



## ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

# ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΩΝ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ ΣΕΛΙΜΑ

*ΧΑΝΙΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ, 2024*



## ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

**Κατεύθυνση:** Μηχανικών Περιβάλλοντος

# ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΩΝ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ ΣΕΛΙΜΑ

### ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

Καθηγητής Θεοχάρης Τσούτσος (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Καθηγήτρια Διονυσία Κολοκοτσά

Καθηγητής Απόστολος Βουλγαράκης

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης

## Πρόλογος και ευχαριστίες

Στα πλαίσια των προπτυχιακών μου σπουδών και ολοκλήρωσης τους στη σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος με ειδίκευση Μηχανικού Περιβάλλοντος, είμαι στην ευχάριστη θέση να παρουσιάσω την ερευνητική μου διπλωματική εργασία. Προτού ξεκινήσω την παρουσία της έρευνας μου θα ήθελα να αποδώσω τις ευχαριστίες μου στα άτομα που στήριξαν την προσπάθεια μου.

Αρχικά θα ήθελα να αποδώσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την ανεκτίμητη στήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια φοίτησης μου.

Στην συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Θεοχάρη Τσούτσο για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια Διδάκτορα Γεωργία Σκινήτη η οποία ήταν πάντα στην διάθεση μου για οποιαδήποτε απορία και ανάγκη μου παρουσιάστηκε κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της εργασίας μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Δωδεκανήσου για τις απαραίτητες πληροφορίες που μου παρείχαν καθώς και την Azamara Cruises για τα καθοριστικά δεδομένα που μου προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς του φίλους μου, οι οποίοι στάθηκαν στο πλευρό σε κάθε δυσκολία.

## Πίνακας Συντομογραφιών

ΔΛΤΝΔ,	Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Νότιας Δωδεκανήσου
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΒΕ	Βοηθητική Ενέργεια
ΒΜ	Βοηθητικές Μηχανές
ΒΥ	Βοηθητική Ισχύς
ΠΕ	προωθητική ενέργεια
ΕΒΠ	Ενέργεια Βοηθητικής Προπέλας
ΞΕ	Ξενοδοχειακή Ενέργεια
ΚΕ	Κλιματιστική Ενέργεια
ΦΠ	Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο
ΦΣ	Φωτοβολταϊκό Σύστημα
ΚΖ	Κρουαζιερόπλοιο
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Λ-Κ	Σύστημα Λιμένα-Κρουαζιέρας
CI	Cold Ironing
ΤΜΗ	Τοπική Μονάδα Ηλεκτροπαραγωγής

## Περίληψη

Η παγκόσμια μετάβαση προς την πράσινη ναυτιλία έχει καταστεί εμφανής και αναπόφευκτο φαινόμενο τα τελευταία χρόνια, με τους λιμένες να αντιμετωπίζουν τις ουσιαστικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη διαχείριση της ναυτιλιακής βιομηχανίας από ενεργειακής σκοπιάς. Εμφανίζονται συνεχώς στρατηγικές αναβάθμισης ως προς την ενέργεια, προωθώντας τη βιώσιμη λειτουργία και επιδιώκοντας τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος, μέσω του μηδενισμού των εκπεμπόμενων ρύπων κυρίως από τα ελλιμενισμένα πλοία. Οι προσπάθειες αυτές αναθεωρούνται συνεχώς και ενσωματώνονται στους θεμελιώδεις όρους λειτουργίας, αναδεικνύοντας την ανάγκη για καινοτόμες πρακτικές και τεχνολογίες που θα διαμορφώσουν το μέλλον της ναυτιλιακής βιομηχανίας.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μελετήθηκε τόσο η μετατροπή ενός τουριστικού λιμένα σε έναν πιο φιλικό προς το περιβάλλον, με την μείωση των ρυπογόνων καυσαερίων όσο και στην ικανότητα να αποκτήσει αυτόνομη λειτουργία μέσω χερσαίας παροχής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια. Ερευνώντας και αξιολογώντας τις τρέχουσες μεθόδους για την εφαρμογή ποικίλων τεχνολογιών, των πηγών ενέργειας και την καταναλισκόμενη ενέργεια των ελλιμενισμένων κρουαζιερόπλοιων από ρεαλιστικά δεδομένα, εξετάστηκαν τέσσερα εναλλακτικά σενάρια μοντελοποίησης με την χρήση κατάλληλων λογισμικών. Ρυθμιστικό παράγοντα των σεναρίων αποτέλεσε, η επιλογή των χώρων χωροθέτησης και το μέγεθος του φωτοβολταϊκού συστήματος (ΦΣ), ο ενεργειακός συμψηφισμός της παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας με το τοπικό δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής (net-metering), ενώ κοινό παράγοντα συνιστά το σύστημα χερσαίας παροχής ενέργειας (cold ironing). Στη συνέχεια, τα σενάρια συγκρίθηκαν μεταξύ τους επιλέγοντας το περιβαλλοντικά και οικονομικά βέλτιστο, με μεγαλύτερη βαρύτητα στα περιβαλλοντικά κριτήρια. Έτσι το βέλτιστο σενάριο αποδείχθηκε ότι απαλλάσσει σχεδόν ολοκληρωτικά την λειτουργία του συστήματος λιμένα-κρουαζιέρας από τις συμβατικού τύπου πηγές ενέργειας, αντικαθιστώντας ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών με την παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια από το ΦΣ.

Επιπρόσθετα, οι εκπομπές του φαινομένου του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>), εξαλείφθηκαν σε τοπική κλίμακα μεταφέροντας τις εκπομπές των απαερίων από τις καπνοδόχους των κρουαζιερόπλοιων σε αυτές τις τοπικής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής. Ωστόσο αυτές οι εκπομπές έχουν μειωθεί σημαντικά, έως τον μηδενισμό τους, με την χρήση του ΦΣ. Τέλος ολοκληρώνοντας την μελέτη αυτή προτείνονται μερικές μελλοντικές ιδέες οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε ανάλογης κλίμακας λιμένες με συνδυασμό λειτουργίας κρουαζιέρας για την περεταίρω «πράσινη» αναβάθμισή τους.

## **Abstract**

The global transition to green shipping has become an obvious and inevitable phenomenon in recent years, with ports facing the substantial impact of climate change on the management of the shipping industry from an energy perspective. Energy upgrading strategies are constantly emerging, promoting sustainable operations and seeking to reduce the ecological footprint through the zero emission of pollutants from the ships in port. These efforts are continuously reviewed and incorporated into the fundamental operating conditions, highlighting the need for innovative practices and technologies that will shape the future of the shipping industry.

In this thesis, both the conversion of a tourist port into a more environmentally friendly one, with the reduction of polluting exhaust gases and the ability to acquire autonomous operation through land-based solar energy supply. By investigating and evaluating the current methods for the implementation of various technologies, energy sources, the amount of energy consumed by the docked cruise ships from realistic data, four different alternative modelling scenarios were examined using appropriate software. The regulating factor of the scenarios are, the choice of the siting sites and the size of the photovoltaic system (PS) siting, the energy offsetting of the produced-consumed energy with the local power grid (net-metering) while the common factor is the land-based energy supply system (cold ironing). The scenarios were then compared with each other, selecting the environmentally and economically optimal one, focusing more on the environmental criteria. Thus, the optimal scenario was shown to almost eliminate the operation of the port-cruise system completely from conventional energy sources by replacing a large part of the energy needs with the electricity generated by the PS.

In addition, greenhouse gas (CO<sub>2</sub>) emissions were eliminated on a local scale by transferring the exhaust emissions from the cruise ship smokestacks to the local power plant. However, these emissions have been significantly reduced, to the point of zero, using PS. Finally, concluding this study, some future ideas are proposed which can be applied to similar scale ports with a combination of cruise operation for their further "green" upgrading.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος και ευχαριστίες .....	4
Πίνακας Συντομογραφιών.....	5
Περίληψη .....	6
Abstract .....	7
1 Εισαγωγή.....	16
1.1 Παγκόσμια βιομηχανία κρουαζιέρας.....	16
1.2 Παγκόσμιοι και Ευρωπαϊκοί στόχοι για την ναυτιλία .....	17
1.3 Περιβαλλοντικές προτεραιότητες λιμένων .....	17
1.4 «Πράσινες» υπηρεσίες στη ναυτιλία.....	18
1.5 Η χερσαία παροχή ενέργειας (OPS).....	19
1.6 Η συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....	19
1.7 Πράσινη μετάβαση λιμένων κρουαζιέρας παγκοσμίως.....	20
1.7.1 Λιμάνι της Στοκχόλμης .....	20
1.7.2 Λιμάνι του Σιάτλ.....	20
1.7.3 Το λιμάνι του Πειραιά .....	21
1.8 Στόχος .....	21
1.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	21
2 Περιγραφή περίπτωσης μελέτης.....	24
2.1 Γενικές πληροφορίες για το λιμάνι.....	24
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	25
2.3 Δραστηριότητες στο χώρο του λιμένα .....	26
2.4 Ο ρόλος του λιμένος στην τοπική κοινωνία .....	27
2.5 Υπηρεσίες εξυπηρέτησης.....	28
2.6 Ενεργειακή κατάσταση Λιμένα .....	28
2.7 Πλοία της Azamara cruises .....	29



3	Μεθοδολογία .....	33
3.1	Αναφορά συστήματος μελέτης .....	33
3.2	Open Solar.....	33
3.3	JRC PVGIS.....	34
3.4	Ενεργειακό Μείγμα.....	34
3.5	Ανάλυση ενεργειακών απαιτήσεων .....	36
3.6	Περιγραφή ανάλυσης των εκπομπών καυσαερίου .....	39
3.6.1	Προέλευση από τα Κρουαζιερόπλοια .....	40
3.6.2	Προέλευση από την ΤΜΗ .....	41
3.7	Περιγραφή συστήματος.....	41
3.7.1	Σύστημα ανατροφοδότησης από την ξηρά (Cold Ironing) .....	41
3.7.2	Ενεργειακός συμψηφισμός (Net Metering) .....	41
3.7.3	Τεχνολογίες Συστήματος .....	41
3.7.4	Περιγραφή μοντέλου παραγωγής ενέργειας .....	45
3.8	Οικονομική ανάλυση .....	48
4	Αποτελέσματα .....	53
4.1	Παρουσίαση τρέχουσας κατάστασης του Λ-Κ .....	53
4.2	Σενάρια .....	58
4.2.1	Σενάριο 1: Προσθήκη συστήματος CI με πλήρη ενεργειακή κάλυψη από το δίκτυο	58
4.2.2	Σενάριο 2: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την μερική κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering (προτεινόμενος χώρος).....	60
4.2.3	Σενάριο 3: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την μερική κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering (Εκμετάλλευση όλου του χώρου) .....	63
4.3	Σενάριο 4: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την πλήρη κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering .....	66
4.4	Σύγκριση σεναρίων .....	69
5	Συμπεράσματα-Συζήτηση .....	74
5.1	Ανάλυση συμπερασμάτων .....	74

5.2	Μελλοντικές Προτάσεις .....	75
6	Βιβλιογραφία.....	76
7	Παραρτήματα.....	78

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 2.1 Ηλεκτρική κατανάλωση λιμένα 2022 (Πηγή: ΔΛΤΝΔ) .....	29
Πίνακας 3.1 Παραδοχές για την επεξεργασία των δεδομένων .....	38
Πίνακας 3.2 Ειδικός συντελεστής εκπομπών (Green Voyage 2050.imo.org) .....	40
Πίνακας 3.3 Ειδική κατανάλωση μαζούτ (Colarossi et al., 2023).....	40
Πίνακας 3.4 Applicable standards for cold ironing technology (Bakar et al., 2023) .....	42
Πίνακας 3.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος cold ironing.....	43
Πίνακας 3.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά ΦΠ (Jinko Solar) .....	44
Πίνακας 3.7 Οικονομικά στοιχεία εγκατάστασης ΦΠ.....	44
Πίνακας 3.8 Εμβαδά χώρων εγκατάστασης ΦΠ .....	45
Πίνακας 3.9 Ποσοστά τοποθέτησης ΦΠ επί στέγης και επί δαπέδου.....	45
Πίνακας 3.10 Είδη εσόδων/εξόδων.....	51
Πίνακας 4.1 Καταναλώσεις Onward.....	53
Πίνακας 4.2 Μηνιαίες καταναλώσεις των ΚΖ σε MWh.....	54
Πίνακας 4.3 Καταναλώσεις των πλοίων Azamara σε kWh/pass. ....	55
Πίνακας 4.4 Μηνιαίες εκπομπές CO <sub>2</sub> κρουαζιέρας σε tn.....	56
Πίνακας 4.5 Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Βασικού σεναρίου. ....	57
Πίνακας 4.6 Κυρίως αποτελέσματα ανάλυσης Σεναρίου 1 .....	59
Πίνακας 4.7 Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 2 .....	61
Πίνακας 4.8 Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 3 .....	64
Πίνακας 4.9 Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 4 .....	67
Πίνακας 4.10 Αποτελέσματα όλων των σεναρίων για την μεταξύ τους σύγκριση ως προς το είδος/οι του/ων συστήματος/ων λειτουργίας ,την παραγωγή ενέργειας, τα κόστη του συστήματος , την απόδοση της επένδυσης και τις εκπομπές του CO <sub>2</sub> .....	70
Πίνακας 4.11 Αποτελέσματα εσόδων/εξόδων/Τ.Ρ όλων των σεναρίων .....	71
Πίνακας 4.12 Πίνακας κέρδους μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα από την σύγκριση των social cost κάθε σεναρίου με αυτό της τρέχουσας κατάστασης.....	71
Πίνακας 7.1 Πρόγραμμα κρουαζιέρας τουριστικού λιμένα της Ρόδου 2022. (ΔΛΤΝΔ) ....	93
Πίνακας 7.2 Πρόγραμμα κρουαζιέρας τουριστικού λιμένα της Ρόδου 2023. (ΔΛΤΝΔ) ....	97

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

<b>Διάγραμμα 2.1</b> Ροή των επισκεπτών κρουαζιέρας για έτος 2022 (Πηγή: ΔΛΤΝΔ) .....	28
<b>Διάγραμμα 3.1</b> Ενεργειακό μείγμα της Ρόδου για το 2022. (ΔΕΔΔΗΕ, 2022) .....	35
<b>Διάγραμμα 3.2</b> Πλοία ανά χωρητικότητα και συχνότητα προσέγγισης λιμένα (Πηγή: ΔΛΤΝΔ).....	37
<b>Διάγραμμα 4.1</b> Μηνιαίες καταναλώσεις του ΚΖ-λιμένα κατά την τρέχουσα κατάσταση. .	55
<b>Διάγραμμα 4.2</b> Μηνιαία κατανομή εκπομπής CO <sub>2</sub> από Λ-Κ τρέχουσας κατάστασης.....	56
<b>Διάγραμμα 4.3</b> Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 1 .....	60
<b>Διάγραμμα 4.4</b> PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 2.....	62
<b>Διάγραμμα 4.5</b> Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο 2.....	62
<b>Διάγραμμα 4.6</b> Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 2 .....	63
<b>Διάγραμμα 4.7</b> PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 3.....	65
<b>Διάγραμμα 4.8</b> Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο .....	65
<b>Διάγραμμα 4.9</b> Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 3 .....	66
<b>Διάγραμμα 4.10</b> PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 4 .	68
<b>Διάγραμμα 4.11</b> Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο 4.....	68
<b>Διάγραμμα 4.12α</b> Ροές εσόδων/εξόδων για την επένδυση κάθε σεναρίου κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής του έργου.....	72
<b>Διάγραμμα 4.13β</b> Ροές εσόδων/εξόδων για την επένδυση κάθε σεναρίου κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής του έργου.....	73

