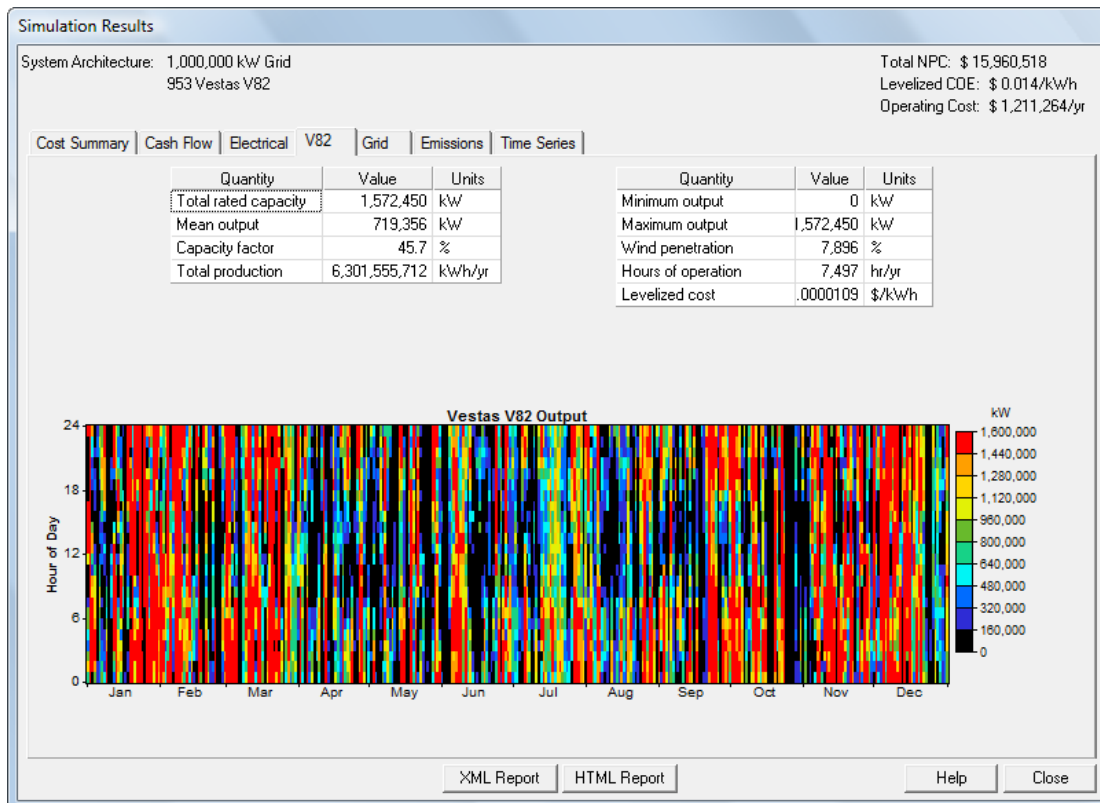
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο



Εικόνα 72H παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Απρίλιο Μάιο, Ιούνιο και Αύγουστο.



Εικόνα 73 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας.

Τέλος στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες του χρόνου επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε την περίοδο Απριλίου – Οκτωβρίου επειδή την συγκεκριμένη χρονική περίοδο παρουσιάστηκαν οι περισσότερες αφίξεις στο λιμάνι του Πειραιά ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου.

Simulation Results

System Architecture: 1,000,000 kW Grid
953 Vestas V82

Total NPC: \$ 15,960,518
Levelized COE: \$ 0.014/kWh
Operating Cost: \$ 1,211,264/yr

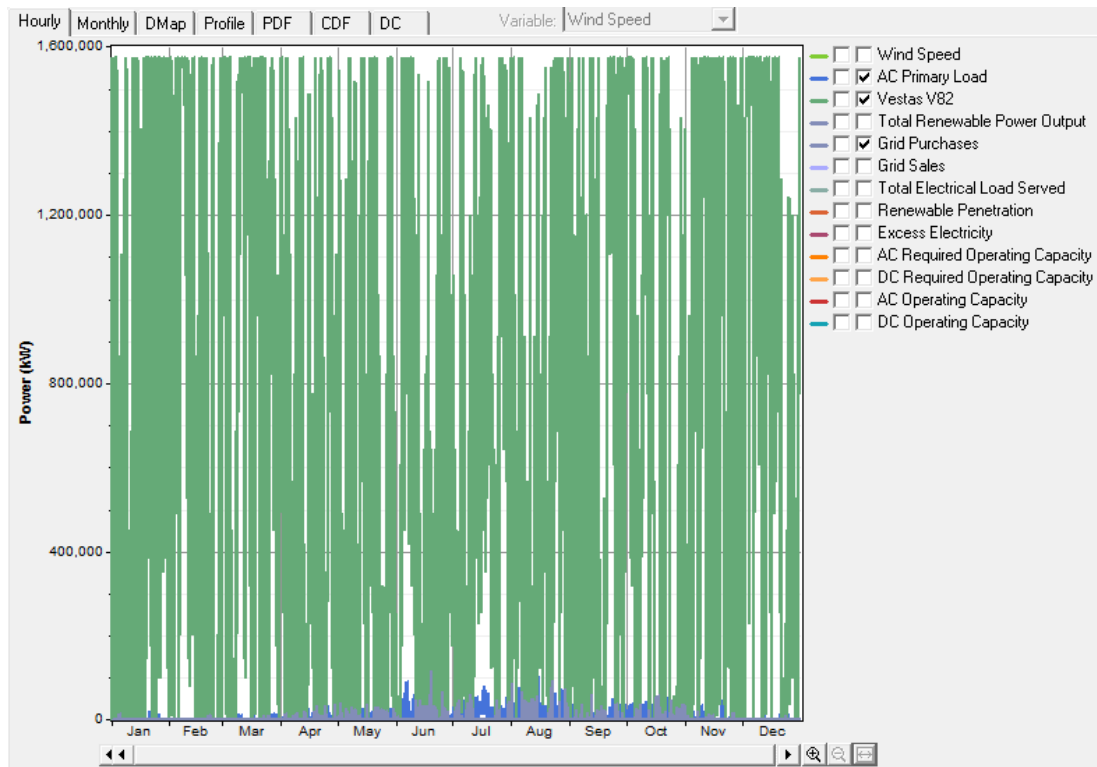
Cost Summary | Cash Flow | Electrical | V82 | Grid | Emissions | Time Series

| Month | Energy | Energy | Net | Peak | Energy | Demand |
|--------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Purchased (kWh) | Sold (kWh) | Purchases (kWh) | Demand (kW) | Charge (\$) | Charge (\$) |
| Jan | 132,252 | 624,347 | -492,095 | 12,023 | -106,354 | 0 |
| Feb | 116,474 | 539,389 | -422,915 | 8,463 | -91,571 | 0 |
| Mar | 122,359 | 667,084 | -544,725 | 11,010 | -116,286 | 0 |
| Apr | 1,145,926 | 587,000 | 558,926 | 37,676 | 43,030 | 0 |
| May | 2,140,944 | 547,705 | 1,593,240 | 40,230 | 190,191 | 0 |
| Jun | 2,696,015 | 572,347 | 2,123,668 | 115,431 | 262,973 | 0 |
| Jul | 1,803,899 | 647,846 | 1,156,053 | 58,871 | 122,977 | 0 |
| Aug | 3,504,626 | 626,928 | 2,877,698 | 93,852 | 365,262 | 0 |
| Sep | 2,199,366 | 571,360 | 1,628,007 | 58,449 | 193,639 | 0 |
| Oct | 4,164,514 | 497,305 | 3,667,208 | 56,661 | 483,571 | 0 |
| Nov | 565,411 | 616,042 | -50,631 | 19,164 | -44,051 | 0 |
| Dec | 30,281 | 676,778 | -646,497 | 10,675 | -131,116 | 0 |
| Annual | 18,622,068 | 7,174,129 | 11,447,936 | 115,431 | 1,172,264 | 0 |