## **Κατάλογος εξισώσεων**

<b>Εξίσωση 3.1</b> Ο εποχικός μέσος όρος ενεργειακής κατανάλωσης ελλιμενισμού για συγκεκριμένο τομέα.....	38
<b>Εξίσωση 3.2</b> Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια ΚΖ στον λιμένα. ....	39
<b>Εξίσωση 3.3</b> Συνολική ετήσια ενέργεια Λ-Κ. ....	39
<b>Εξίσωση 3.4</b> Μηνιαία κατανάλωση καυσίμου.....	40
<b>Εξίσωση 3.5</b> Μηνιαία εκπομπή CO <sub>2</sub> των ΒΜ.....	40
<b>Εξίσωση 3.6</b> Εκπομπές CO <sub>2</sub> από ΤΜΗ.....	41
<b>Εξίσωση 3.7</b> Παροχή ενέργειας στο δίκτυο.....	48
<b>Εξίσωση 3.8</b> Ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο .....	48
<b>Εξίσωση 3.9</b> Δείκτης LCC.....	48
<b>Εξίσωση 3.10</b> Καθαρή Παρούσα Αξία .....	49
<b>Εξίσωση 3.11</b> Περίοδος αποπληρωμής.....	50
<b>Εξίσωση 3.12</b> Περίοδος Προεξοφλημένης αποπληρωμής.....	50
<b>Εξίσωση 3.13</b> Εσωτερικός συντελεστής IRR .....	50
<b>Εξίσωση 3.14</b> Αρχικό κόστος επένδυσης .....	50
<b>Εξίσωση 3.15</b> Κέρδος μείωσης του εξωτερικού κόστους του CO <sub>2</sub> . ....	52

## Κατάλογος εικόνων

<b>Εικόνα 1.1</b> Περιβαλλοντικές προτεραιότητες από το 1996 έως το 2023 (ESPO,2023) ....	18
<b>Εικόνα 1.2</b> Τυπικό σύστημα για τη σύνδεση ενός πλοίου με το ρεύμα ξηράς όταν βρίσκεται στο λιμάνι. (Eikeland et al., 2020) .....	22
<b>Εικόνα 1.3</b> Συντονισμός μεταξύ cold ironing και συστήματος μικροδικτύου (Bakar et al., 2023).....	23
<b>Εικόνα 2.1</b> Δορυφορική εικόνα λιμένας.....	24
<b>Εικόνα 2.2</b> Οι δυο σωζόμενοι ανεμόμυλοι (Πηγή: culture.gov.gr).....	25
<b>Εικόνα 2.3</b> Πύργος των αγγέλων (Πηγή: tourism.rhodes.gr) .....	26
<b>Εικόνα 2.4</b> Στα αριστερά οι θέσεις ελλιμενισμού του τουριστικού λιμένα και στα δεξιά οι βοηθητικές θέσεις της Ακαντιάς. (Πηγή: OT.gr).....	27
<b>Εικόνα 2.5</b> Journey ελλιμενισμένο στη Ρόδο. (Scheepvaartwest.be) .....	30
<b>Εικόνα 2.6</b> Quest ελλιμενισμένο στη Ρόδο. (Scheepvaartwest.be) .....	31
<b>Εικόνα 2.7</b> Pursuit ελλιμενισμένο στη Ρόδο (commons.wikimedia.org) .....	31
<b>Εικόνα 2.8</b> Onward ελλιμενισμένο στη Ρόδο (Vesselfinder.com) .....	32
<b>Εικόνα 3.1</b> Παρουσίαση της καρτέλας electricity usage .....	33
<b>Εικόνα 3.2</b> Παρουσίαση περιβάλλοντος σχεδιασμού .....	34
<b>Εικόνα 3.3</b> Γράφημα ενεργειακού μείγματος και εκπομπές CO <sub>2</sub> προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΑΠΕΕΠ, 2020) .....	36
<b>Εικόνα 3.4</b> Εξοπλισμός και συνδεσμολογία της εγκατάστασης cold ironing (Bakar et al., 2023).....	43
<b>Εικόνα 3.5</b> Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων (Ξενάκης, 2012).....	46
<b>Εικόνα 3.6</b> Διάγραμμα σχέσης u/a με το φ (Ξενάκης, 2012).....	47
<b>Εικόνα 7.1</b> Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 2,3,4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι) .....	81
<b>Εικόνα 7.2</b> Χωροθέτηση ΦΠ για τα σενάρια 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι) .....	82
<b>Εικόνα 7.3</b> Χωροθέτηση ΦΠ για τα σενάρια 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι) .....	82
<b>Εικόνα 7.4</b> Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο(Τουριστικό λιμάνι) .....	83

<b>Εικόνα 7.5</b> Χωροθέτηση για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι) .....	83
<b>Εικόνα 7.6</b> Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι) .....	84
<b>Εικόνα 7.7</b> Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι) .....	84
<b>Εικόνα 7.8</b> Υποδειγματικοί χώροι από το ΔΛΤΝΔ για την εγκατάσταση του ΦΣ.....	85

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Παγκόσμια βιομηχανία κρουαζιέρας

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, ο τομέας του τουρισμού έχει συνεισφέρει σημαντικά στα έσοδα, με την παγκόσμια ζήτηση για κρουαζιέρες να αποτελεί κύριο παράγοντα. Πολλές χώρες περιλαμβάνουν πλέον την κρουαζιέρα στα σχέδια τους ως κλειδί για την τουριστική ανάπτυξη (UNWTO, 2020). Τα κρουαζιερόπλοια προσφέρουν στους τουρίστες την ευκαιρία να επισκεφθούν μεγάλα λιμάνια και να εξοικειωθούν με διάφορους πολιτισμούς. Ο τομέας αυτός αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικούς παράγοντες της παγκόσμιας οικονομίας, προωθώντας την ανάπτυξη και την εξέλιξη των χωρών. Πριν από την έναρξη της πανδημίας COVID-19, ο τομέας της κρουαζιέρας αναπτύσσονταν με αξιοσημείωτους ρυθμούς, επηρεάζοντας θετικά την ναυτιλία και τον τουρισμό. Κατά τη διάρκεια των ετών 2015-2019, ο αριθμός των κρατήσεων και εισιτηρίων στις τρεις μεγαλύτερες εταιρείες κρουαζιέρας (Carnival Corporation, Norwegian Cruise Lines Holdings Ltd και Royal Caribbean Group) σημείωνε σταθερή ανοδική τάση. Αυτό παρά το γεγονός ότι το μερίδιο αγοράς τους μειωνόταν λόγω του ανταγωνισμού από νέες εταιρείες κρουαζιέρας. Παρά την πρόκληση που αντιμετώπισε από την πανδημία, ο κλάδος της κρουαζιέρας απέδειξε την ανθεκτικότητά του, με την επαναφορά των επιχειρήσεων από τον Ιούλιο του 2020. Όπως αναμενόταν οι αριθμοί των επιβατών ανέκαμψαν για το 2023, υπερβαίνοντας τα επίπεδα του 2019. Γενικά, προβλέπεται ότι οι αριθμοί των επιβατών θα αυξηθούν κατά πάνω από 12% έως το τέλος του 2026, συμβάλλοντας στην ανάκαμψη του τομέα μετά από την πανδημία. (Chrysafis et al., 2024)

Ο τουρισμός κρουαζιέρας αντιμετωπίζεται ως ένα αμφιλεγόμενο φαινόμενο για τους τοπικούς προορισμούς. Από τη μία πλευρά, η άφιξη μεγάλου αριθμού τουριστών μέσω των κρουαζιερόπλοιων θεωρείται ως ένα ελκυστικό οικονομικό κίνητρο για αυτούς τους προορισμούς. Από την άλλη πλευρά, όμως, οι αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις που συνδέονται με τις κρουαζιέρες, όπως η ρύπανση του νερού και του αέρα, ο υπερπληθυσμός, και η αυξημένη πίεση στις τοπικές κοινότητες και τα οικοσυστήματα, έχουν οδηγήσει σε ανησυχίες και ερωτήματα σχετικά με τις πρακτικές της κρουαζιέρας στους προορισμούς. Η ανάπτυξη του τουρισμού κρουαζιέρας έχει επομένως επισημανθεί ως πρόκληση για τη βιωσιμότητα των προορισμών κρουαζιέρας. Παρόλο που η έννοια της βιωσιμότητας στον τουρισμό παραμένει υπό συζήτηση, οι αρνητικές επιπτώσεις των κρουαζιέρων έχουν ενισχύσει την ανάγκη για προσεκτική διαχείριση και αειφορικές πρακτικές. Είναι σημαντικό να επικεντρωθούμε σε λύσεις που προάγουν την ισορροπημένη σχέση μεταξύ τουρισμού και βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κρουαζιερόπλοιων, την ανάπτυξη προγραμμάτων ευαισθητοποίησης για τους τουρίστες και τις τοπικές κοινότητες, καθώς και τη συνεργασία με τους φορείς της κοινότητας για την αποτελεσματική διαχείριση του τουρισμού κρουαζιέρας. (Heemstra et al., 2023)

Σύμφωνα με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO), οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από το σύνολο του ναυτιλιακού τομέα έχουν αυξηθεί από 977 εκατομμύρια τόνους το 2012 σε 1076 εκατομμύρια τόνους το 2018, παρουσιάζοντας αύξηση 9,6%. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα παραδοσιακά πλοία είναι εξοπλισμένα



με δύο διαφορετικούς τύπους κινητήρων. Τις κύριες μηχανές του πλοίου, και τις βοηθητικές που χρησιμοποιούνται για την παροχή συνεχούς ισχύος κατά τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών και συστημάτων του πλοίου, γνωστών ως "ξενοδοχειακές δραστηριότητες". Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν τον κλιματισμό, το φωτισμό, τους ανεμιστήρες, τις συσκευές επικοινωνίας, τα συστήματα συναγερμού και τους χώρους διαβίωσης του πληρώματος. Κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού ενός πλοίου, οι κύριες μηχανές είναι απενεργοποιημένες, ενώ οι βοηθητικές συνεχίζουν να λειτουργούν για την εξασφάλιση των υπηρεσιών. Αυτές οι βοηθητικές γεννήτριες, που συνήθως χρησιμοποιούν κύρια μηχανή ντίζελ και γεννήτρια, εκπέμπουν σημαντικές ποσότητες ατμοσφαιρικών ρύπων. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι πιο επιβλαβές, ιδίως όταν τα λιμάνια βρίσκονται κοντά σε αστικές περιοχές. Συνολικά, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις θαλάσσιες μεταφορές αναδεικνύεται ως απαραίτητη για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κλάδου. (Colarossi et al., 2023)

## **1.2 Παγκόσμιοι και Ευρωπαϊκοί στόχοι για την ναυτιλία**

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση προτίθεται να αυξήσει τους στόχους της για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Για τον τομέα των μεταφορών, θέτει στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου κατά 90% έως το 2050. Ως εκ τούτου, η ναυτιλία έχει ολοένα και περισσότερο στο προσκήνιο την ΕΕ, αλλά και από τη Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO). Ο IMO στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά "τουλάχιστον 50% έως το 2050 σε σύγκριση με το 2008". Η ΕΕ απαιτεί στην οδηγία 2018/410/ΕΕ ότι "η διεθνής ναυτιλία συμβάλλει το δίκαιο μερίδιό της στις προσπάθειες για την επίτευξη του στόχου" της Συμφωνίας των Παρισίων. Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού τομέα των μεταφορών, το 11,2% του εκπομπών προέρχεται από τη ναυτιλία, με 142 εκατ. τόνους CO<sub>2</sub> το 2018 που αναφέρθηκαν στο σχέδιο παρακολούθησης, υποβολής αναφορών και επαλήθευσης (MRV2) της ΕΕ. Ο αναμενόμενος τριπλασιασμός της ζήτησης για τη ναυτιλία από το 2015 έως το 2050 ,οδηγεί αναπόφευκτα σε μια ολιστική κλιματική στρατηγική.(Stolz et al., 2021)

## **1.3 Περιβαλλοντικές προτεραιότητες λιμένων**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η επικαιροποίηση των 10 κορυφαίων περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων των Ευρωπαϊκών λιμενικών αρχών, οι οποίες παρακολουθούνται από το 1996. Οι 10 κορυφαίες σε κατάταξη προτεραιότητες, είναι ζωτικής σημασίας για τον λιμενικό τομέα και για άλλους ενδιαφερόμενους φορείς, δεδομένου ότι δείχνει ποιες είναι οι προτεραιότητες των ίδιων των λιμένων όσον αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι περιβαλλοντικές προτεραιότητες ενημερώνουν επίσης το έργο της ESPO, καθοδηγώντας τη συνηγορία και τις προσπάθειες ανάπτυξης ικανοτήτων μεταξύ ευρωπαϊκών λιμένων. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται στην **Εικόνα 1.1** δείχνουν τις περιβαλλοντικές προτεραιότητες των ευρωπαϊκών λιμένων το 2023 μαζί με τα αποτελέσματα των προηγούμενων ετών.

Η κλιματική αλλαγή με το πέρασμα του χρόνου έχει ανέβει στην κατάταξη των προτεραιοτήτων από το 2017 που εμφανίστηκε για πρώτη φορά. Το 2022 έγινε η κορυφαία περιβαλλοντική ανησυχία του τομέα και παρέμεινε εκεί το 2023. Η ποιότητα του αέρα, η οποία αποτελούσε την πρώτη προτεραιότητα για τους λιμένες από το 2013 έως το

2021, συνεχίζει να βρίσκεται στη δεύτερη θέση το 2023. Η ποιότητα του αέρα είναι ένα κρίσιμο ζήτημα που επικεντρώνεται στην κατάσταση του αέρα στο περιβάλλον μας, ιδίως όσον αφορά την σύνθεση του και την παρουσία ρύπων. Οι εκπομπές στον αέρα παράγονται κυρίως από τα πλοία, αλλά και από τις λιμενικές λειτουργίες. Η ενεργειακή απόδοση, η οποία επίσης συνδέεται στενά με την κλιματική αλλαγή, παραμένει το τρίτο ζήτημα με την υψηλότερη προτεραιότητα. Η ενεργειακή απόδοση αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης λιγότερης ενέργειας για την επίτευξη του ίδιου ή βελτιωμένου επιπέδου παραγωγής ή υπηρεσίας. [ESPO,2023]

	1996	2004	2009	2013	2019	2020	2021	2022	2023
1	Port development (water related)	Garbage/ Port waste	Noise	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality	Climate change	Climate change
2	Water quality	Dredging: operations	Air quality	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Climate change	Climate change	Air quality	Air quality
3	Dredging disposal	Dredging disposal	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Climate change	Energy efficiency	Energy efficiency	Energy efficiency	Energy efficiency
4	Dredging operations	Dust	Dredging operations	Noise	Noise	Noise	Noise	Noise	Noise
5	Dust	Noise	Dredging disposal	Ship waste	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Water quality	Water quality
6	Port development (land related)	Air quality	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Ship waste	Ship waste	Water quality	Relationship with the local community	Ship waste
7	Contaminated land	Hazardous cargo	Energy consumption	Dredging operations	Garbage/ Port waste	Water quality	Ship waste	Ship waste	Relationship with the local community
8	Habitat loss/ degradation	Bunkering	Dust	Dust	Port development (land related)	Garbage/ Port waste	Dredging operations	Garbage/ Port waste	Port development (land related)
9	Traffic volume	Port Development (land related)	Port development (water related)	Port development (land related)	Dredging operations	Dredging operations	Port development (land related)	Port development (land related)	Garbage/ Port waste
10	Industrial effluent	Ship discharge (bilge)	Port development (land related)	Water quality	Water quality	Port development (land related)	Garbage/ Port waste	Dredging operations	Port Development (water related)

**Εικόνα 1.1** Περιβαλλοντικές προτεραιότητες από το 1996 έως το 2023 (ESPO,2023)

#### 1.4 «Πράσινες» υπηρεσίες στη ναυτιλία

Οι λιμένες δεν αποτελούν μόνο περιοχές όπου συγκεντρώνονται οι εκπομπές από θαλάσσιες και βιομηχανικές δραστηριότητες, αλλά μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως κέντρα μείωσης του οικολογικού αποτυπώματος της ναυτιλίας και άλλων εμπλεκόμενων

φορέων, προωθώντας φιλόδοξες πολιτικές για την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές, καθώς επίσης, δίνοντας το παράδειγμα καλών πρακτικών.

Η παροχή πράσινων υπηρεσιών στη ναυτιλία αποτελεί ένδειξη των προσπαθειών που καταβάλλουν τα λιμάνια για την ενθάρρυνση της πράσινης ναυτιλίας και δημιουργεί ευκαιρίες για τους λιμένες να αντιμετωπίσουν τις δέκα κορυφαίες περιβαλλοντικές προτεραιότητες. Οι περιβαλλοντικές εκθέσεις της Ένωσης Λιμένων της Ευρώπης (ESPO) παρακολουθούν τρεις βασικές πράσινες υπηρεσίες:

I. Την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλοία ενώ βρίσκονται στο λιμένα (OPS)

II. Την παροχή εγκαταστάσεων δεξαμενισμού για υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG)

III. Την παροχή λιμενικών τελών με περιβαλλοντικές παραμέτρους, ανταμείβοντας τα πλοία που είναι σύμφωνα με τα νομικά πρότυπα για την προστασία του περιβάλλοντος. (ESPO, 2023)

### **1.5 Η χερσαία παροχή ενέργειας (OPS)**

Η Χερσαία Παροχή Ρεύματος (OPS) προσφέρει στα πλοία τη δυνατότητα σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και την απενεργοποίηση των βοηθητικών μηχανών τους κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού. Η OPS έχει αναγνωριστεί ως μια εξαιρετικά αποτελεσματική λύση για τη μείωση των εκπομπών καυσαερίου, των αιωρούμενων σωματιδίων, της ηχορύπανσης και των δονήσεων κατά τον ελλιμενισμό. Η σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο επιτρέπει στα πλοία να εξαλείψουν αυτούς τους ρύπους, με θετικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Για να επιτευχθούν τα μέγιστα περιβαλλοντικά οφέλη, είναι σημαντικό η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται μέσω του OPS να προέρχεται κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι συχνά βασίζεται σε εθνικά δίκτυα, οι λιμενικές αρχές επιδιώκουν να δώσουν προτεραιότητα, όπου είναι δυνατόν, στην εξέταση τόσο ηλιακών όσο και αιολικών πηγών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του OPS.

Ενώ οι ηλιακοί πόροι είναι σημαντικοί, αξίζει να δοθεί ειδική προσοχή στους αιολικούς πόρους, καθώς προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες για την παραγωγή καθαρής ενέργειας. (ESPO, 2023)

### **1.6 Η συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Η ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα των λιμενικών οργανισμών έχει ενισχύσει σημαντικά στην βιωσιμότητα και την αειφορία των λιμένων. Είναι πολλά τα είδη των ΑΠΕ τα οποία μπορούν αξιοποιηθούν εφαρμόζοντας τα αντίστοιχα συστήματα σε ένα λιμένα.

- **Ηλιακή ενέργεια:** Με την εγκατάσταση των ΦΣ σε κτήρια, περιοχές κοντά στο λιμάνι ή σε κατασκευές (χώροι στάθμευσης) παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο.
- **Αιολική Ενέργεια:** Χερσαία η θαλάσσια αιολικά πάρκα κοντά στο λιμάνι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο.
- **Κυματική ενέργεια:** Το ενεργειακό δυναμικό της κυματικής κίνησης εκμεταλλεύεται από σύστημα μετατροπής ενέργειας σε ηλεκτρική.

- Βιομάζα: Η βιομάζα (απόβλητα τροφίμων και λύματα) που παράγεται επί των πλοίων ή εντός των λιμενικών εγκαταστάσεων θα αποθηκεύεται στον λιμένα και θα χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία ενός βιοαποικοδομητή στη στεριά (Buonomano et al., 2023)

## **1.7 Πράσινη μετάβαση λιμένων κρουαζιέρας παγκοσμίως**

### **1.7.1 Λιμάνι της Στοκχόλμης**

Στο λιμάνι της Στοκχόλμης προχωρούν σε επενδύσεις για την κατασκευή ενός συστήματος τροφοδοσίας από ξηρά (OPS) σε δύο προβλήτες, τοποθετημένο στο κέντρο της πόλης, με σκοπό να προσφέρουν σύνδεση ρεύματος από ξηρά στα κρουαζιερόπλοια. Με αυτήν την πρωτοβουλία, το λιμάνι της Στοκχόλμης θα γίνει το πρώτο λιμάνι στη Σουηδία που θα παρέχει ηλεκτρική σύνδεση στα κρουαζιερόπλοια κατά τη διάρκεια της παραμονής τους. Αυτή η πρωτοβουλία ανοίγει τον δρόμο για τα κρουαζιερόπλοια και τις ναυτιλιακές εταιρείες, να συνδέονται σε ηλεκτρική ενέργεια σύμφωνα με ένα κοινό διεθνές πρότυπο σε όλους τους διαφορετικούς λιμένες. Η συνεργασία επεκτείνεται και σε άλλους λιμένες της Βαλτικής Θάλασσας, όπως οι λιμένες της Κοπεγχάγης, του Άαρχου και του Ελσίνκι. Ο στόχος είναι να ενθαρρυνθούν περισσότερες ναυτιλιακές εταιρείες να επενδύσουν σε πλοία εξοπλισμένα με τη δυνατότητα σύνδεσης σε ηλεκτρική ενέργεια ξηράς. Με τη χρήση του ηλεκτρικού δικτύου τοπικά, τα κρουαζιερόπλοια μπορούν να απενεργοποιούν τις μηχανές τους, μειώνοντας σημαντικά τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Εκτιμάται ότι τουλάχιστον 6.000 τόνοι εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα εξοικονομηθούν ετησίως από τις νέες εγκαταστάσεις. (ESPO 2023)

### **1.7.2 Λιμάνι του Σιάτλ**

Το Λιμάνι του Σιάτλ κατευθύνεται προς τον δρόμο της ανάδειξης ως το πιο πράσινο λιμάνι στη Βόρεια Αμερική, με στόχο την σταδιακή εξάλειψη των εκπομπών που συνδέονται με το λιμάνι έως το 2050. Καθώς ο τοπικός κλάδος των κρουαζιερόπλοιων αναπτύσσεται, το λιμάνι αναγνωρίζει την ευθύνη του και τη σημασία της ισορροπημένης σύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης με τη βιωσιμότητα. Το Λιμάνι του Σιάτλ υιοθετεί τη χρήση ενέργειας ξηράς ως κύρια περιβαλλοντική στρατηγική για τη μείωση των κλιματικών και ατμοσφαιρικών εκπομπών από τα κρουαζιερόπλοια κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού τους στο Σιάτλ. Κάθε φορά που ένα κρουαζιερόπλοιο ελλιμενίζεται στο Σιάτλ, χρειάζονται κατά μέσο όρο 10 ώρες για το ξεφόρτωμα επισκεπτών, τη φόρτωση προμηθειών, την υποδοχή νέων επισκεπτών και την προετοιμασία για τον επόμενο απόπλου. Κατά τη διάρκεια της διαμονής τους στον προβλήτα, τα πλοία εξακολουθούν να χρειάζονται ενέργεια για τον φωτισμό, τη ψύξη των τροφίμων, τη λειτουργία του εξοπλισμού και την παροχή άλλων υπηρεσιών στο πλοίο. Η σύνδεση σε ρεύμα ξηράς επιτρέπει στα κρουαζιερόπλοια να χρησιμοποιούν καθαρή, χερσαία ηλεκτρική ενέργεια και να απενεργοποιούν τις μηχανές ντίζελ κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού. Ως αποτέλεσμα, κάθε πλοίο που συνδέεται μπορεί να μειώσει τις εκπομπές ντίζελ κατά 80% και τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 66% κατά μέσο όρο. (portofSeattle.org)

### 1.7.3 Το λιμάνι του Πειραιά

Το λιμάνι του Πειραιά, λόγω της ηγετικής του θέσης στην περιοχή της Μεσογείου και του κρίσιμου ρόλου του στον Ευρωπαϊκό χώρο, βρίσκεται σε συνεχή διαδικασία ανάπτυξης. Η ανάπτυξη αυτή εναρμονίζεται με τις αρχές της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ο Οργανισμός Λιμένος Πειραιώς (ΟΛΠ) διακρίνεται ως λιμάνι "EcoPort" και είναι μέλος του Ευρωπαϊκού Δικτύου Λιμένων με το καθεστώς "Ecoports status". Από το 2004, ο ΟΛΠ εφαρμόζει μια πιστοποιημένη περιβαλλοντική διαχείριση, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Σύστημα PERS (Port Environmental Review System) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Λιμένων (ESPO). Στα πλαίσια της εφαρμογής του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης PERS, η ΟΛΠ ΑΕ έχει αναπτύξει και υλοποιεί μια συγκεκριμένη περιβαλλοντική πολιτική. Ενεργεί επίσης με διαρκή καταγραφή των περιβαλλοντικών παραμέτρων που σχετίζονται με τις δραστηριότητές του. Παράλληλα, δεσμεύεται για τη συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής του απόδοσης, ακολουθώντας τα Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα. Στόχος του είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η διατήρηση των φυσικών πόρων για τις επόμενες γενιές. (Olp.gr)

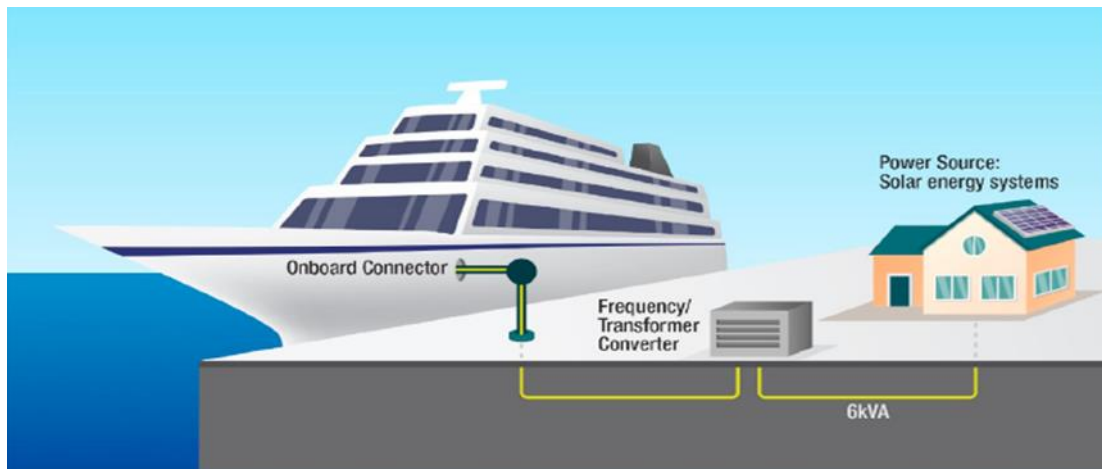
### 1.8 Στόχος

Η ύπαρξη των νησιωτικών συμπλεγμάτων στην Ελλάδα αναπόφευκτα έδωσε το έναυσμα για την εξοικείωση με την ναυτιλία, η οποία ανέκαθεν αποτελούσε σημαντικό κομμάτι για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Παράλληλα η σύμπραξη της ναυτιλίας με τον τουρισμό έχει αποδώσει μεγάλα οφέλη στην εθνική οικονομία, στην απασχόληση και στα δημοσιονομικά έσοδα. Η ανάγκη για σύνδεση της νησιωτικής Ελλάδας με την ηπειρωτική για την μετακίνηση πολιτών, εμπορευμάτων, επισκεπτών, δημιούργησε την ευκαιρία για κατασκευή λιμένων σε όλη την επικράτεια. Η πλειοψηφία των λιμένων στην Ελλάδα απαρτίζεται από μικρά λιμάνια λόγω της πληθώρας των νησιών. Την τουριστική περίοδο, που διαφέρει από αυτή της θερινής διότι καταλαμβάνει περισσότερους μήνες από αυτή της θερινής περιόδου, το οικολογικό αποτύπωμα της κρουαζιέρας στους λιμένες γίνεται ολοένα και μεγαλύτερο. Η μελέτη αυτή αναφέρεται σε μικρής κλίμακας λιμάνια, όπως για παράδειγμα σε ένα μεγάλο νησί, στα οποία διενεργείται υψηλών ενεργειακών απαιτήσεων κρουαζιέρα. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός μοντέλου που θα αξιοποιεί τις ενεργειακές καταναλώσεις ενός μικρού τουριστικού λιμένα και των ελλιμενισμένων κρουαζιερόπλοιων με σκοπό την επίτευξη της δυναμικής ενεργειακής αυτονομίας του συστήματος λιμένα-κρουαζιέρας (Λ-Κ) με το υβριδικό σύστημα χερσαίας παροχής ενέργειας από το δίκτυο και από ΑΠΕ (ηλιακή ενέργεια). Παράλληλα επιδιώκεται με αυτό το μοντέλο η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και η βελτίωση της οικονομικής κατάστασης του λιμένα.