XML Report | HTML Report | Help | Close

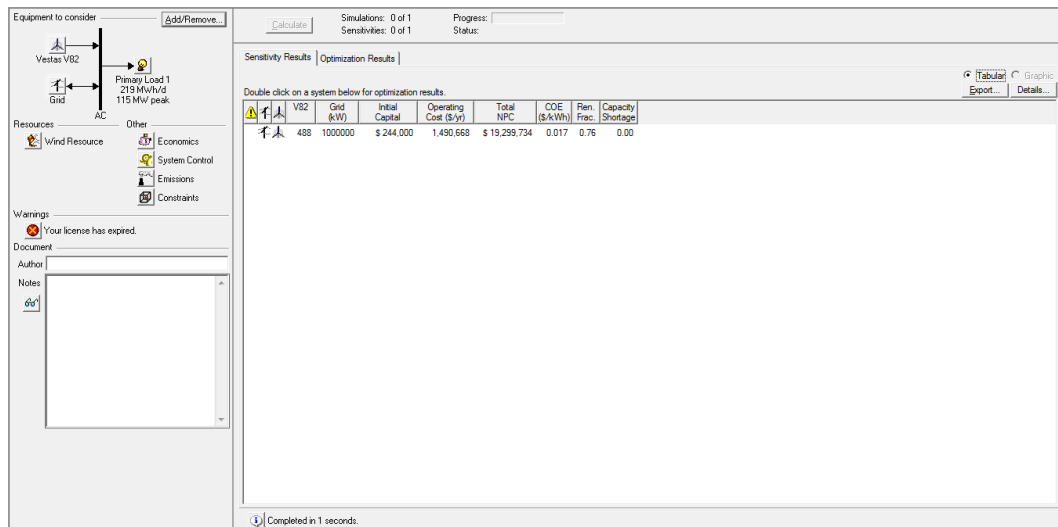
Εικόνα 74 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ένα μικρό ποσοστό ενέργειας αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όπως επίσης και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες Σεπτέμβρη και Οκτώβρη .



Εικόνα 75 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

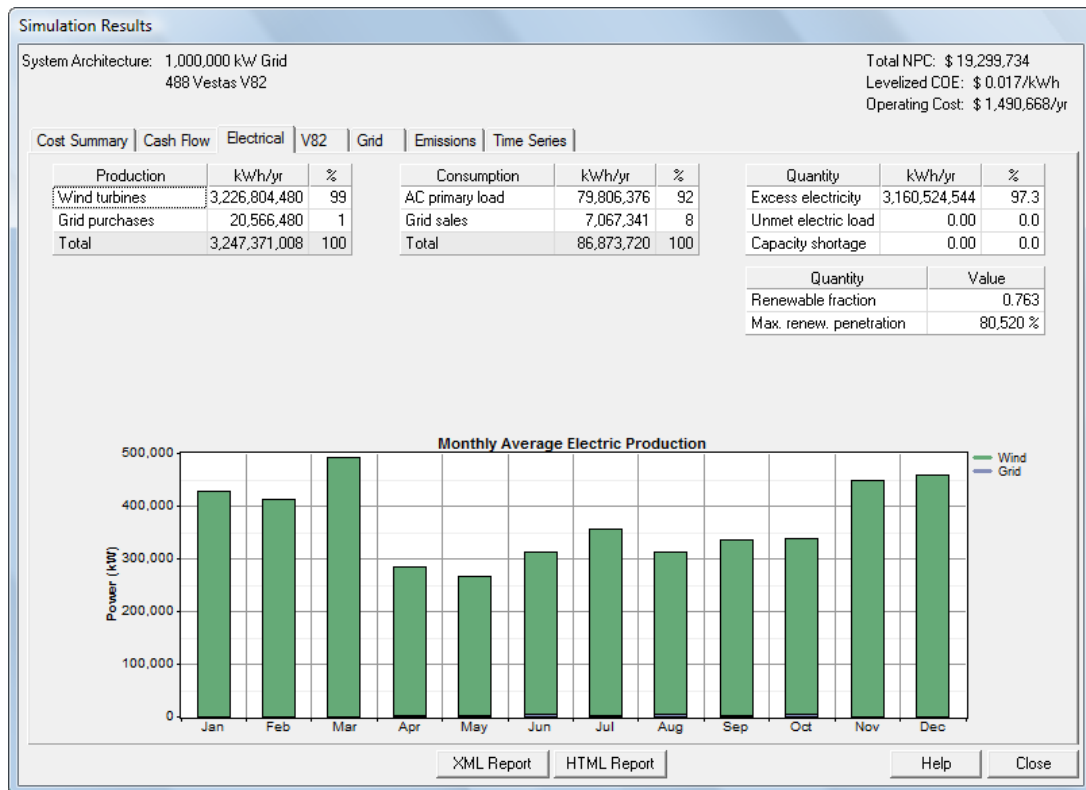
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το δεύτερο σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Πειραιά. Χρησιμοποιήθηκαν 488 ανεμογεννήτριες τύπου Vestas V82 με ονομαστική ισχύ 1650 kW δηλαδή περίπου οι μισές σε σχέση με το πρώτο σύστημα έτσι ώστε να γίνει μια σύγκριση αποτελεσμάτων. Έπειτα εισήχθησαν τα ανεμολογικά δεδομένα για την συγκεκριμένη περιοχή και ορίστηκε το μέγεθος του φορτίου το οποίο υπολογίστηκε με την μέθοδο που έχει προαναφερθεί. Τέλος το σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο ώστε να παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους που το ρεύμα που παρέχεται από τις ανεμογεννήτριες είναι ανεπαρκές.



Εικόνα 76 Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα Homer για το λιμάνι του Πειραιά

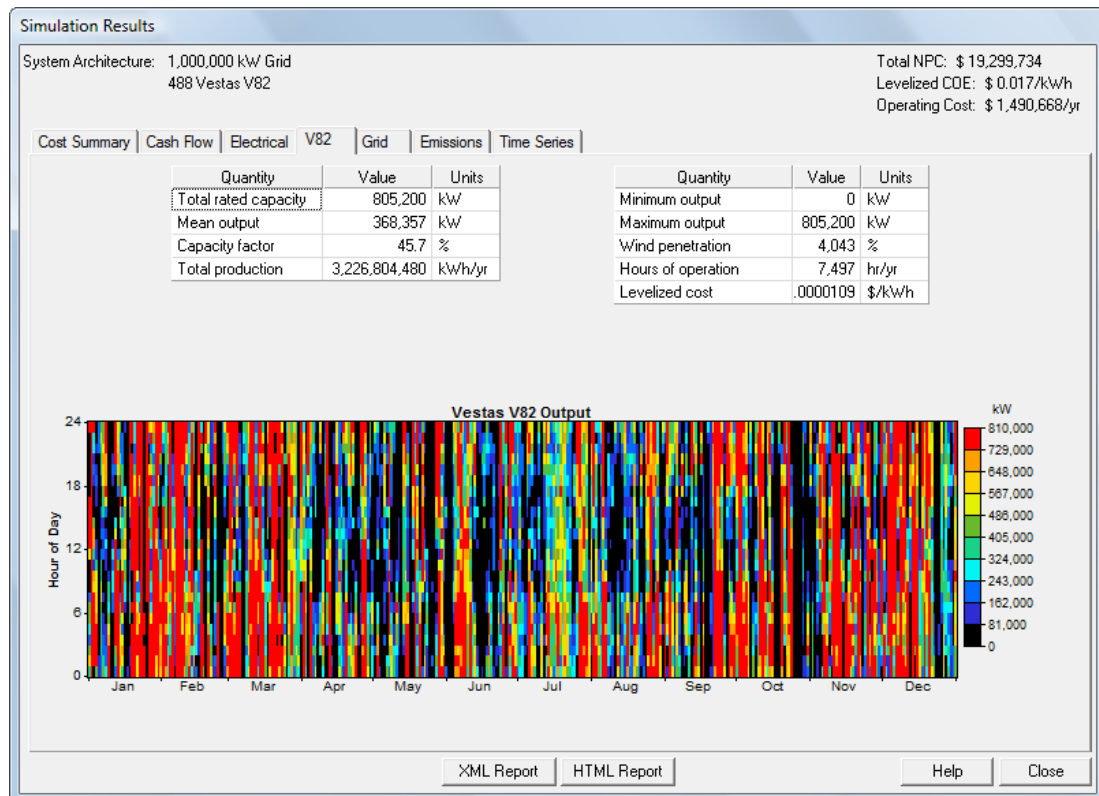
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης οι οποίες εμφανίζονται από την επιλογή του προγράμματος calculate.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μας. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το ποσό που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ με μπλε χρώμα το ποσό από το δίκτυο. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ελάχιστο προέρχεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο.



Εικόνα 77H παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας. Κάθε χρώμα περιγράφει και το αντίστοιχο ποσό ενέργειας που παράγεται σύμφωνα με την κλίμακα που απεικονίζεται δεξιά του διαγράμματος. Τέλος όπως παρατηρείται έχουμε μικρότερη παραγωγή ενέργειας κατά τους μήνες Απρίλιο Μάιο, Ιούνιο και Αύγουστο.



Εικόνα 78 Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ανά μήνα για όλες της ώρες της ημέρας.

Έπειτα στην συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζονται τα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες ήταν ανεπαρκής) και τα ποσά τα οποία πουλήθηκαν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο (όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν παραπάνω από αυτή που χρειαζόταν το σύστημα). Όπως παρατηρείται αγοράστηκε ποσό ενέργειας όλους του μήνες του χρόνου επειδή οι ανεμογεννήτριες του συστήματος δεν μπόρεσαν να καλύψουν όλο το φορτίο. Το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας αγοράστηκε την περίοδο Απριλίου – Οκτωβρίου επειδή την συγκεκριμένη χρονική περίοδο παρουσιάστηκαν οι περισσότερες αφίξεις στο λιμάνι του Πειραιά ενώ λιγότερο αγοράστηκε για όλους τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου. Σε σχέση με την πρώτη περίπτωση αγοράστηκαν περίπου 2.000.000 περισσότερα κιλό βατ ανά ώρες (kWh).

Simulation Results

System Architecture: 1,000,000 kW Grid
488 Vestas V82

Total NPC: \$ 19,299,734
Levelized COE: \$ 0.017/kWh
Operating Cost: \$ 1,490,668/yr

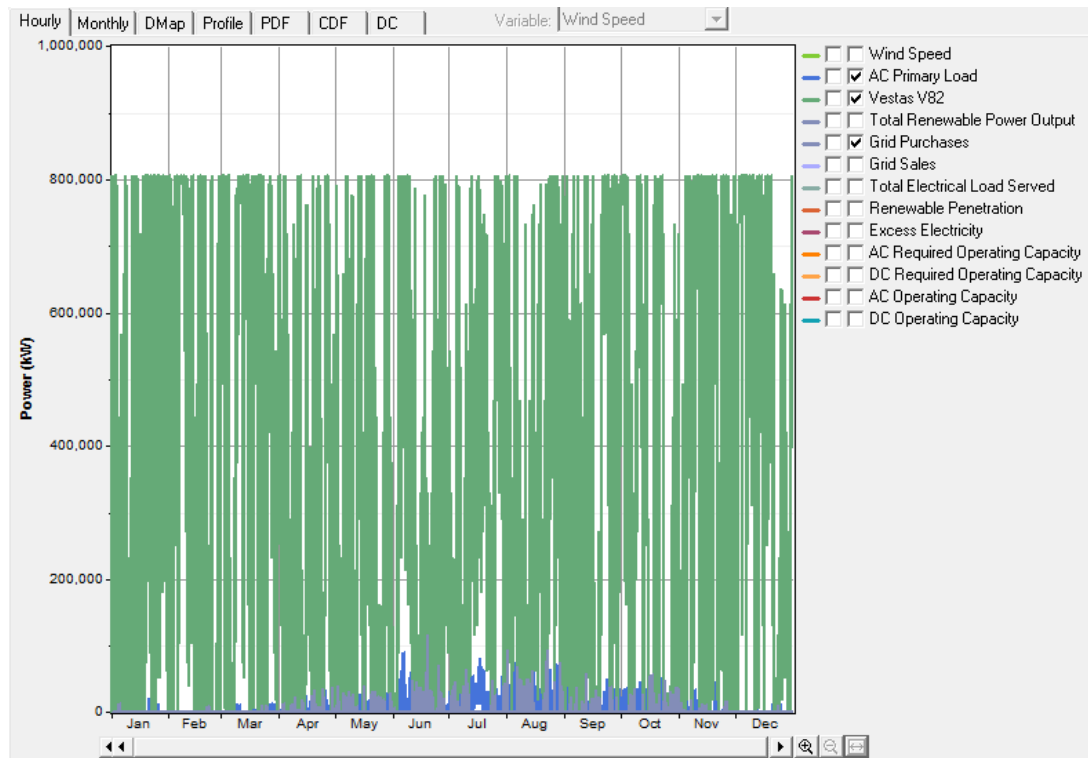
Cost Summary | Cash Flow | Electrical | V82 | Grid | Emissions | Time Series

| Month | Energy | Energy | Net | Peak | Energy | Demand |
|--------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Purchased (kWh) | Sold (kWh) | Purchases (kWh) | Demand (kW) | Charge (\$) | Charge (\$) |
| Jan | 132,252 | 624,178 | -491,925 | 12,023 | -106,320 | 0 |
| Feb | 124,493 | 537,360 | -412,866 | 8,463 | -90,043 | 0 |
| Mar | 125,690 | 664,067 | -538,377 | 11,010 | -115,217 | 0 |
| Apr | 1,283,585 | 570,272 | 713,313 | 37,676 | 65,648 | 0 |
| May | 2,334,407 | 534,575 | 1,799,832 | 40,230 | 219,902 | 0 |
| Jun | 3,150,177 | 552,126 | 2,598,051 | 115,431 | 330,600 | 0 |
| Jul | 2,086,914 | 629,533 | 1,457,381 | 63,781 | 166,261 | 0 |
| Aug | 3,969,821 | 611,554 | 3,358,267 | 93,852 | 433,464 | 0 |
| Sep | 2,389,370 | 567,178 | 1,822,192 | 58,449 | 221,076 | 0 |
| Oct | 4,300,601 | 487,542 | 3,813,059 | 56,661 | 504,576 | 0 |
| Nov | 620,569 | 614,533 | 6,035 | 19,164 | -36,027 | 0 |
| Dec | 48,602 | 674,423 | -625,820 | 10,675 | -128,080 | 0 |
| Annual | 20,566,480 | 7,067,341 | 13,499,141 | 115,431 | 1,465,839 | 0 |

XML Report | HTML Report | Help | Close

Εικόνα 79 Ποσά ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία αγοράστηκαν από το διασυνδεδεμένο δίκτυο

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου. Όπως παρατηρείται σχεδόν όλο το ποσό της απαιτούμενης ενέργειας καλύπτεται από τις ανεμογεννήτριες ενώ ένα μικρό ποσοστό ενέργειας αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όπως επίσης και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες Σεπτέμβρη και Οκτώβρη . Τέλος σε σχέση με την πρώτη περίπτωση παρατηρείται από το διάγραμμα ότι το ποσό ενέργειας που αγοράστηκε από το δίκτυο είναι περισσότερο .



Εικόνα 80 Συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες του συστήματος με πράσινο χρώμα, με γκρι χρώμα η ενέργεια που αγοράζεται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και τέλος με μπλε χρώμα η ενέργεια που απαιτείται από το σύστημα για όλους τους μήνες του χρόνου.