### 1.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Αρχικά, στο ερευνητικό άρθρο του ο συγγραφέας Ο. Eikeland παρουσιάζεται μία αξιολόγηση για τις δυνατότητες απόκτησης ενέργειας από φωτοβολταϊκά ΦΠ για την κάλυψη των κρουαζιερόπλοιων (ΚΖ) στο λιμάνι του Τρόσμο της Δανίας. Το μοντέλο βασίζεται στην κατανόηση της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας των ΚΖ στο λιμάνι του Τρόσμο κατά την διάρκεια της μέρας και του έτους. Χρησιμοποιώντας το ArcGIS δημιουργείται ένας ηλιακός χάρτης υψηλής ανάλυσης που απεικονίζει την δυναμικότητα

των ηλιακών πόρων. Προσομοιώθηκε περεταίρω η παραγωγή ενέργειας από ΦΠ χρησιμοποιώντας το λογισμικό PVsyst και η εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας από αυτά συνδυάζεται με την ενεργειακή ζήτηση των ελλιμενισμένων ΚΖ έτσι ώστε να τροφοδοτηθούν από το σύστημα αυτό. (Eikeland et al., 2020)



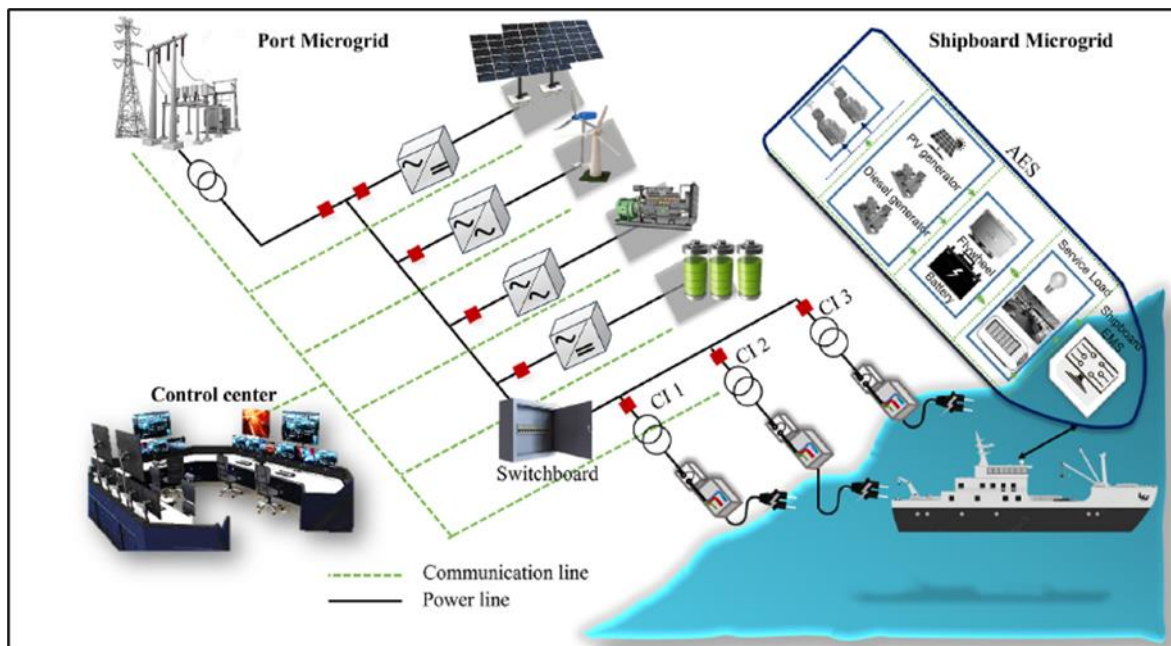
**Εικόνα 1.2** Τυπικό σύστημα για τη σύνδεση ενός πλοίου με το ρεύμα ξηράς όταν βρίσκεται στο λιμάνι. (Eikeland et al., 2020)

Ο D. Colarossi προτείνει μία ανάλυση βασιζόμενη στην αξιολόγηση των εκπεμπόμενων ρύπων σε ένα μικρομεσαίο λιμάνι για περίοδο ενός έτους. Κίνητρο της συγκεκριμένης ανάλυσης αποτέλεσαν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τα πλοία στα λιμάνια την ώρα που αυτά βρίσκονται κοντά σε αστικές περιοχές και από τα κοντινά κτίρια όπου η ρύπανση προκαλείται από τα συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Το συγκεκριμένο μοντέλο που παρουσιάζει εφαρμόζεται στο λιμάνι της Ανκόνα που βρίσκεται στην ανατολική ακτή, στην κεντρική Ιταλία στο οποίο παρουσιάζεται μεγάλη θαλάσσια κυκλοφορία πορθμειακών πλοίων και μία μικρή παρουσία κρουαζιέρων. Αναλύει τον τρόπο υπολογισμού ενεργειακής ζήτησης των ΚΖ και των κτιρίων. Στην συνέχεια μελετώνται άμεσες λύσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης για την μείωση των εκπομπών με χερσαία ηλεκτρική τροφοδοσία του τερματικού σταθμού με σενάρια συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), ΦΣ και συνδυασμό αυτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί για όλους τους τύπους των πλοίων και σε οποιοδήποτε άλλο λιμάνι. (Colarossi et al., 2023)

Ο A. Merkel αναλύει το σύστημα ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) από οικονομικής άποψης. Εντοπίζεται σε ένα σημείο της μελέτης μία σημαντική αναφορά η οποία εξηγεί πως το εξωτερικό κόστος στην ναυτιλία μπορεί να γίνει εσωτερικό κόστος σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση με σκοπό την προώθηση του συστήματος χερσαίας προώθησης ξηράς στους λιμένες. Η παρούσα μελέτη χρησιμοποιεί ένα σχετικά απλό πλαίσιο μοντελοποίησης για να αναλύει κατά πόσο οι δημόσιες επενδύσεις στην ανάπτυξη ενέργειας ξηράς θα μπορούσαν να είναι κοινωνικοοικονομικά επωφελείς. (Merkel et al., 2023)

Ο N. Bakar στα πλαίσια της απαλλαγής των λιμένων από τις ανθρακούχες εκπομπές και τη μετάβαση σε ένα λιμάνι πιο φιλικό προς το περιβάλλον αναλύει περισσότερο την

τεχνολογία της ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) αξιολογώντας παλαιότερες μελέτες με σκοπό να καλύψει το χάσμα που υπάρχει σε παλαιότερες έννοιες της τεχνολογίας με τις υφιστάμενες πρακτικές. Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα μελέτη εξετάζει τις οικονομικές πτυχές και τις εκπομπές από τη οπτική των διαχειριστών των λιμένων και των ναυτιλιακών εταιρειών που ενεργούν ως τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη στην καθιέρωση του CI. Η αξιολόγηση αποσκοπεί στο να παρακινήσει τους ενδιαφερόμενους φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας να εντοπίσουν τις ελλείψεις και να επιδιώξουν ένα βελτιωμένο πλαίσιο. Ακόμα εξετάζεται ένας συνδυασμός ηλεκτροδότησης του CI και ενός μικροδικτύου για την επίτευξη της ουδετερότητας των εκπομπών. Μια αναπαράσταση του μικροδικτύου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. ( Bakar et al., 2023)



**Εικόνα 1.3** Συντονισμός μεταξύ cold ironing και συστήματος μικροδικτύου (Bakar et al., 2023)

Ο Ε. Vichos έκανε μία εξίσου σημαντική έρευνα που αποσκοπεί στην μετατροπή ενός παραδοσιακού λιμένα σε βιώσιμο, εκμηδενίζοντας τις εκπομπές του ανθρακικού αποτυπώματος. Πιο συγκεκριμένα σε αυτή την μελέτη εξετάζεται η ενσωμάτωση του συστήματος ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) για την μείωση των εκπομπών που προκαλείται από την λειτουργία των βοηθητικών μηχανών των σκαφών ελλιμενισμού. Έχοντας ως περίπτωση μελέτης το λιμάνι του Αδάμαντα στη Μήλο, διεξήχθη συλλογή και ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων για την δημιουργία και αξιολόγηση του ενεργειακού προφίλ του λιμένα. Αφού μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν οι τρέχουσες στρατηγικές και τεχνολογίες, δεκατρία σενάρια σχεδιάστηκαν, προσομοιώθηκαν και αξιολογήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού HOMER PRO. Για κάθε σενάριο, η αυτονομία του λιμένα εξασφαλίζεται με την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και την αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας σε ένα σύστημα αποθήκευσης υδρογόνου. Τέλος, η έρευνα αυτή αναδεικνύει τη δυνατότητα των μικρών λιμένων να υιοθετήσουν την τεχνολογία ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) και να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση μέσω ενός συστήματος ανανεώσιμου υδρογόνου. (Vichos et al., 2022)



## 2 Περιγραφή περίπτωσης μελέτης

### 2.1 Γενικές πληροφορίες για το λιμάνι

Το τουριστικό λιμάνι της Ρόδου αποτελεί ένα από τα τέσσερα κύρια λιμάνια της περιοχής, με πληθυσμό 124.851 κατοίκων, σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2022, και βρίσκεται στην βορειοανατολική πλευρά του νησιού. Αξίζει να αναφερθεί ότι λειτουργεί κάτω από την διαχείριση και εκμετάλλευση του Δημοτικού Λιμενικού Ταμείου Νότιας Δωδεκανήσου, δέχεται περίπου 400-500 προσεγγίσεις κρουαζιερόπλοιων το χρόνο και πάνω από 550.000 επισκέπτες, ενώ από τον Ιούνιο του 2012 λειτουργεί και ως Home Port<sup>1</sup>. Ο λιμένας διαθέτει εγκεκριμένα σχέδια Ασφάλειας Λιμενικών Εγκαταστάσεων που αποτελούνται από νομοθετικές ρυθμίσεις του κώδικα ISPS. Η μοναδική γεωγραφική θέση στο σταυροδρόμι των τριών ηπείρων, η ιστορία και ο πολιτισμός της Ρόδου καθιστούν το τουριστικό λιμάνι ως έναν ελκυστικό προορισμό. Στην **Εικόνα 2.1** παρατίθεται μια δορυφορική λήψη του λιμένα μελέτης μέσω του λογισμικού Google Earth Pro. [“litando.gr” n.d]



**Εικόνα 2.1** Δορυφορική εικόνα λιμένος

---

<sup>1</sup> Το λιμάνι επιβίβασης στο οποίο ξεκινάει ένα δρομολόγιο κρουαζιέρας ή/και ως το τελικό λιμάνι αποβίβασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι επιβάτες παραμένουν περισσότερο χρόνο στην πόλη και ξοδεύουν περισσότερα.



## 2.2 Ιστορική αναδρομή

Στην καρδιά του τουριστικού λιμένα της Ρόδου, βρίσκεται ο μεσαιωνικός Μόλος των Μύλων. Στο νοτιότερο τμήμα του μόλου ήρθαν στο φως σωζόμενα κατάλοιπα της οχύρωσης του ανατολικού λιμενοβραχίονα του μεγάλου λιμένος της αρχαιότητας που αποτελεί τμήμα της παράλιας οχύρωσης της ελληνιστικής πόλης της Ρόδου και συνέχεια του ελληνιστικού τείχους που εκτεινόταν περιμετρικά της αρχαίας πόλης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο λόγος που το ελληνιστικό τείχος σώζεται σε αυτή τη μορφή οφείλεται, όχι μόνο σε φυσικές καταστροφές αλλά κυρίως στον ανθρώπινο παράγοντα. Τα χρόνια που ακολούθησαν, η πόλη της Ρόδου άρχισε να παρακμάζει και σταδιακά να συρρικνώνεται. Έτσι, οι οχυρώσεις αυτές εγκαταλείφθηκαν και τη θέση τους κατέλαβαν τα τείχη της βυζαντινής και μετέπειτα της ιπποτικής περιόδου, τα οποία ήταν μικρότερης κλίμακας και για τη δημιουργία τους κατέφευγαν στη συστηματική αποξήλωση του αρχαίου τείχους. Επίσης, ο μόλος ήταν εφοδιασμένος με 16 ανεμόμυλους προς εκμετάλλευση των ισχυρών ανέμων που παρατάσσονταν σε μία ζώνη κατά μήκος της ανατολικής πλευράς του, λαμβάνοντας ακόμα και αμυντικό χαρακτήρα. Σήμερα σώζονται ακέραιοι μόνο 2, όπως φαίνονται στην **Εικόνα 2.2**. Κατά την περίοδο της τουρκοκρατίας το βορειότερο τμήμα του μόλου μετατράπηκε σε φρούριο, ενώ κατά την Ιταλοκρατία, στο βορειότερο τμήμα του μόλου ανεγέρθηκε λοιμοκαθαρτήριο για την υγειονομική κάθαρση των επιβατών των πλοίων και το νοτιότερο τμήμα για χρησιμοποιήθηκε ως οχυρό από τον ιταλικό στρατό κατοχής. Από αυτή την εποχή σώζονται 2 πολυβολεία. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην βόρεια άκρη του μόλου βρίσκεται ο Πύργος των Αγγέλων (**Εικόνα 2.3**) κτισμένος γύρω στα 1440-1454, διαχωρίζεται με προτείχισμα από τους ανεμόμυλους και φέρει το οικόσημο του Μεγάλου Μαγίστρου Pierre d' Aubbusson και του βασιλικού οίκου της Γαλλίας. [Μανούσου κ.α., 2012]



**Εικόνα 2.2** Οι δυο σωζόμενοι ανεμόμυλοι (Πηγή: culture.gov.gr).



**Εικόνα 2.3** Πύργος των αγγέλων (Πηγή: tourism.rhodes.gr)

### 2.3 Δραστηριότητες στο χώρο του λιμένα

Η Ρόδος είναι το τέταρτο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας με πλεονεκτική γεωγραφική θέση λόγω της εγγύτητας με την Τουρκία και ως το νησί των ιπποτών, αποτελεί δημοφιλή προορισμό καλοκαιρινών διακοπών για Έλληνες και ξένους ταξιδιώτες. Όπως προαναφέρθηκε από το 2012 το τουριστικό λιμάνι λειτουργεί και ως περιφερειακός λιμένας αφετηρίας, λόγω της διασύνδεσης και με άλλα δημοφιλή ελληνικά νησιά και ελκυστικούς προορισμούς σε γειτονικές χώρες, με πλήθος διαθέσιμων ναυλωμένων πτήσεων από και προς τα μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά αεροδρόμια. Στο λιμένα της Ρόδου μπορούν να φιλοξενηθούν ταυτόχρονα με ασφάλεια έως και 6 πλοία μήκους έως και 250m, 3cm των οποίων ελλιμενίζονται στον προς μελέτη λιμένα (τουριστικό λιμάνι), ενώ τα υπόλοιπα 3 στο λιμάνι της Ακαντιάς<sup>2</sup> όπως φαίνεται στην **Εικόνα 2.4**. Ακόμα, υπάρχει

---

<sup>2</sup> Το εμπορικό λιμάνι της Ρόδου το οποίο βρίσκεται δίπλα (ανατολικά) στο τουριστικό και εξυπηρετεί καθημερινά ακτοπλοϊκά δρομολόγια οχηματαγωγών προς Πειραιά, προς Κρήτη και τα υπόλοιπα Δωδ/σα.

φύλαξη από την λιμενική αστυνομία και ιδιωτική εταιρεία φύλαξης που αποτρέπει κάθε είδους παραβατική ενέργεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι το τουριστικό λιμάνι είναι λιμάνι υποδοχής κρουαζιερόπλοιων σε κοντινή απόσταση από την μεσαιωνική πόλη, ένα από τα 18 μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της Ελλάδας που καθιστά την Ρόδο ελκυστικό προορισμό για τις εταιρείες διοργάνωσης κρουαζιέρων με 258 κλήσεις κρουαζιερόπλοιων και 308.194 επισκέπτες για το 2019.

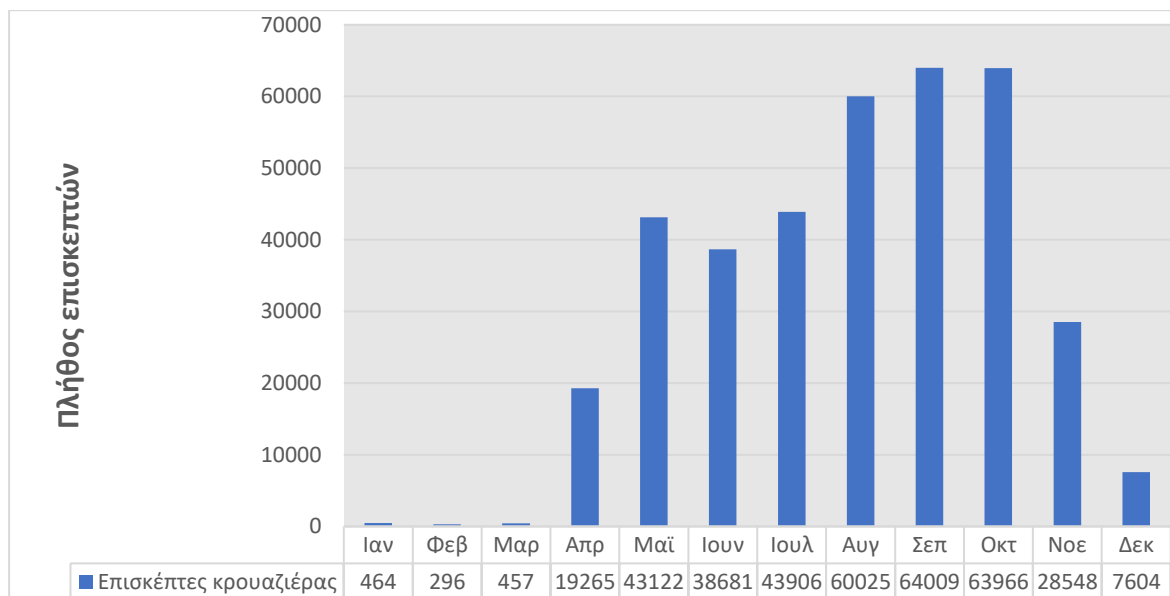


**Εικόνα 2.4** Στα αριστερά οι θέσεις ελλιμενισμού του τουριστικού λιμένα και στα δεξιά οι βοηθητικές θέσεις της Ακαντιάς. (Πηγή: OT.gr)

## **2.4 Ο ρόλος του λιμένος στην τοπική κοινωνία**

Το τουριστικό λιμάνι δραστηριοποιείται όλο το χρόνο υποδέχοντας τους επισκέπτες που καταφθάνουν με τα κρουαζιερόπλοια, με εντονότερους ρυθμούς την θερινή περίοδο. Η μετακίνηση αυτών των επισκεπτών στην ενδοχώρα ή ακόμα και σε κάθε άκρη του νησιού, δημιουργεί ένα πλήθος θέσεων εργασίας στον τομέα των τουριστικών επιχειρήσεων και ακόμη περισσότερο στο αντικείμενο των οδικών μεταφορών. Αρκετοί είναι οι επισκέπτες που θα επιλέξουν την περιήγηση τους περπατώντας σε κοντινές αποστάσεις προς το λιμάνι, ενισχύοντας την τοπική αγορά. Επιπροσθέτως, η λειτουργία του λιμένα ως home port δίνει την δυνατότητα στους τουρίστες αλλά και στους κατοίκους του νησιού να ξεκινήσουν την κρουαζιέρα τους από το τουριστικό λιμάνι της Ρόδου. Κατά συνέπεια, επιλέγοντας μιας τέτοιας μορφής ταξιδιού δίνεται η δυνατότητα στον επισκέπτη να διαμείνει παραπάνω από μία ημέρα στο νησί της Ρόδου, γεγονός που σηματοδοτεί μία σειρά στην αύξηση των εσόδων της τοπικής οικονομίας. Έτσι, η συνεισφορά της κρουαζιέρας στην τοπική οικονομία της Ρόδου είναι σημαντική και διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη του νησιού.





**Διάγραμμα 2.1** Ροή των επισκεπτών κρουαζιέρας για έτος 2022 (Πηγή: ΔΛΤΝΔ)

## 2.5 Υπηρεσίες εξυπηρέτησης

Μια από τις κυριότερες υπηρεσίες του τουριστικού λιμένα είναι το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Δωδεκανήσου το οποίο εδρεύει στο εσωτερικό του. Είναι υπεύθυνο για την είσπραξη λιμενικής φορολογίας και διάθεση της προς συντήρηση, επισκευή και αναβάθμιση του λιμένα, για την λήψη μέτρων με σκοπό την αύξηση της οργάνωσης και ασφάλειας του λιμένα, καθώς και τη διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντα χώρου και της αρμονίας με το δομημένο περιβάλλον της πόλης.

Οι εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης που διαθέτει ο λιμένας είναι μια αίθουσα home port, εμπορικό κατάστημα με αίθουσα αναμονής, κατάστημα υγειονομικού ενδιαφέροντος που βρίσκεται μέσα στο εμπορικό, κίосκ για τον έλεγχο εισιτηρίων επιβατών και ένα γραφείο πληροφοριών για την ενημέρωση των επισκεπτών αναφορικά με την ιστορία, τον πολιτισμό, τα αξιοθέατα και την αγορά της Ρόδου. Παράλληλα, υπάρχουν ειδικά οργανωμένοι και διαμορφωμένοι χώροι για στάθμευση των λεωφορείων και την ασφαλή πρόσβαση/επιβίβαση των επισκεπτών.

## 2.6 Ενεργειακή κατάσταση Λιμένα

Με τον όρο ενεργειακή κατάσταση του υφιστάμενου λιμένα περιγράφεται το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την ηλεκτροδότηση των υποδομών του, όπως ο εξωτερικός και κτιριακός φωτισμός, ή τα συστήματα ελέγχου (κάμερες, συναγερμοί). Απαραίτητο στοιχείο για την εκπόνηση αυτής της μελέτης είναι η γνώση όσο πιο ρεαλιστικών τιμών για την ηλεκτρική κατανάλωση του λιμένα με σκοπό την προσέγγιση όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικών μοντέλων και κατά συνέπεια ακριβέστερων αποτελεσμάτων. Επομένως, απαραίτητο και πρώτο βήμα ήταν η συλλογή δεδομένων για τις ηλεκτρικές καταναλώσεις από τον ΔΕΔΔΗΕ για το έτος 2022 ανά δύο μήνες. Στον παρακάτω **Πίνακας 2.1**

παρουσιάζονται τα δεδομένα όπως λήφθηκαν από τον υπεύθυνο του ηλεκτρολογικού τμήματος του ΔΛΤΝΔ.

<b>Ημερομηνίες</b>	<b>Κατανάλωση (KWh)</b>
<b>1/1/2022</b>	<b>98,512</b>
<b>28/2/2022</b>	
<b>1/3/2022</b>	107,098
<b>30/4/2022</b>	
<b>1/5/2022</b>	114,220
<b>30/6/2022</b>	
<b>1/7/2022</b>	151,123
<b>31/8/2022</b>	
<b>1/9/2022</b>	149,305
<b>31/10/2022</b>	
<b>1/11/2022</b>	99,852
<b>31/12/2022</b>	

**Πίνακας 2.1** Ηλεκτρική κατανάλωση λιμένα 2022 (Πηγή: ΔΛΤΝΔ)

## **2.7 Πλοία της Azamara cruises**

Η εταιρεία Azamara άρχισε να ενσωματώνεται στη βιομηχανία της κρουαζιέρας από το 2010, με τη διάθεση ενός στόλου τεσσάρων πλοίων κλάσης R<sup>3</sup>. Ειδικότερα ο στόλος απαρτίζεται από το Azamara Journey, Azamara Quest, Azamara Pursuit και Azamara Onward τα οποία ναυπηγήθηκαν μεταξύ 1998 και 2000. Τα δύο τελευταία έχουν την δυνατότητα να φιλοξενήσουν έως 780 επισκέπτες, ενώ τα 2 πρώτα έως 830. Πιο συγκεκριμένα, η αναλογία του προσωπικού προς τους επισκέπτες είναι 1.7 προς 2. Ακόμα, έχουν το απαραίτητο μέγεθος για να διασχίζουν ωκεανούς, να κάνουν κρουαζιέρες κατά μήκος γραφικών πλωτών οδών, αλλά το μεγάλο πλεονέκτημα τους αποτελεί η ευελιξία και η δυνατότητα να χωράνε σε μικρότερα λιμάνια, που τα μεγαλύτερα πλοία με παρόμοια χαρακτηριστικά δεν μπορούν να προσεγγίσουν. Τα αναφερόμενα ΚΖ παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες, ελλιμενισμένα στο τουριστικό λιμένα της Ρόδου. [“Azamara.com” n.d]



**Εικόνα 2.5** Journey ελλιμενισμένο στη Ρόδο. (Scheepvaartwest.be)

---

<sup>3</sup> Η κλάση R είναι μία σειρά από οκτώ μικρά κρουαζιερόπλοια που κατασκευάστηκαν αρχικά για την Renaissance Cruises. Τα 4 από αυτά ανήκουν πιά στην Azamara Cruises. [Beyond Ships4.com]



**Εικόνα 2.6** Quest ελλιμενισμένο στη Ρόδο. (Scheepvaartwest.be)



**Εικόνα 2.7** Pursuit ελλιμενισμένο στη Ρόδο (commons.wikimedia.org)



**Εικόνα 2.8** Onward ελλιμενισμένο στη Ρόδο (Vesselfinder.com)



### 3 Μεθοδολογία

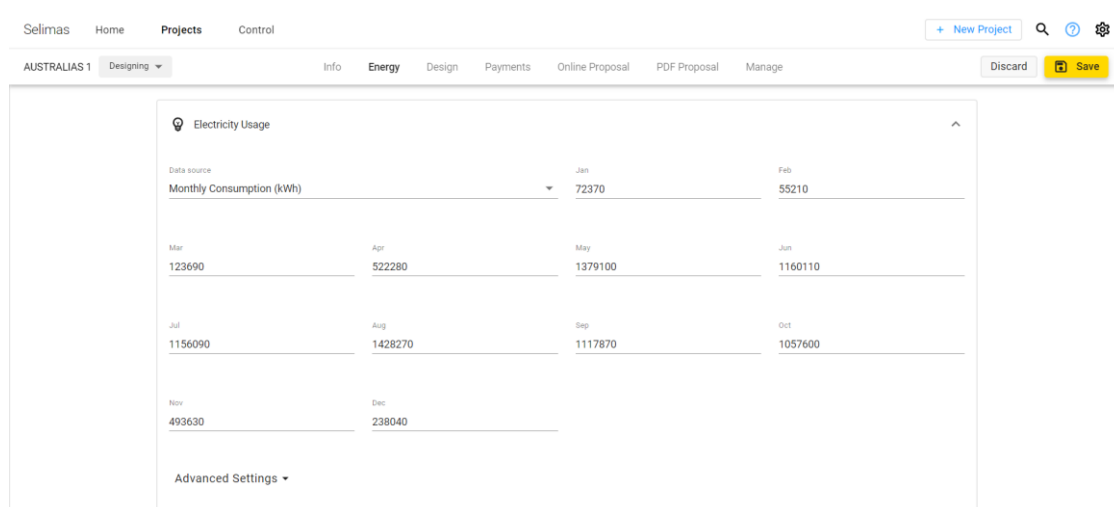
#### 3.1 Αναφορά συστήματος μελέτης

Η απόφαση να επιλεγθεί το τουριστικό λιμάνι της Ρόδου ως περίπτωση μελέτης, απορρέει από τη σημαντική συμβολή της κρουαζιέρας στην οικονομία και τον τουρισμό του νησιού. Το λιμάνι αποτελεί κεντρικό τουριστικό κόμβο, με την καθημερινή λειτουργία του να εξαρτάται από την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται εξολοκλήρου από τον τοπική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής του νησιού. Παράλληλα, η κρουαζιέρα αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος της διασφάλισης της τοπικής οικονομίας, συνοδευόμενη ωστόσο από προκλήσεις όσον αφορά την ενεργειακή της απόδοση. Η καύση μαζούτ (HFO) από τα κρουαζιερόπλοια προσφέρει σημαντική πηγή ενέργειας, αλλά ταυτόχρονα επιφέρει περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η επιλογή, λοιπόν, του συγκεκριμένου συστήματος μελέτης αντικατοπτρίζει την συνολική δέσμευση για βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών και ενίσχυση της βιωσιμότητας λιμένα.

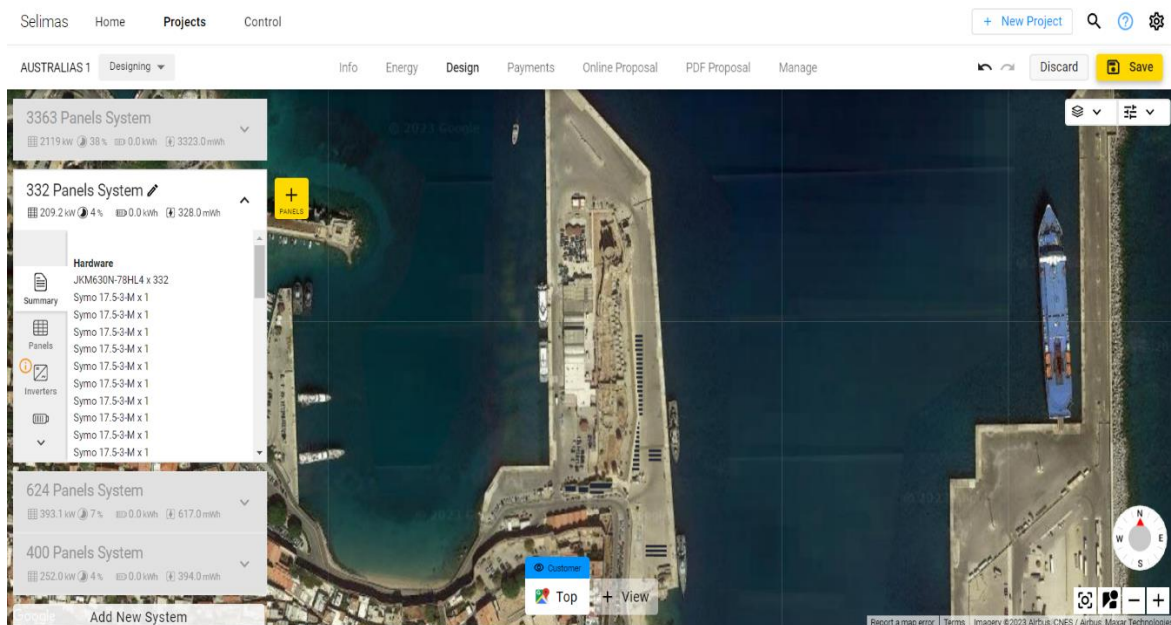
#### 3.2 Open Solar

Το Open Solar είναι μια ολοκληρωμένη εφαρμογή σχεδιασμού ηλιακών συστημάτων, παρέχοντας ένα εξαιρετικά εξελιγμένο, αλλά και εύχρηστο εργαλείο λογισμικού που εξυπηρετεί τις ανάγκες, από το μάρκετινγκ και την διαχείριση πρωτοβουλιών έως τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση και την εξυπηρέτηση ηλιακών συστημάτων. [Open Solar.com]

Πιο συγκεκριμένα, η χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος έγινε με σκοπό την εύρεση της ακριβής ισχύος του φωτοβολταϊκού συστήματος εισάγοντας παραμέτρους, όπως αυτή της απόστασης μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των χαρακτηριστικών του ΦΠ, της κλίσης αλλά και της ακριβής τοποθέτησής τους. Παράλληλα με τη χρήση του προγράμματος αυτού επιτεύχθηκε μία πιο ρεαλιστική αποτύπωση του ΦΣ στον πραγματικό χώρο μελέτης. Στην **Εικόνα 3.1** παρουσιάζεται η καρτέλα με την μηνιαία κατανάλωση του συστήματος λιμένα-κρουαζιέρας (Λ-Κ) και στην **Εικόνα 3.2** το περιβάλλον σχεδιασμού.