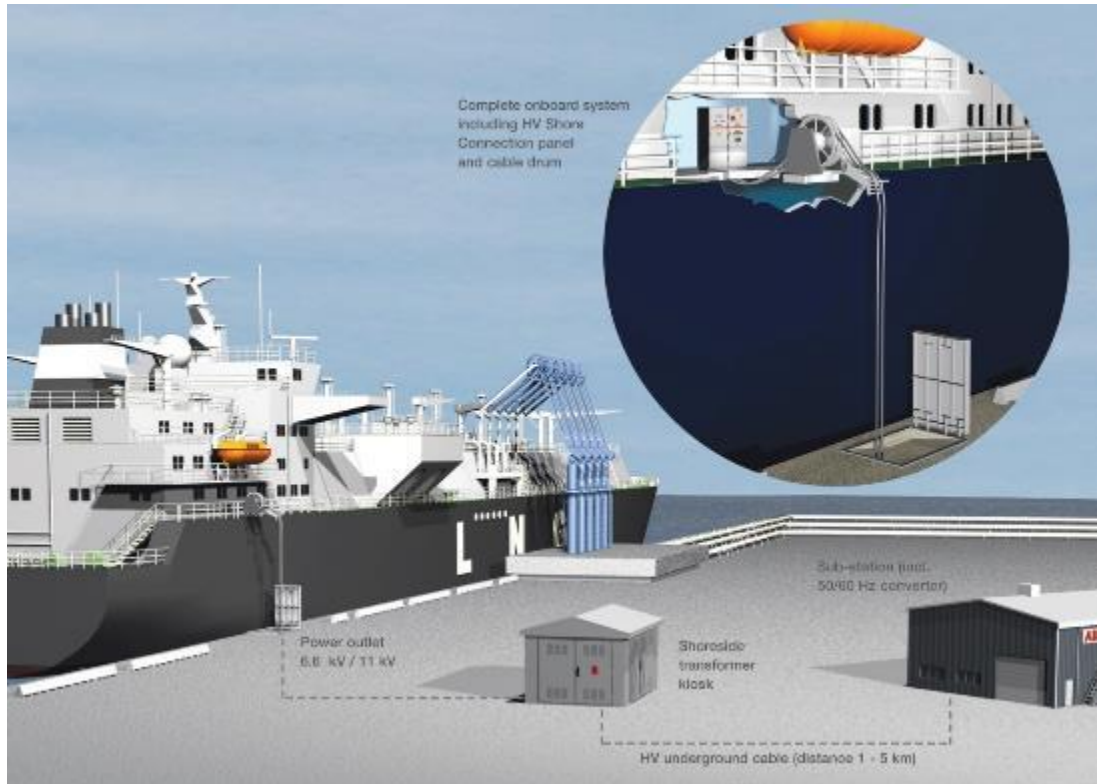
4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΠΛΟΙΟΥ (ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ)

Η μέθοδος ηλεκτροδότησης ελλιμενισμένων πλοίων από την ξηρά (ColdIroning) αναφέρεται στην ηλεκτροδότηση τους από το δίκτυο της στεριάς, η οποία δίνει έτσι την δυνατότητα στα πλοία να απενεργοποιήσουν τους πετρελαιοκινητήρες τους, για όσο διαρκεί η παραμονή τους στο λιμάνι. Η απενεργοποίηση αυτή όλων των μηχανών εσωτερικής καύσης του σκάφους έδωσε στοόνομα της μεθόδου τον όρο ‘cold’ καθώς, εκτός από το να εκμηδενίζει τις εκπομπές, μειώνει και την θερμοκρασία τους σκάφους.

Χωρίς την χρήση της μεθόδου, οι παραπάνω λειτουργίες απαιτούν την κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων βαρέων καυσίμων προκαλώντας σημαντική αέρια ρύπανση. Η διαδικασία αυτή έχει αναπτυχθεί με σκοπό την ουσιαστική κατάργηση των πετρελαιοκινητήρων και την εξοικονόμηση περισσότερου καυσίμου. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος έχει και περιβαλλοντικά συμφέροντα καθώς μειώνεται κατά πολύ η ρύπανση των πλοίων στα λιμάνια. Αποτέλεσμα είναι η απαλλαγή από το σύνολο των εκπεμπόμενων ρύπων από τις ηλεκτρογεννήτριες των πλοίων, αλλά και η δυνατότητα διασποράς των ηλεκτροπαραγωγικών εγκαταστάσεων σε μια πιο διευρυμένη περιοχή, περιορίζοντας δραστικά το πρόβλημα στα λιμάνια. Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η ρύπανση των πλοίων δεν δημιουργεί μόνο περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά έχει ταυτόχρονα και τεράστιες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία τόσο στους εργαζομένους, οι οποίοι εργάζονται στο λιμάνι, όσο και στους κατοίκους των γύρω περιοχών.

4.1 Χαρακτηριστικά Εγκατάστασης Μεθόδου

Για την λειτουργία της μεθόδου υπάρχουν κάποιες βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν τόσο τα λιμάνια και τα τοπικά δίκτυα ηλεκτροδότησης, όσο και τα ίδια τα πλοία.



Εικόνα 81 Παρουσίαση εγκατάστασης για την τροφοδότηση των ενεργειακών αναγκών πλοίου από την ξηρά

Στην περίπτωση των πλοίων και των λιμανιών είναι κυρίως ζήτημα εξοπλισμού ενώ σε αυτήν του δικτύου ηλεκτροδότησης μεγάλη σημασία έχουν τα μεγέθη τάσης και συχνότητας, τα οποία επηρεάζουν άμεσα την συμβατότητα. Ο εξοπλισμός που χρειάζεται είναι ο εξής (Long beach report 2004, Papoutsoglou 2012) :

- Σταθμός παροχής ενέργειας.
- Μετατροπέας τάσης και συχνότητας.
- Εξοπλισμός για την μεταφορά της ενέργειας.
- Εγκατάσταση διασύνδεσης και διαχείρισης ενέργειας πάνω στο αντίστοιχο πλοίο.

4.2 Ανάλυση Εξοπλισμού της Μεθόδου

4.2.1 Μετασχηματιστής

Ο μετασχηματιστής είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για την ανύψωση ή την υποβίβαση της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Στην ουσία, η αυθεντική τάση μπαίνει σε ένα σύστημα δίδυμων πηνίων με σκοπό να μειωθεί ή να αυξηθεί το ηλεκτρομαγνητικό του πεδίο. Στην περίπτωση μας ο μετασχηματιστής μετατρέπει την υψηλή τάση σε μέτρια τάση έτσι ώστε η ενέργεια να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών των πλοίων. Ο όγκος εγκατάστασης ενός είδους μετασχηματιστών μερικές φορές μπορεί να φτάνει και τις διαστάσεις ενός container. Έτσι θα πρέπει να έχουν υπολογιστεί οι τρέχουσες αλλά και οι μελλοντικές απαιτήσεις των πλοίων. Στα κιβωτιοφόρα, τα ειδικά εμπορευματοκιβώτια ψυγεία (reefers) καλύπτουν μια σημαντική μερίδα του φορτίου. Λόγω της σημερινής κατάστασης στον τομέα των μεταφορών τα νέα πλοία τείνουν προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης χωρητικότητας σε reefer. Αναλύοντας μια κατηγορία πλοίων όπως είναι τα κιβωτιοφόρα, θα διαπιστώσουμε ότι τυπικά λειτουργούν με ένα σύστημα διανομής τάσης από 440 V ή 6.6 kV. Αυτό απαιτεί έναν μετασχηματιστή που θα κατεβάσει την τάση. Η επιθυμητή τάση θα είναι της τάξεως των 6.6 kV, για να μειώσει το μέγεθος και την ποσότητα των χάλκινων καλωδίων που θα πρέπει να εγκατασταθούν. Τα τελευταία πλοία χωρητικότητας 14,000 TEU, που χτίζει η Maersk, έχουν 1,300 βύσματα για reefer και τα 10,150 TEU πλοία έχουν 900 βύσματα. Με μια προσέγγιση, μέσω φορτίο 5 kW για κάθε βύσμα, σε μια πλήρη κατελημμένη περιοχή από 900 reefer βύσματα, μπορεί εύκολα να χρειαστεί 4.5 MW.

4.2.2 Switchgear στον Μετασχηματιστή για Προστασία του εξερχόμενου καλωδίου

Σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, το Switchgear είναι ο συνδυασμός των ασφαλειών ή διακοπών ενός κυκλώματος όπου χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο, την προστασία και την απομόνωση των ηλεκτρικών συσκευών. Στα τέλη του 19ου αιώνα το σύστημα αναπτύχθηκε και για υψηλής τάσης δίκτυα για τη λειτουργία κινητήρων και άλλων ηλεκτρικών συσκευών. Η τεχνολογία έχει βελτιωθεί με την

πάροδο του χρόνου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τάσεις έως και 1.100 kV. Χρησιμοποιείται τόσο ως μηχανισμός απενεργοποίησης, όσο και για τον καθαρισμό βλαβών. Αυτός ο εξοπλισμός είναι σημαντικός γιατί είναι απευθείας συνδεδεμένος με την αξιοπιστία της παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας. Τυπικά το switchgear βρίσκεται σε κάθε μια από τις 2 πλευρές (υψηλής και χαμηλής τάσης) των μεγάλων μετασχηματιστών. Όπως συμπεραίνουμε και από τα παραπάνω, ένα τέτοιο σύστημα είναι απαραίτητο ανάμεσα στην έξοδο του μετασχηματιστή και τα καλώδια που πάνε στο μπροστινό μέρος της αποβάθρας. Τέλος προστατευτική μετεγκατάσταση απαιτείται για την προστασία του μετασχηματιστή και των καλωδίων τροφοδοσίας

4.2.3 Καλώδια και Αγωγοί

Το καλώδιο είναι μία κατασκευή που σκοπό έχει την μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος ή μηχανικών δυνάμεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται δύο ή και περισσότερα σύρματα, συνήθως πλεγμένα το ένα γύρω από το άλλο. Όλα τα είδη ηλεκτρικών καλωδίων αποτελούνται από έναν χαμηλής αντίστασης ηλεκτρικό αγωγό (conductor), που μεταφέρει το ρεύμα, και την μόνωση (insulation) του, η οποία εμποδίζει την άμεση επαφή του με γειτονικά αντικείμενα και τον προστατεύει από επικίνδυνη γειτνίαση του με αυτά. Η ανάγκη παροχής επαρκούς ηλεκτρικής μόνωσης, η οποία θα επιτρέψει την μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγής και την διάχυση αυτής, θέτει τεχνολογικές προκλήσεις στον τομέα των υψηλών τάσεων. Χάρη στην εξωτερική μόνωση το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να μεταφερθεί μέσα από αυτό με ασφάλεια. Τα καλώδια, για να διατηρηθούν σε λειτουργικό μέγεθος, είναι τυπικά σχεδιασμένα να παρέχουν 4 MVA ενέργειας.

Έτσι, δύο καλώδια μπορούν να παρέχουν 8 MVA. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή των αγωγών είναι: ο χαλκός (Cu) και το αλουμίνιο (Al). Ο χαλκός είναι τουλάχιστον κατά 50 % ακριβότερος από το αλουμίνιο και έτσι θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η επιλογή του Al θα οδηγούσε σε μια μείωση του κόστους



Εικόνα 82 Καλώδια coldironing

4.2.4 Εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας

Οι εγκαταστάσεις αυτές (receptacle pits) βρίσκονται στην άκρη κάθε λιμανιού και είναι διασυνδεδεμένες με τα κοντινά switchgears. Αφού τοποθετηθούν κατάλληλα τα καλώδια σε αυτές τις εγκαταστάσεις, αφαιρούνται κάποια κλειδιά. Τα κλειδιά αυτά χρησιμοποιούνται σε κατάλληλες κλειδαριές πάνω στο switchgear για το διαδοχικό έλεγχο του εξοπλισμού και των μηχανημάτων καθώς και την διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας. Για παράδειγμα, ένα κλειδί χρησιμοποιείται για την απομόνωση μιας πηγής ισχύος (ή διακόπτη κυκλώματος βαλβίδα τροφοδοσίας), αυτό το κλειδί απελευθερώνεται και μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να αποκτηθεί πρόσβαση του προσωπικού στις περιοχές υψηλού κινδύνου ή στον εξοπλισμό. Το κλειδί στη συνέχεια θα παραμείνει παγιδευμένο. Ένα κλειδί τύπου Kirk ή κλειδί ασφαλείας μπορεί να απελευθερωθεί από το κλείδωμα πρόσβασης, όταν θα σταματήσει η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ στην συνέχεια μπορεί να αφαιρεθεί από τις εγκαταστάσεις και να επιστρέψει στην αρχική του θέση. Όλη η διαδικασία που ακολουθείται έχει σκοπό την αυξημένη ασφάλεια του εργατικού δυναμικού. Η διαδικασία συνδέσεώς τους είναι γενικά η ακόλουθη. Όταν το βύσμα

από το πλοίο εισέλθει στην εγκατάσταση, τότε το κλειδί μπορεί να αφαιρεθεί. Αυτό κλειδώνει το βύσμα στην υποδοχή αποτρέποντάς το από το να κινηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με τα υπόλοιπα βύσματα. Τα κλειδιά μεταφέρονται τότε στο πλησιέστερο switchgear που είναι συνήθως συνεχώς τροφοδοτούμενο από το switchgear του μετασχηματιστή. Όλα τα κλειδιά μπαίνουν στην κλειδαρότρυπα στον διακόπτη και περιστρέφονται. Τότε ο διακόπτης μπορεί να κλείσει. Κλείνοντας ο διακόπτης κρατά τα κλειδιά εγκλωβισμένα. Η ηλεκτρική ενέργεια στο πλοίο συγχρονίζεται τότε με την ενέργεια αυτήν στην ξηρά. Όταν επιτευχθεί αυτός ο συγχρονισμός, ο διακόπτης στο πλοίο κλείνει και αρχίζει να λαμβάνει ενέργεια. Οι κινητήρες μπορούν να απενεργοποιηθούν πλέον οποιαδήποτε στιγμή. Σύγχρονοι λιμένες έχουν τοποθετήσει εγκαταστάσεις υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας κάθε 65 μέτρα, για να παράσχουν ευελιξία μη γνωρίζοντας πού ακριβώς κατά μήκος της αποβάθρας θα δέσει το πλοίο, αλλά και πού είναι τοποθετημένα τα καλώδια του κάθε πλοίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα 5 με 6 εγκαταστάσεις σε κάθε αποβάθρα.



Εικόνα 83 Συνδέσεις καλωδίων

4.3 Τρόποι Σύνδεσης Καλωδίων με τα Πλοία

Υπάρχουν πολλοί τρόποι σύνδεσης των καλωδίων με τα πλοία, καθώς εξαρτάται κυρίως από το λιμάνι και την εφαρμογή που έχει αναπτύξει. Οι σημαντικότεροι τρόποι σύνδεσης είναι οι εξής:

1. Ο πρώτος τρόπος και αυτός που χρησιμοποιούν περισσότερο τα λιμάνια είναι με την χρήση γερανού. Σε αυτήν την περίπτωση ο γερανός βρίσκεται στην άκρη του λιμανιού. Τα καλώδια τα οποία έρχονται από την εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας μεταφέρονται μέσω του γερανού στο πλοίο έτσι ώστε μετά να τοποθετηθούν.
2. Η ανύψωση των καλωδίων τροφοδοσίας μέσω τρεχούμενου γερανοφόρου οχήματος είναι ο δεύτερος τρόπος, ο οποίος είναι ιδιαίτερος, ενώ δεν εφαρμόζεται σε πολλά λιμάνια. Σε αυτή την περίπτωση το όχημα καταφθάνει 30 λεπτά πριν τον ελλιμενισμό του πλοίου και συνδέεται μέσω καλωδίων με την εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας. Στη συνέχεια, αφού αγκυροβολήσει το πλοίο, μέσω του συστήματος ανύψωσης μεταφέρει τα καλώδια.
3. Οι διοικήσεις των λιμανιών πλέον προσπαθούν να μην έχουν εγκατάσταση καλωδίων στο χώρο του λιμένα. Έτσι, ο νέος τρόπος που αναπτύσσεται είναι η μεταφορά των καλωδίων πάνω στο πλοίο. Με αυτόν τον τρόπο σαφώς και αποφεύγονται οι παραπάνω εγκαταστάσεις στο λιμάνι, ωστόσο είναι πιο εύκολος και πιο γρήγορος. Σε αυτήν την περίπτωση το καρούλι του καλωδίου βρίσκεται πάνω στο καράβι και όταν αυτό αγκυροβολήσει στο λιμάνι, ξετυλίγουν το καλώδιο από το καρούλι και το συνδέουν στις εγκαταστάσεις υποδοχής.