**Εικόνα 3.1** Παρουσίαση της καρτέλας electricity usage



**Εικόνα 3.2** Παρουσίαση περιβάλλοντος σχεδιασμού

### 3.3 JRC PVGIS

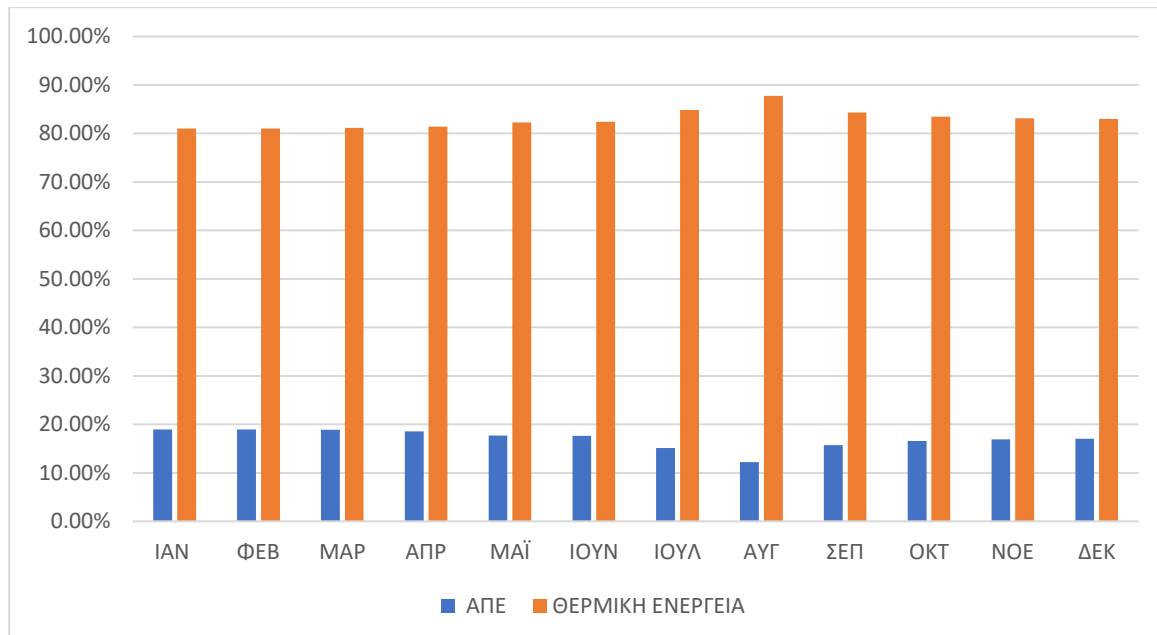
Το JRC PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) είναι ένα εργαλείο που παρέχεται από το Κοινό Κέντρο Ερευνών (JRC) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πρόκειται για μία διαδικτυακή πλατφόρμα που παρέχει πληροφορίες σχετικά με το δυνητικό ποσό ηλιακής ενέργειας που μπορεί να παραχθεί σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης. Το εργαλείο αυτό είναι κυρίως επικεντρωμένο στην αξιολόγηση της φωτοβολταϊκής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. [“EU Science Hub.com”, nd]

### 3.4 Ενεργειακό Μείγμα

Το ενεργειακό μείγμα αναφέρεται στον συνολικό συνδυασμό των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την καθημερινή λειτουργία του Λ-Κ. Είναι σημαντικό να υπάρχει γνώση των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα διότι κάθε επιμέρους πηγή έχει διαφορετική επίπτωση στο περιβάλλον και στην οικονομία. Έτσι, για την εμφάνιση ενός πιο ρεαλιστικού ενεργειακού προφίλ και παρουσίασης μιας εικόνας του λιμένα πιο κοντά στην πραγματικότητα εκτιμήθηκε το τρέχον ενεργειακό μείγμα.

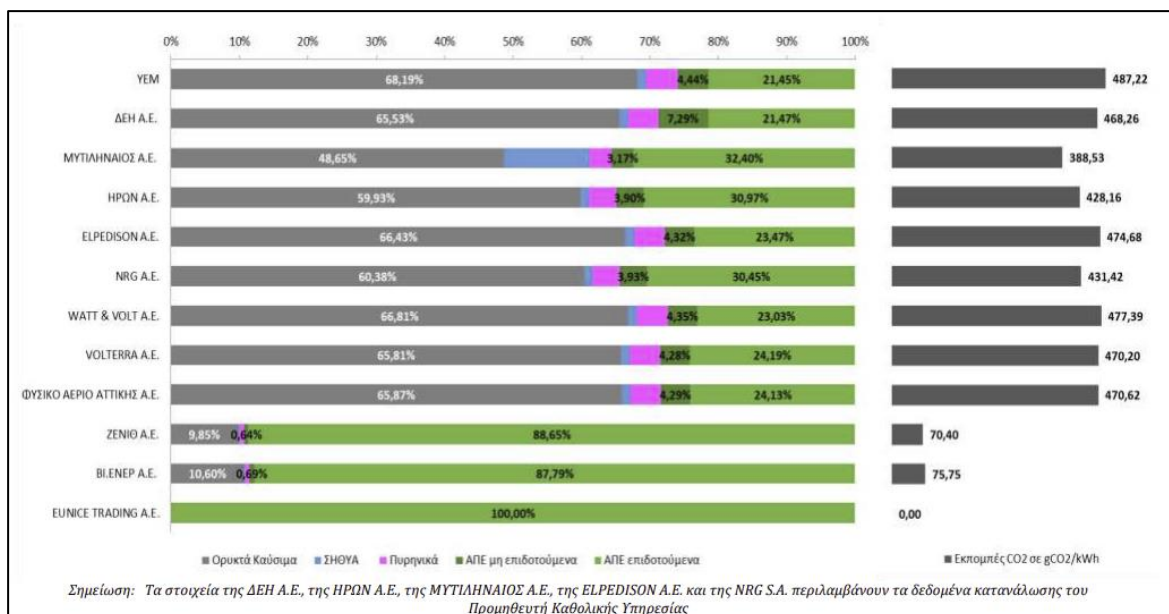
Αρχικά για τον προσδιορισμό του ενεργειακού μείγματος του λιμένα συλλέχθηκαν πληροφορίες από την ιστοσελίδα της ΔΕΔΔΗΕ η οποία υποδείκνυε τα Μηνιαία Δελτία ΑΠΕ και θερμικής παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ) για το 2022 που ένα από αυτά να είναι και το νησί της Ρόδου. Στη συνέχεια, για το ενεργειακό μείγμα των κρουαζιερόπλοιων αντλήθηκαν στοιχεία από πρόσφατη ενεργειακή ανασκόπηση της εταιρείας Azamara. Πιο συγκεκριμένα, από τα πληροφοριακά δελτία παραγωγής αποσαφηνίστηκε το ποσοστό της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από Θερμικές Μηχανές καύσης ορυκτού καυσίμου, για την τροφοδότηση του λιμένα με ηλεκτρική ενέργεια ενώ οι ντιζελοκινητήρες των πλοίων τροφοδοτούνται με βαρύ μαζούτ (HFO).

Αφού συλλέχθηκαν τα μηνιαία ποσοστά, υπολογίστηκαν οι επιμέρους ποσοστιαίες πηγές ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως φαίνεται και στο **Διάγραμμα 3.1**, βρέθηκε ότι 17.02% είναι το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και αντίστοιχα 82.98% το ποσοστό συμμετοχής της ΘΕ για το 2022.



**Διάγραμμα 3.1** Ενεργειακό μείγμα της Ρόδου για το 2022. (ΔΕΔΔΗΕ, 2022)

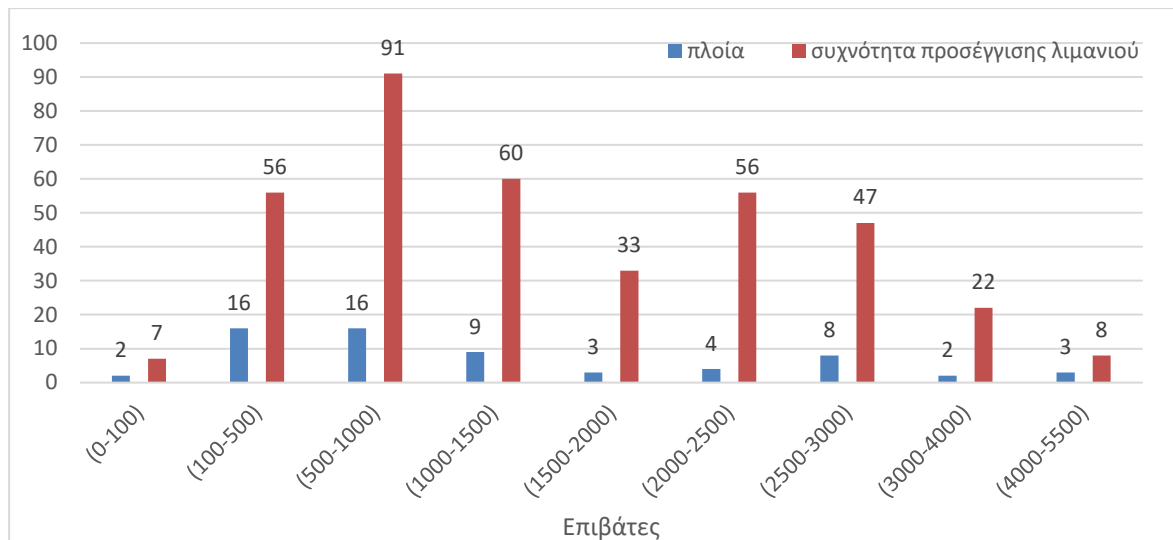
Στην συνέχεια, σύμφωνα με τον Διαχειριστή ΑΠΕ και εγγυήσεων προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ), αντλήθηκε το ενεργειακό μείγμα προμηθευτών για το 2020. Ως προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας επιλέχθηκε η ΔΕΗ Α.Ε. με ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ 21.47% το οποίο ήταν το πλησιέστερο σε ποσοστό με αυτό του μείγματος του νησιού. Ο συντελεστής εκπομπών που αντιστοιχούσε για συμμετοχή 21.47% ΑΠΕ, είναι **468.26 gCO<sub>2</sub>/KWh**. Παρακάτω παρουσιάζεται στην **Εικόνα 3.3** το γράφημα του ενεργειακού μείγματος και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας.



**Εικόνα 3.3** Γράφημα ενεργειακού μείγματος και εκπομπές CO<sub>2</sub> προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΑΠΕΕΠ, 2020)

### 3.5 Ανάλυση ενεργειακών απαιτήσεων

Η αναζήτηση και επεξεργασία των ενεργειακών απαιτήσεων του Λ-Κ με στόχο την αποτύπωση μίας πραγματικής εικόνας για την ενεργειακή κατάσταση του τόπου μελέτης, καθώς και τη διεξαγωγή πιο ρεαλιστικών αποτελεσμάτων μέσω της επεξεργασίας των δεδομένων, εκτιμήθηκε απαραίτητη. Αναλύοντας τα προγράμματα κρουαζιέρας για τις αφίξεις - αναχωρήσεις των πλοίων στο τουριστικό λιμάνι της Ρόδου μέσω του υπολογιστικού προγράμματος Microsoft Excel εξήχθησαν σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά το προφίλ της κρουαζιέρας. Το πλήθος των διαφορετικών εταιριών που ενεργούν στο λιμάνι φτάνει τις 16 ενώ η κάθε μία διαθέτει σχεδόν 3-4 πλοία με αποτέλεσμα κάθε χρόνο να επισκέπτονται το νησί της Ρόδου 64, διαφορετικής κλίμακας, πλοία τα οποία παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 3.2**. Τα προγράμματα που προσκομίσθηκαν και εν συνεχεία αναλύθηκαν, περιέχουν στοιχεία για τις ώρες άφιξης/αναχώρησης, δηλαδή τον χρόνο παραμονής στο λιμάνι, την ημερήσια χωρητικότητα σε επιβάτες και πλήρωμα, για την προέλευση, τον προορισμό και την ημερομηνία επίσκεψης του πλοίου (για τα έτη 2022 και 2023).



**Διάγραμμα 3.2** Πλοία ανά χωρητικότητα και συχνότητα προσέγγισης λιμένα (Πηγή: ΔΛΤΝΔ).

Στη συνέχεια, γνωρίζοντας ότι η πιο συχνή επίσκεψη στο λιμένα πραγματοποιούνταν από πλοία χωρητικότητας (500-1000) επιβατών, έγινε στοχευμένη αναζήτηση χαρακτηριστικών για τα πλοία τέτοιας χωρητικότητας. Τα πλοία της Azamara Cruises είναι εκείνα που θα αναλυθούν και τα οποία θα αποτελέσουν το αντιπροσωπευτικό δείγμα των εισερχόμενων πλοίων στο λιμάνι, έτσι ώστε να γίνει μια όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική προσέγγιση, αναφορικά με την ενεργειακή κατανάλωση αλλά και το οικολογικό αποτύπωμα αυτών των πλοίων.

Τα πλοία μελετήθηκαν ξεχωριστά, και εις βάθος για την περεταίρω κατανόηση των ενεργειακών απαιτήσεων τους. Αρχικά, διερευνήθηκαν τα προγράμματα κρουαζιέρας τα οποία περιέχουν ενεργειακά δεδομένα, όπως αυτά διατέθηκαν από την εταιρεία, με σκοπό να διασταυρωθούν οι ημερομηνίες που βρίσκονταν τα προς μελέτη πλοία στο λιμάνι της Ρόδου, συνδυαστικά με τα δρομολόγια που παραχωρήθηκαν από τον λιμένα. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι για τις ημερομηνίες αυτές η προωθητική ενέργεια δεν ξεπερνάει τις 50.000 KWh που σημαίνει ότι πάνω από αυτή την ενέργεια το πλοίο σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου της ημέρας είναι εν πλω. Παρ' όλα αυτά υπήρχαν κάποιες συνεχόμενες μετρήσεις της συνολικής ΠΕ που ήταν μηδενικές συμπεραίνοντας ότι το ΚΖ βρισκόταν σε κατάσταση συντήρησης.