5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ

Η μεθοδολογία αυτή πρέπει να εφαρμόζεται όταν είναι διαθέσιμα λεπτομερή δεδομένα των φάσεων λειτουργίας του πλοίου και λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου, όπως είναι το μέγεθος και η τεχνολογία των κινητήρων, η εγκατεστημένη ισχύς, το χρησιμοποιούμενο είδος καυσίμων, οι ώρες σε κάθε δραστηριότητα. Η παραπάνω μεθοδολογία υπολογίζει τις συνολικές εκπομπές σε ένα ταξίδι, αθροίζοντας τις επιμέρους εκπομπές από κάθε φάση λειτουργίας του πλοίου με την ακόλουθη σχέση: $E_{\text{Πλήρες Ταξίδι}} = E_{\text{Αγκυροβόλιο}} + E_{\text{Ελιγμοί}} + E_{\text{Πλεύση}}$ Ένα πλήρες αρχείο καταγραφών περιλαμβάνει το άθροισμα όλων των εκπομπών από όλα τα ταξίδια του συνόλου των πλοίων κατά τη διάρκεια του έτους. Στην πράξη, μπορεί τα δεδομένα που συλλέγονται να αφορούν σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των ταξιδιών κάποιων πλοίων, κατά τη διάρκεια μιας αντιπροσωπευτικής περιόδου του έτους. Στην περίπτωση αυτή, προκειμένου να υπολογιστούν οι συνολικές εκπομπές, ανάγονται οι εκπομπές του δείγματος στο σύνολο των πλοίων που εξετάζονται για έναν ολόκληρο χρόνο. Δύο διαφορετικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των εκπομπών: η μία λαμβάνει υπόψη της την κατανάλωση καυσίμων και η άλλη την εγκατεστημένη ισχύ. Όταν η κατανάλωση καυσίμου για κάθε φάση λειτουργίας είναι γνωστή, τότε οι εκπομπές ενός ρύπου i μπορούν να υπολογιστούν για ένα ταξίδι από τη σχέση (Tzannatos 2010, Tzannatos2012):

$$E_{\text{Trip},i,j,m} = \sum_p FC_{j,m,p} * EF_{i,j,m,p}$$

Όπου :

E_{Trip} = άθροισμα όλων των εκπομπών σε ένα πλήρες ταξίδι (σε τόνους),

FC = η κατανάλωση καυσίμου (σε τόνους),

EF = συντελεστής εκπομπών (kg/ τόνο),

i = ρύπος

j = τύπος του κινητήρα (χαμηλής, μεσαίας και υψηλής ταχύτητας ντιζελοκινητήρες, τουρμπίνες αεριοστροβίλων και ατμοστροβίλων).

m = τύπος καυσίμου (μαζούτ πλοίων, ντίζελ πλοίων/ πετρέλαιο εσωτερικής καύσης πλοίων (MDO/MGO), βενζίνη),

p = φάση λειτουργίας του πλοίου (πλευση-cruising, ελιγμοί- maneuvering, στο αγκυροβόλιο-hotelling).

Απαιτούνται τα ακόλουθα βήματα για την εκτίμηση των εκπομπών μέσω της κατανάλωσης καυσίμου. Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις κατά τις οποίες διατίθενται λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου σε κάθε φάση λειτουργίας του πλοίου:

Καταγραφή της κατανάλωσης καυσίμου για κάθε επιμέρους δραστηριότητα του πλοίου, για κάθε τύπο κινητήρα και για κάθε είδος καυσίμων. Αυτό μπορεί να γίνει για ολόκληρο το έτος ή ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του έτους, για όλα τα πλοία ή για ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των πλοίων και για κάθε συνδυασμό κινητήρα / καυσίμου. Αυτή η επιλογή θα εξαρτηθεί από τους διαθέσιμους πόρους και την απαιτούμενη ακρίβεια της μελέτης.

Υπολογισμός των εκπομπών ανάλογα με την κατηγορία πλοίου και τον τύπο κινητήρα και καυσίμου πολλαπλασιάζοντας την κατανάλωση με τους αντίστοιχους για κάθε καύσιμο συντελεστές εκπομπών.

Στην περίπτωση που δεν είναι γνωστή η κατανάλωση καυσίμου για κάθε φάση, εφαρμόζεται η παρακάτω διαδικασία με βάση την εγκατεστημένη ισχύ και το χρόνο που δαπανάται στις διάφορες φάσεις λειτουργίας του πλοίου, προκειμένου να υπολογιστούν οι εκπεμπόμενοι ρύποι, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{\text{trip},i,j,m} = \sum_p [T_p * \sum_e (P_e * LF_e * EF_{e,i,j,m,p})]$$

Όπου :ETrip = συνολικές εκπομπές σε ένα πλήρες ταξίδι (σε τόνους),

EF = συντελεστής εκπομπών (kg/kW),

LF = συντελεστής φορτίου του κινητήρα (%),

P = ονομαστική ισχύς κινητήρα (kW),

T = χρόνος (ώρες),

e = κατηγορία κινητήρα (κύριος, βοηθητικός),

i = ρύπος (NOX, SOX, PM),

j = τύπο του κινητήρα (χαμηλής, μέσης και υψηλής ταχύτητας ντιζελοκινητήρες, τουρμπίνες αεριοστροβίλων και ατμοστρόβιλος).

m = τύπος καυσίμου (μαζούτ πλοίων, ντίζελ πλοίων/πετρέλαιο εσωτερικής καύσης πλοίων πετρέλαιο, βενζίνη),

p = φάση λειτουργίας του πλοίου (πλεύση-cruising, ελιγμοί- maneuvering, στο αγκυροβόλιο-hotelling)

Ο χρόνος πλεύσης, εάν είναι άγνωστος, μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$T_{\text{πλεύσης}} \text{ (hr)} = \text{Διανυόμενη Απόσταση (km)} / \text{Μέση Ταχύτητα Πλεύσης (km/hr)}$$

Τα ακόλουθα βήματα απαιτούνται για την εκτίμηση των εκπομπών μέσω της ισχύος του κινητήρα:

- Καταγραφή των δεδομένων κίνησης του πλοίου: τόπος αναχώρησης, τόπος άφιξης, ώρα αναχώρησης και ώρα άφιξης για κάθε πλοίο. Αυτό μπορεί να γίνει για ολόκληρο το έτος ή ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του έτους ,για όλα τα πλοία ή για ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των πλοίων. Αυτή η επιλογή θα εξαρτηθεί από τη διαθέσιμη πληροφορία και την απαιτούμενη ακρίβεια της μελέτης.
- Προσδιορισμός των ακριβών δρομολογίων και των αποστάσεων μεταξύ των λιμένων. Αυτό μπορεί να υπολογιστεί με χρήση κατάλληλων πινάκων ή από ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών GIS (GeographicalInformationSystem) αν διατίθεται.

- Ταξινόμηση κάθε πλοίου ανά κατηγορία και τύπο κινητήρα/καυσίμου που χρησιμοποιεί και καταγραφή της εγκατεστημένης κύριας και βοηθητικής ισχύος του κινητήρα κάθε πλοίου. Μια βάση δεδομένων που παρέχει πληροφορίες για το μέγεθος και τον τύπο κινητήρα κάθε πλοίου είναι χρήσιμη. Ένα τέτοιο μητρώο του εθνικού στόλου θα πρέπει να είναι διαθέσιμο στις περισσότερες χώρες, αλλά συνήθως καλύπτει μόνο τα πλοία υπό την σημαία του ίδιου κράτους. Η βάση δεδομένων Lloyds παρέχει τις σχετικές πληροφορίες για όλα τα πλοία με μέγεθος μεγαλύτερο από 100 GrossTonnage.
- Προσδιορισμός του συνολικού χρόνου πλεύσης για κάθε κατηγορία πλοίου και συνδυασμό τύπου κινητήρα/καυσίμου, είτε με βάση την απόσταση και τη μέση ταχύτητα πλεύσης είτε με βάση την ώρα αναχώρησης και άφιξης. Η επιλογή πρέπει να βασίζεται στην αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων.
- Προσδιορισμός του συνολικού χρόνου στο αγκυροβόλιο και του χρόνου ελιγμών για κάθε κατηγορία πλοίων και συνδυασμό τύπου κινητήρα/καυσίμου με βάση τα δεδομένα από τις Λιμενικές Αρχές.
- Υπολογισμός των εκπομπών για κάθε κατηγορία πλοίου και συνδυασμό τύπου κινητήρα/καυσίμου πολλαπλασιάζοντας το συνολικό χρόνο που δαπανάται σε κάθε φάση, όπως έχει προσδιοριστεί στα προηγούμενα βήματα 4 και 5 με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των κύριων και βοηθητικών μηχανών, όπως αυτή καθορίστηκε στο βήμα 3, και με τους συντελεστές φορτίου της κάθε μηχανής (με % του χρόνου λειτουργίας) και με τους αντίστοιχους συντελεστές εκπομπών.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τους υπολογισμένους ρύπους ανά λιμάνι :

| Ports | NOx | SO2 | PM | Total |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Piraeus | 636,7785 | 257,9091 | 32,06753 | 926,755 |
| Santorini | 421,1527 | 174,5024 | 23,33153 | 618,9866 |
| Corfu | 322,9556 | 128,6974 | 15,41117 | 467,0642 |
| Heraklion | 132,6635 | 45,17897 | 4,371699 | 182,2142 |
| Argostoli | 57,42677 | 21,58648 | 2,391619 | 81,40487 |
| Chania | 56,64357 | 24,8214 | 3,336483 | 84,80145 |
| All ports | 1627,621 | 652,6957 | 80,91003 | 2361,226 |

| Ports | NOx man | SO2 man | PMman | NOx hot | SO2 hot | PMhot | Eman | Ehot | Etotal |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Piraeus | 66,43784 | 31,14773 | 7,315835 | 570,3406 | 226,7613 | 24,75169 | 104,9014 | 821,8536 | 926,755 |
| Santorini | 68,7031 | 32,12573 | 7,480479 | 352,4496 | 142,3766 | 15,85105 | 108,3093 | 510,6773 | 618,9866 |
| Corfu | 27,50002 | 12,84614 | 2,989171 | 295,4556 | 115,8513 | 12,422 | 43,33533 | 423,7288 | 467,0642 |
| Heraklion | 12,95656 | 5,334325 | 1,09262 | 119,707 | 39,84465 | 3,279079 | 19,3835 | 162,8307 | 182,2142 |
| Argostoli | 4,402324 | 1,992977 | 0,458458 | 53,02445 | 19,5935 | 1,933161 | 6,85376 | 74,55111 | 81,40487 |
| Chania | 6,19918 | 3,068401 | 0,727771 | 50,44439 | 21,75299 | 2,608712 | 9,995351 | 74,8061 | 84,80145 |
| All ports | 186,199 | 86,5153 | 20,06434 | 1441,422 | 566,1804 | 60,84569 | 292,7786 | 2068,448 | 2361,226 |

6 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν οι απαιτήσεις των ΑΓ και αν είναι εφικτή λύση. Αυτό που θέλουμε να εξετάσουμε, είναι αν το έδαφος που δεσμεύουν οι ανεμογεννήτριες συνολικά σε κάθε λιμάνι μπορεί να διατεθεί. Γενικά, Οι ανεμογεννήτριες, μαζί με τις οδούς πρόσβασης σε αυτές, καταλαμβάνουν λιγότερο από το 1% της συνολικής έκτασης ενός τυπικού αιολικού πάρκου. Το υπόλοιπο 99%της γης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργειες ή για βοσκή, χωρίς κανένα απολύτως πρόβλημα.

Επειδή οι ανεμογεννήτριες παράγουν ενέργεια από τον άνεμο, υπάρχει λιγότερη ενέργεια (και περισσότερη τύρβη) στο πίσω μέρος μιας ανεμογεννήτριας, απ' ότι στο μπροστινό.

Σε ένα αιολικό πάρκο, οι ανεμογεννήτριες γενικώς πρέπει να εγκαθίστανται σε απόσταση μεταξύ τους τουλάχιστον ίση με τρεις έως εννέα διαμέτρους του ρότορα, έτσι ώστε να αποφεύγονται έντονα φαινόμενα "σκίασης" του ανέμου (η πλέον συνήθης απόσταση που εφαρμόζεται, είναι πέντε έως επτά φορές τη διάμετρο του ρότορα).

Εφόσον υπάρχει μία συγκεκριμένη κατεύθυνση του ανέμου η οποία επικρατεί, π.χ. η δυτική, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να εγκαθίστανται πολύ κοντά μεταξύ τους, προς εκείνη την κατεύθυνση που είναι κάθετη στην κατεύθυνση του ανέμου.

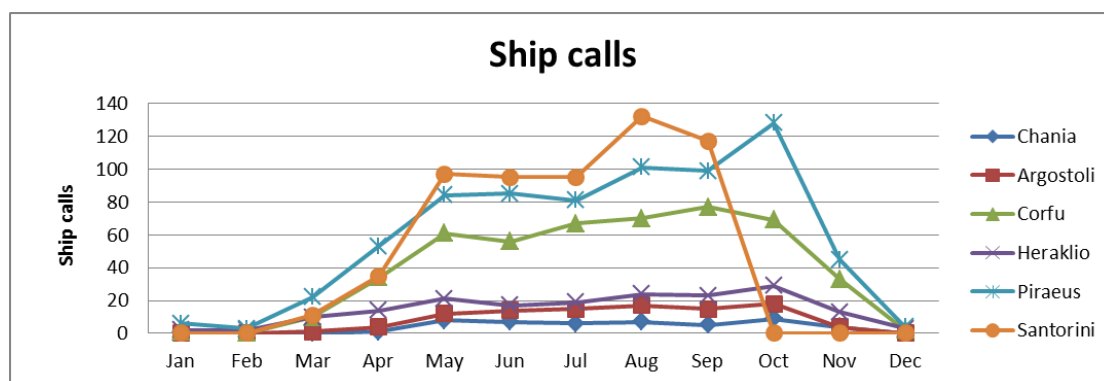
Ενώ μία ανεμογεννήτρια χρησιμοποιεί μόνο 36 m² έκταση γης για να παράγει 1,2 έως 1,8 εκατομμύρια kWh το χρόνο, μία τυπική μονάδα βιοκαυσίμου θα απαιτούσε 1.540.000 m²δασώδους έκτασης με ιτιές, για να παράγει, αντίστοιχα, 1,3 εκατομμύρια kWh ετησίως. Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες θα απαιτούσαν μία έκταση γης της τάξης των 14.000 m² για να παράγουν την ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, σε ετήσια βάση.

Στην δική μας περίπτωση, με εξαίρεση το λιμάνι της Σαντορίνης, όλα τα λιμάνια μπορούν να τροφοδοτηθούν από τις ήδη υπάρχουσες ανεμογεννήτριες, άρα η επιφάνεια που απαιτείται μπορεί και είναι διαθέσιμη.