Ωστόσο για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων λήφθηκαν μερικές παραδοχές όπου και παρουσιάζονται στον **Εξίσωση 3.1**, οι οποίες προέκυψαν από τα δεδομένα της μελέτης με σκοπό την προσέγγιση της πραγματικής κατάστασης. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι να αναφερθεί ο σχεδιασμός έγινε με βάση το σενάριο της μέγιστης ενεργειακής ζήτησης ώστε να μπορεί να καλυφθεί και το μέγιστο της εποχικότητας, διότι όσο αυτή φθάνει στο μέγιστο η καταναλισκόμενη ενέργεια ανά επιβάτη αυξάνει.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ 1	12 Ώρες ελλιμενισμού
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 2	ONWARD με 1000 επιβάτες-πλήρωμα
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 3	JOURNEY με 874 επιβάτες-πλήρωμα
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 4	PURSUIT με 1000 επιβάτες-πλήρωμα
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 5	QUEST με 974 επιβάτες-πλήρωμα
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 6	ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΙ ΜΗΝΕΣ (ΙΑΝ-ΑΠΡΙ,ΟΚΤ-ΔΕΚ)
ΕΚΤΙΜΗΣΗ 6	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΟΙ ΜΗΝΕΣ (ΜΑΙΟΣ-ΣΕΠΤ)

**Πίνακας 3.1** Παραδοχές για την επεξεργασία των δεδομένων

Κυρίως, η επεξεργασία των δεδομένων επικεντρώθηκε στις τιμές της Βοηθητικής Ενέργειας δηλαδή στην κατανάλωση της ενέργειας που εξελισσόταν στο λιμάνι, όπως είναι η Βοηθητική Ενέργεια Προπέλας (ΒΕΠ), η Κλιματιστική Ενέργεια (ΚΕ) και η Ξενοδοχειακή Ενέργεια (ΞΕ). Αρχικά βρέθηκε ο μέσος όρος (ΜΟ) της απαιτούμενης ενέργειας για ένα 24ωρο για κάθε ένα από τους τέσσερις τομείς που καταναλώθηκε για καλοκαίρι και χειμώνα για τα 4 ΚΖ ξεχωριστά, από το ενεργειακό πρόγραμμα της εταιρείας Azamara. Έπειτα υπολογίστηκε ο ΜΟ της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά την διάρκεια ελλιμενισμού κατά την οποία παρατηρήθηκε ότι ο ΜΟ παραμονής των ΚΖ στον λιμένα κυμαίνεται στις 12 ώρες. Ο ΜΟ ανά τομέα κατανάλωσης ενέργειας του ΚΖ υπολογίζεται από την παρακάτω **Εξίσωση 3.1** :

$$(\bar{K}_{\text{τομέας κατανάλωσης}})_{KZ} = \frac{(\bar{K}_{\text{τομέας κατανάλωσης/24ωρο}})_{KZ} (kWh) \cdot 0.5}{n_{pass}} \left[ \frac{kWh}{pass} \right]$$

**Εξίσωση 3.1** Ο εποχικός μέσος όρος ενεργειακής κατανάλωσης ελλιμενισμού για συγκεκριμένο τομέα.

Όπου,

- $\bar{K}_{\text{τομέας κατανάλωσης/24ωρο}}$  είναι ο μέσος όρος της ενέργειας που καταναλώθηκε για τον συγκεκριμένο τομέα (ΒΕΠ, ΚΕ, ΞΕ) για το συγκεκριμένο ΚΖ, σε 24 ώρες με τον εκθέτη να δείχνει την εποχή (καλοκαίρι/χειμώνα).
- $n_{pass}$  ο αριθμός των επιβατών, διαφορετικός για το κάθε ΚΖ.

Έπειτα, για την επίγνωση της μηνιαίας απαίτησης σε ενέργεια από την πλευρά της κρουαζιέρας απαραίτητη πληροφορία αποτελεί η μηνιαία κατανάλωση ενέργειας από κάθε κατηγορία που υπάγεται στην ενέργεια που παράγεται από τις βοηθητικές μηχανές (ΞΕ, ΕΒΠ, ΚΕ). Μέσω της **Εξίσωση 3.2** αποτυπώνεται η εξάρτηση της μηνιαίας κατανάλωσης  $E_{\mu}$  η οποία ισούται με το γινόμενο του αριθμού των ΚΖ μηνιαία ( $n_{KZ}$ ) επί το άθροισμα των εποχικών ΜΟ ενεργειακής κατανάλωσης κάθε τομέα ( $\bar{K}_{KE}^{\chi} + \bar{K}_{\Xi E}^{\chi} + \bar{K}_{EB\Pi}^{\chi}$ ), επί το πλήθος των επιβατών ( $n_{pass}$ ). Η διαδικασία αυτή έγινε ξεχωριστά για το κάθε ΚΖ. Στην παρακάτω εξίσωση ο μεταβλητός όρος είναι ο αριθμός των ΚΖ για κάθε μήνα ενώ οι υπόλοιποι όροι παραμένουν σταθεροί για κάθε ΚΖ.

Για τους χειμερινούς μήνες:

$$(K_{\mu})_{KZ}^{\chi} = \left( (\bar{K}_{KE}^{\chi} + \bar{K}_{\Xi E}^{\chi} + \bar{K}_{EB\Pi}^{\chi}) \cdot n_{KZ} \cdot n_{pass} \cdot 10^{-3} \right)_{KZ} [MWh]$$

Για τους καλοκαιρινούς μήνες:

$$(K_{\mu})_{KZ}^{\kappa} = \left( (\bar{K}_{KE}^{\kappa} + \bar{K}_{\Xi E}^{\kappa} + \bar{K}_{EB\Pi}^{\kappa}) \cdot n_{KZ} \cdot n_{pass} \cdot 10^{-3} \right)_{KZ} [MWh]$$

**Εξίσωση 3.2** Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια ΚΖ στον λιμένα.

Έπειτα για την εύρεση την ετήσιας κατανάλωσης της κρουαζιέρας αθροίζονται οι μηνιαίες καταναλώσεις κάθε ΚΖ και εν συνέχεια υπολογίζεται η συνολική ενέργεια που απαιτεί το σύστημα κρουαζιέρας στον λιμένα. Όμως στο σύστημα Λ-Κ υπάρχει και άλλη μία πηγή καταναλισκόμενης ενέργειας η οποία είναι η ηλεκτρική κατανάλωση του λιμένα για την καθημερινή λειτουργία του. Επομένως η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ισούται με το άθροισμα της κατανάλωσης και των τεσσάρων ΚΖ με την μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση του λιμένα, **Εξίσωση 3.3**.

$$K_{totKZ} = ((K_{\mu tot})_{Journey} + (K_{\mu tot})_{Pursuit} + (K_{\mu tot})_{Onward} + (K_{\mu tot})_{Quest}) [MWh]$$

$$K_{tot\Lambda-K} = K_{totKZ} + (K_{\mu tot})_{\text{Λιμένα}} [MWh]$$

**Εξίσωση 3.3** Συνολική ετήσια ενέργεια Λ-Κ.

### 3.6 Περιγραφή ανάλυσης των εκπομπών καυσαερίου

Οι ρύποι που συσσωρεύονται και διαχέονται στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το τουριστικό λιμάνι αλλά και την γύρω περιοχή, προέρχονται κυρίως από τα αποβαλλόμενα καυσαέρια των ΒΜ των ελλιμενισμένων κρουαζιερόπλοιων. Ταυτόχρονα υπάρχει και μία άλλη πηγή εκπομπών που όμως δεν επηρεάζει τόσο άμεσα την τοπική κοινωνία. Αυτή η πηγή προέρχεται από την τοπική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής (ΤΜΗ) της Ρόδου όπου εντοπίζεται σημαντική εκπομπή καυσαερίων και είναι απαραίτητο να προσμετρηθεί στην συνολική ποσότητα εκπομπών καυσαερίου του Λ-Κ.

### 3.6.1 Προέλευση από τα Κρουαζιερόπλοια

Συγκεκριμένα, ένας από τους σκοπούς αυτής της μελέτης είναι η ποσοτικοποίηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) για την εκτίμηση της τοπικής ρύπανσης και την αναζήτηση τρόπων ελαχιστοποίησης του. Έτσι κρίνεται απαραίτητο να αναλυθεί η μέθοδος εύρεσης των εκπεμπόμενων ρύπων από τις βοηθητικές συμβατικές μηχανές ντιζελοκινητήρα χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το βαρύ μαζούτ (HFO).

Ιδιαίτερα, η εκτίμηση αυτή θα υπολογιστεί με την **Εξίσωση 3.5**, όπου ΕΣΕ εκφράζει τον ειδικό συντελεστή εκπομπών που εξαρτάται από τον τύπο του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου σε ελλιμενισμό  $KK_{KZ}^{\varepsilon}$  εξαρτάται από την ειδική κατανάλωση μαζούτ SFOC των BM και από την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας του εκάστοτε KZ, **Εξίσωση 3.4** (Colarossi et al., 2023). Ο ειδικός συντελεστής εκπομπών και η ειδική κατανάλωση μαζούτ SFOC παρουσιάζεται στον **Πίνακας 3.2** και στο **Πίνακας 3.3** αντίστοιχα. Ακόμα οι εκπομπές των ρύπων υπολογίστηκαν για το καλοκαίρι και για το χειμώνα που προσδιορίζονται με τον εκθέτη  $\varepsilon$ .

$$KK_{KZ}^{\varepsilon} = SFOC \cdot (K_{\mu})_{KZ}^{\varepsilon} \quad [kg]$$

**Εξίσωση 3.4** Μηνιαία κατανάλωση καυσίμου

$$P_{KZ}^{\varepsilon} = ESE \cdot KK_{KZ}^{\varepsilon} \quad [kg]$$

**Εξίσωση 3.5** Μηνιαία εκπομπή CO<sub>2</sub> των BM

Ρύπος	ΕΣΕ ( $\frac{kg \text{ ρύπου}}{kg \text{ καυσίμου που καταναλώθηκαν}}$ )
CO <sub>2</sub>	3.114

**Πίνακας 3.2** Ειδικός συντελεστής εκπομπών (Green Voyage 2050.imo.org)

Καύσιμο	(SFOC) ( $\frac{kg \text{ καυσίμου}}{kwh}$ )
HFO	200

**Πίνακας 3.3** Ειδική κατανάλωση μαζούτ (Colarossi et al., 2023)



### 3.6.2 Προέλευση από την ΤΜΗ

Για τον υπολογισμό του CO<sub>2</sub> από την ΤΜΗ λήφθηκε υπόψη ο συντελεστής εκπομπών (tn) ανά μονάδα ενέργειας (MWh) ο οποίος προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή εκπομπών με την μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση προσφερόμενη από το δίκτυο, υπολογίζονται οι μηνιαίες εκπομπές του Λ-Κ από το ΤΜΗ.

$$CO_2 = 0.468 \cdot K_A (tn)$$

#### Εξίσωση 3.6 Εκπομπές CO<sub>2</sub> από ΤΜΗ

### 3.7 Περιγραφή συστήματος

#### 3.7.1 Σύστημα ανατροφοδότησης από την ξηρά (Cold Ironing)

Η παροχή ρεύματος από την ξηρά (cold ironing) στα πλοία αναγνωρίζεται ως αποτελεσματικό μέτρο για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> καθώς και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις θαλάσσιες μεταφορές. Σκοπός του cold ironing είναι η απενεργοποίηση των ΒΜ των κρουαζιερόπλοιων ενώ είναι σε κατάσταση ελλιμενισμού στο λιμάνι της Ρόδου. Για να επιτευχθεί αυτό με όσο το δυνατόν μηδενικούς ρύπους, απαιτείται η εγκατάσταση υβριδικών μη συμβατικών μορφών παραγωγής ενέργειας (ΑΠΕ) για την «πράσινη» ενεργειακή τροφοδότη των κρουαζιερόπλοιων. Στην προκειμένη μελέτη η μορφή ενέργειας προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια και εργαλείο παραγωγής της τα ΦΠ.

#### 3.7.2 Ενεργειακός συμψηφισμός (Net Metering)

Ορίζεται ως ο συμψηφισμός παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας και έχει εφαρμογή κυρίως για εγκαταστάσεις ΦΠ. Με το net metering ο καταναλωτής έχει την δυνατότητα να καλύψει ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας που χρειάζεται ενώ ταυτόχρονα όταν υπάρχει περίσσεια ενέργειας το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μία αποθήκη της πράσινης ενέργειας που παράγει το ΦΣ. Ο όρος “net” προκύπτει λόγω του ότι η χρέωση-πίστωση του καταναλωτή απορρέει από τη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μία ορισμένη περίοδο. Η περίοδος αυτή είναι συνήθως ο κάθε κύκλος καταμέτρησης και τιμολόγησης της καταναλισκόμενης ενέργειας η οποία ορίζεται με υπουργική απόφαση στους 12 μήνες. Το πρόγραμμα των φωτοβολταϊκών συστημάτων από ιδιοπαραγωγούς θεσμοθετήθηκε για πρώτη φορά με τον νόμο Ν.4203/2013 (ΦΕΚ 235Α/1-11-2013) και στη συνέχεια τροποποιήθηκε με το Ν.4254/2014(ΦΕΚ 85Α/7-4-2014) όπου και υπογράφηκε η τελική υπουργική απόφαση σύμφωνα με την οποία οι παραγωγοί με την εγκατάσταση ΦΣ καλύπτουν τις ιδίες ανάγκες τους με την εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού. Η εγκατάσταση αφορά σταθερά ΦΣ και αυτά μπορούν να εγκαθίστανται επί κτηρίων ή επί εδάφους ή άλλων κατασκευών.

#### 3.7.3 Τεχνολογίες Συστήματος

Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα τα οποία πηγάζουν από του οργανισμούς IEC/IEEE/ISO, υπάρχουν δύο κατηγορίες συστημάτων LV(Low Voltage) και HV(High Voltage). Πολλοί λιμένες ανά την Ευρώπη αναπτύσσουν την τροφοδοσία από ξηρά με σύστημα HVSC με

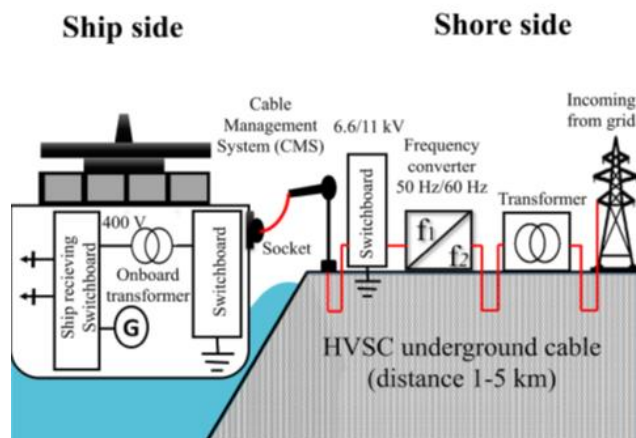
την χρηματική βοήθεια (κονδύλια) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στον **Πίνακας 3.4** παρουσιάζονται τα εφαρμοστέα πρότυπα για την τεχνολογία CI.