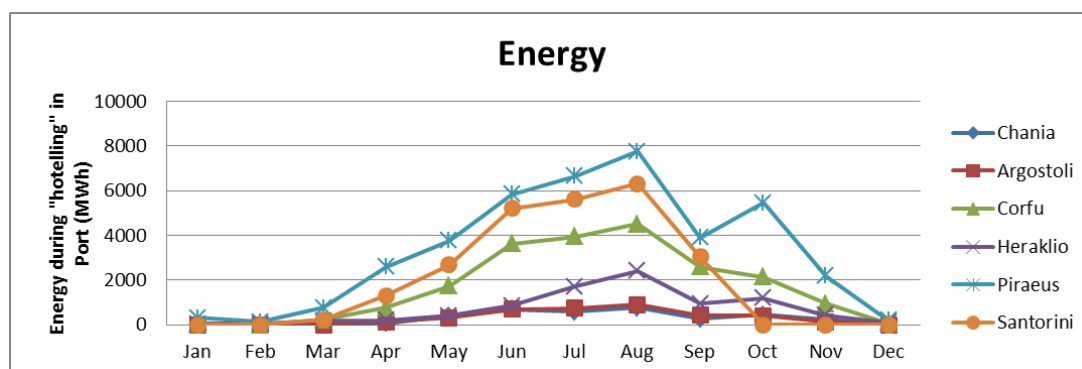
| Λιμάνι | Τύπος Α/Γ | Απαιτούμενη Ισχύς | Πλήθος Α/Γ | Δεσμευμένη Επιφάνεια (m ²) |
|------------------|--------------------|-------------------|------------|--|
| Χανιά / Ηράκλειο | Vestas V82 1,65 MW | 194,36 MW | 121 | 4.356 |
| Κεφαλονιά | Vestas V82 1,65 MW | 112,4 MW | 69 | 2.484 |
| Σαντορίνη | Vestas V82 1,65 MW | 1,32 MW | 1 | 36 |
| Κέρκυρα | Vestas V82 1,65 MW | 352,1 MW | 213 | 7.668 |
| Πειραιάς | Vestas V82 1,65 MW | 1.573,14 MW | 953 | 34.308 |

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

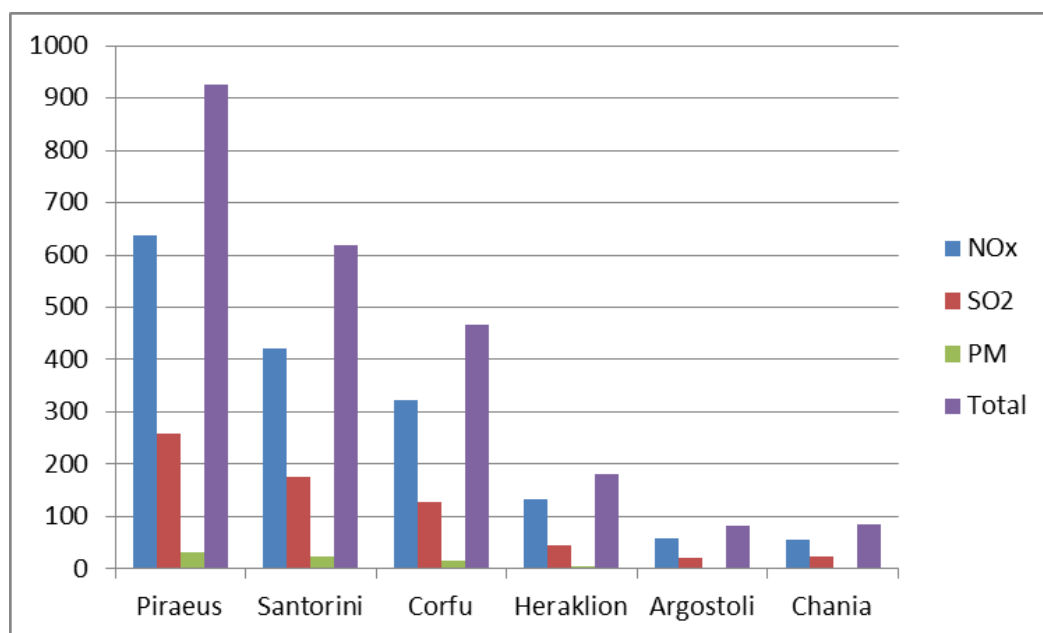
Στο παρακάτω γράφημα παρατηρούνται οι αφίξεις των κρουαζιερόπλοιων στη διάρκεια του έτους ανά λιμάνι. Το πρώτο χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου γραφήματος αφορά την αισθητή αύξηση των αφίξεων κατά τους θερινούς μήνες ενώ τους για τους υπόλοιπους μήνες παρατηρείται μια αισθητή μείωση των αφίξεων. Στα περισσότερα λιμάνια κατά τους χειμερινούς μήνες οι αφίξεις είναι σχεδόν μηδενικές. Εξάιρεση αποτελεί ο λιμένας του Πειραιά όπου οι περισσότερες αφίξεις εμφανίζονται κατά τον μήνα Οκτώβριο.



Στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται η συνολική ενέργεια που καταναλώνουν τα κρουαζιερόπλοια κατά την παραμονή τους στο αντίστοιχο λιμάνι. Στα λιμάνια με τις περισσότερες αφίξεις παρατηρείται και το μεγαλύτερο ποσό κατανάλωσης ενέργειας από τα κρουαζιερόπλοια. Τέλος κατά τους καλοκαιρινούς μήνες εμφανίζονται μεγαλύτερα ποσά ενέργειας λόγω των περισσότερων αφίξεων σε σύγκριση με τους υπόλοιπους μήνες.



Στο συγκεκριμένο γράφημα απεικονίζονται τα ποσά των ρύπων ανά λιμάνι. Το πρώτο χαρακτηριστικό του γραφήματος είναι ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση ρύπων εμφανίζεται στα λιμάνια τα οποία δέχονται τις περισσότερες αφίξεις κρουαζιερόπλοιων. Το πρώτο λιμάνι που εμφανίζονται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων είναι το λιμάνι του Πειραιά , δεύτερο το λιμάνι της Σαντορίνης , τρίτο το λιμάνι της Κέρκυρας ενώ μετά ακολουθούν τα λιμάνια του Ηρακλείου του Αργοστολίου και της Σούδας Χανίων. Το δεύτερο χαρακτηριστικό του γραφήματος είναι ότι η μεγαλύτερη ποσότητα από το σύνολο των ρύπων είναι τα οξείδια του αζώτου (NOX) σε μικρότερες ποσότητες εμφανίζεται το διοξείδιο του θείου (SO2) ενώ τέλος σε ελάχιστες ποσότητες σε σχέση με τους υπόλοιπους ρυπαντές εμφανίζονται τα αιωρούμενα σωματίδια καπνού (PM).



8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] <http://www.google.gr/intl/el/earth/>

[2] <http://www.energyregister.gr/xartis>

[3] https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%BF%CF%8D%CE%B4%CE%B1_%CE%A7%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CF%89%CE%BD

[4] <http://www.elime.gr/index.php/kefallonia>

[5] Ø. Buhaug, J. Corbett, J. Winebrake, A. Mjelde, D. Lee, S. Hanayama, H. Lindstad, C. P\aalsson, V. Eyring, and D. Lee, “Second IMO GHG study 2009 update of the 2000 GHG study: final report covering phrase 1 and prase 2,” Longdon Imo, 2009.

[6] “International Chamber of Shipping,” Wikipedia, the free encyclopedia. 23-Aug-2013.

[7] COLD IRONING COST EFFECTIVENESS port of Long Beach 925 harbor drive LongBeachReport 2004

[8] A Cold Ironing Study on Modern Ports, Implementation and Benefits Papoutsoglou, 2012

[9] <http://www.homerenergy.com/>

[10] A. MIOLA, V. PACCAGNAN, I MANNINO, A. MASARUTTO, A. PERUJO, M. TURVANI, “External costs of Transportation Case Study: Maritime Transport” JRC Scientific and Technical Reports, European Commission 2009, Institute for Environment and Sustainability

[11] ERNESTOS TZANNATOS (2010): Cost assessment of ship emission reduction methods at berth: the case of the Port of Piraeus, Greece, Maritime Policy &

Management: The flagship journal of international shipping and port research, 37:4, 427-445

[12]ERNESTOS TZANNATOS, “Ship emissions and their externalities for the port of Piraeus – Greece”, 15 October 2009

[13] <http://www.meteo.gr/meteoplus/index.cfm>

[14] <http://hoa.ntua.gr/stations/l/?&owner=6>

[15]<http://www.elime.gr/index.php/thira>

[16]<http://www.elime.gr/index.php/herakleion>

[17]<http://www.elime.gr/index.php/chania>

[18]<http://www.olp.gr/el/>

[19]<http://www.elime.gr/index.php/kerkyra>

[20]<http://www.deddie.gr/Documents2/MDN/PLIROFORIAKA%20DELTIA%202015/%CE%A0%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%9F%CE%A6%CE%9F%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%20%CE%94%CE%95%CE%9B%CE%A4%CE%99%CE%9F-2015%20MA%CE%AA%CE%9F%CE%A3%2003-07-2015.pdf>