Category	Applicable Electrical International standard	Power requirement	Onboard voltage
LVSC	IEC/ISO/IEEE 80005–3:2016	$\leq 1\text{ MVA}$	440V/690V
HVSC-low power	IEC/ISO/IEEE 80005–1:2019	$\leq 5\text{ MVA}$	6.6/11KV
HVSC-high power	IEC/ISO/IEEE 80005–1:2019	$\geq 5\text{ MVA}$	6.6/11KV

**Πίνακας 3.4** Applicable standards for cold ironing technology (Bakar et al., 2023)

Με βάση τον **Πίνακας 3.4** και σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά των KZ, ως σύστημα εγκατάστασης χερσαίας παροχής ρεύματος επιλέχθηκε το HVSC-low power.

Ο εξοπλισμός του συστήματος χωρίζεται στον εξοπλισμό επί του λιμένα και στον εξοπλισμό επί του πλοίου. Στην συγκεκριμένη μελέτη αυτό που είναι σημαντικό να αναφερθεί είναι ο εξοπλισμός επί του λιμένα διότι χωρίς αυτόν δεν είναι εφικτό να αξιοποιηθεί η ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται από το ΦΣ. Αυτός αποτελείται από τον σταθμό μετατροπής της τάσης από τα 20kV στα 6.6kV που λειτουργεί το KZ ο οποίος θα είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο, ένα μετατροπέα συχνότητας από 60Hz στα 50Hz εάν το KZ λειτουργεί στα 60Hz ένα κελί διακοπής του ρεύματος για την εμποπτεία, την προστασία και την απομόνωση του ηλεκτρικού εξοπλισμού και ένα γερανό ανύψωσης του καλωδίου σύνδεσης με το σύστημα του πλοίου. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μια απλή αναπαράσταση της εγκατάστασης του εξοπλισμού ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing).



**Εικόνα 3.4** Εξοπλισμός και συνδεσμολογία της εγκατάστασης cold ironing (Bakar et al., 2023)

Στο λιμένα χρειάζεται να τοποθετηθούν 5 τέτοια συστήματα, ένα σε κάθε προβλήτα. Το κόστος εγκατάστασης της κάθε συστοιχίας ανέρχεται στα 673,000€ και το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι το **5%** της συνολικής επένδυσης. Στον **Πίνακα 3.5** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα.

Εξοπλισμός ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) επί του λιμένα	Μετατροπέας τάσης (20kV σε 6.6kV)	Πηγή: (Georgiou, 2021)
	Μετατροπέας Συχνότητας (50Hz σε 60Hz)	
	Κελί διακοπής ρεύματος	
	Γερανός ανύψωσης καλωδίου	
Χρόνος ζωής	25 έτη	Πηγή: (Merkel et al., 2023)
Κόστος επένδυσης ανά προβλήτα (Merkel et al., 2023)	673,000€	
Κόστος συντήρησης και λειτουργίας (O&M)	5% της επένδυσης	

**Πίνακας 3.5** Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος cold ironing.

Ως φωτοβολταϊκό πλαίσιο χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο **JKM630N-78HL4** της εταιρίας **Jinko Solar** και ως μετατροπέας τάσης ο **Symo 17.5-3-M** και ο **TAURO ECO 100 3-P** της εταιρίας Fronius. Αναλυτικά παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του Φ/Β στον **Πίνακα 3.6**.

Ισχύς πλαισίου (W)	630
Θερμοκρασία λειτουργίας (C°)	-40 ±85
Βέλτιστη θερμοκρασία λειτουργίας (C°)	45±2
Απόδοση σε STC (%)	22.54
Χρόνος ζωής	25 έτη
Απόδοση ισχύος στα 30 έτη	87.4%

**Πίνακας 3.6** Τεχνικά χαρακτηριστικά ΦΠ (Jinko Solar)

Στη συνέχεια με βάση τον παρακάτω πίνακα πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός του συνολικού κόστους επένδυσης για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου σύμφωνα με την τρέχουσα αγορά στη Ρόδο. Στην τιμή αυτή περιλαμβάνεται όλος ο εξοπλισμός για την δημιουργία του πάρκου αλλά δεν περιλαμβάνεται το κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

Έπειτα, με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα προκύπτει ο **Πίνακας 3.7** με τα οικονομικά στοιχεία της εγκατάστασης των ΦΠ.

Κόστος εγκατάστασης σε στέγη (€/W)	1.30	Πηγή: (rodosenergy.gr)
Κόστος εγκατάστασης στο δάπεδο (€/W)	1.15	Πηγή: (rodosenergy.gr)
Κόστος συντήρησης και λειτουργίας (Ο.Μ.) (€/kW)	14.85	Πηγή: (Statista.com)
Τιμή αγοράς ρεύματος δικτύου (€/MWh)	19.27	Πηγή: (admie.gr)

**Πίνακας 3.7** Οικονομικά στοιχεία εγκατάστασης ΦΠ

### 3.7.4 Περιγραφή μοντέλου παραγωγής ενέργειας

Αρχικά το μοντέλο παραγωγής ενέργειας θα εκμεταλλεύεται το υψηλό δυναμικό της ηλιακής ενέργειας. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του φωτοβολταϊκού συστήματος βασίζεται κυρίως στην διαθεσιμότητα του χώρου για την τοποθέτηση των πάνελ και την συνολική απαίτηση του Λ-Κ σε ενέργεια. Οι χώροι όπου θα γίνει η εγκατάσταση του ΦΣ λαμβάνουν χώρα στο περιβάλλον του τουριστικού λιμένα αλλά και στο πεδίο του εμπορικού λιμένα γεγονός που ενισχύει σημαντικά την δυναμικότητα του συστήματος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι χώροι εγκατάστασης έχουν υποδειχθεί από το ΔΛΤΝΔ με κάποιες εξαιρέσεις οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα με τα εμβαδά των τμημάτων εγκατάστασης.

Εμπορικό λιμάνι	(προτεινόμενος)	21170 m <sup>2</sup>
Τουριστικό λιμάνι	(προτεινόμενος)	1786 m <sup>2</sup>
Τουριστικό λιμάνι		3553 m <sup>2</sup>

**Πίνακας 3.8** Εμβαδά χώρων εγκατάστασης ΦΠ

Στη συνέχεια οι χώροι αυτοί διαχωρίζονται σε αυτούς όπου η τοποθέτηση θα πραγματοποιηθεί στο έδαφος και σε αυτούς σε στέγη. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτός ο διαχωρισμός είναι για την διαμόρφωση μίας πιο ρεαλιστικής κοστολόγησης που θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο. Στον **Πίνακας 3.9** Ποσοστά τοποθέτησης ΦΠ επί στέγης και επί δαπέδου φαίνονται τα ποσοστά εμβαδού που καταλαμβάνουν το πεδίο χωροθέτησης επί στέγης και επί δαπέδου.

	Επί στέγης	Επί δαπέδου
Εμπορικός λιμένας & Τουριστικό (προτεινόμενος)	33.02%	66.98%
Τουριστικός λιμένας	100%	0%

**Πίνακας 3.9** Ποσοστά τοποθέτησης ΦΠ επί στέγης και επί δαπέδου

Η ισχύς του Φ/Β συστήματος για τα πρώτα σενάρια υπολογίστηκε από το πρόγραμμα Open Solar το οποίο προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο ενώ παράλληλα εξελισσόταν η χωροθέτηση που έγινε με την τήρηση των αποστάσεων ενδιάμεσα στις συστοιχίες για την αποφυγή των σκιάσεων και αυτές υπολογίστηκαν από τις παρακάτω

εξισώσεις. Να σημειωθεί ότι οι αποστάσεις επηρεάζονται από το αν οι συστοιχίες αποτελούνται από 1 ή 2 πλαίσια.

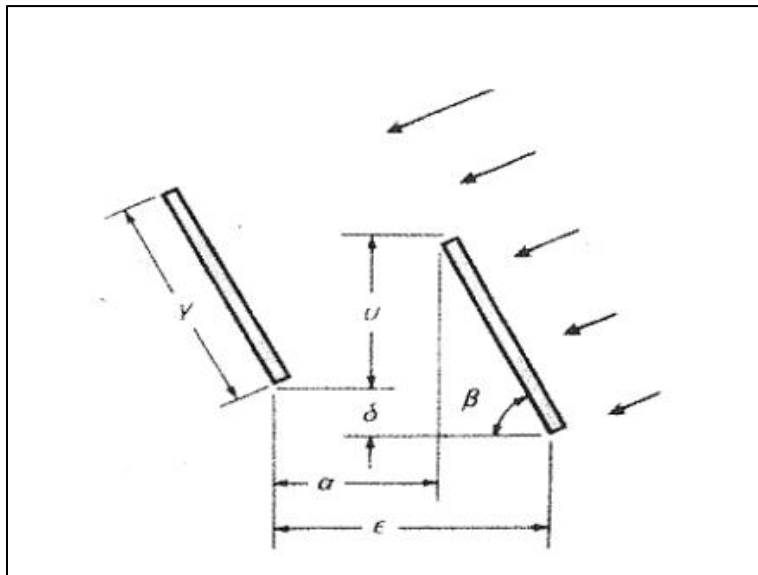
Για τον υπολογισμό της επικάλυψης του ύψους της κατασκευής στήριξης .

$$u = \gamma \cdot \sin\beta - \delta \text{ (m)}$$

όπου :

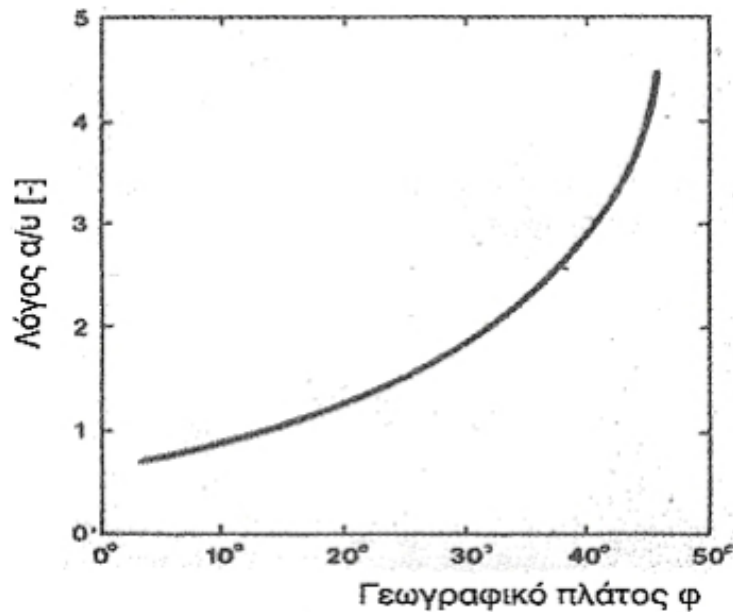
- $\gamma$ : μήκος των ΦΠ
- $\beta$ :γωνία κλίσης ΦΠ
- $\delta$ :υψομετρική διαφορά ανάμεσα στα στηρίγματα δύο σειρών ΦΠ ( $\delta=0$  για στήριξη στο ίδιο δάπεδο)

Στην **Εικόνα 3.5** Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων περιγράφεται η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων με την ελάχιστη απόσταση που θα πρέπει να έχουν μεταξύ τους και στην εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα της σχέσης του λόγου ( $\alpha/u$ ) με το γεωγραφικό πλάτος  $\phi$ .



**Εικόνα 3.5** Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων (Ξενάκης, 2012)

Η ελεύθερη απόσταση  $\alpha$  προκύπτει από τον λόγο  $\alpha/u$ , ο οποίος υπολογίζεται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος  $\phi$ . Για  $\phi=36.4$ , το  $\alpha/u$  ισούται με 2.4. Επομένως έτσι υπολογίζεται η ελεύθερη απόσταση μεταξύ γειτονικών σειρών.



**Εικόνα 3.6** Διάγραμμα σχέσης  $u/a$  με το  $\varphi$  (Ξενάκης, 2012)

Για το τελευταίο σενάριο η ισχύς του συστήματος εκτιμήθηκε με βάση τις παρακάτω εξισώσεις:

I. Συνολική ισχύς συστήματος

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα PVGIS με την μέθοδο της δοκιμής και σφάλματος έως ότου η ισχύς του συστήματος φτάσει να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όση είναι η συνολική ετήσια κατανάλωση του Λ-Κ.

II. Αριθμός πλαισίων συστήματος

$$n_{panel} = \frac{Iσχύς\ συστήματος}{P_{max}}$$

Όπου:

- $P_{max}$ : η μέγιστη ισχύς του πλαισίου

III. Επιφάνεια εγκατάστασης ΦΣ

$$A = n_{panel} \cdot A_{panel} \cdot \Sigma \cdot \Sigma \quad (m^2)$$

Όπου:

- $A_{panel}$ : η επιφάνεια του πλαισίου
- $\Sigma \cdot \Sigma$ : Συντελεστής που αντιπροσωπεύει την προσαύξηση της επιφάνειας λόγω των ενδιάμεσων αποστάσεων μεταξύ των Φ/Β συστοιχιών.

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας το εργαλείο JRC-PVGIS, εισάγοντας τις απαραίτητες παραμέτρους, όπως την εγκατεστημένη μέγιστη ισχύ είτε από τον αυτόματο υπολογισμό του Open Solar είτε από τις παραπάνω εξισώσεις, τις εκτιμώμενες απώλειες του

συστήματος (14%), το είδος της θέσης τοποθέτησης (στέγη/δάπεδο), την γωνία κλίσης (20°), την αζιμούθια γωνία (0°). Εκτελώντας το πρόγραμμα, εμφανίζονται τα αποτελέσματα της μηνιαίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ΦΣ. Επομένως, συγκρίνοντας την καταναλισκόμενη ενέργεια του Λ-Κ με την μηνιαία παραγωγή ενέργειας, υπολογίζεται η ηλεκτρική ενέργεια που θα παρέχεται από το ΦΣ στο τοπικό δίκτυο εφόσον έχουν καλυφθεί η μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις του Λ-Κ και υπάρχει έλλειμα. Επίσης υπολογίζεται η μηνιαία ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο όταν η παραγωγή ενέργειας δεν αρκεί για την κάλυψη των αναγκών του συστήματος. Οι εξισώσεις που περιγράφουν την παροχή και την ζήτηση φαίνονται παρακάτω.

$$E_{\text{παροχής/net met}} = E_{\text{παραγωγής}} - E_{\text{κατανάλωσης}}$$

### Εξίσωση 3.7 Παροχή ενέργειας στο δίκτυο

- Αν  $E_{\text{παροχής/net met}} < 0$ , τότε δεν υπάρχει έλλειμα ενέργειας για παροχή στο δίκτυο.
- Αν  $E_{\text{παροχής/net met}} > 0$ , τότε υπάρχει έλλειμα για παροχή στο δίκτυο.

$$E_{\text{ζήτησης/net met}} = E_{\text{κατανάλωσης}} - E_{\text{παραγωγής}}$$

### Εξίσωση 3.8 Ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο

- Αν  $E_{\text{ζήτησης/net met}} < 0$ , τότε η παραγωγή καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του συστήματος
- Αν  $E_{\text{ζήτησης/net met}} > 0$ , τότε η παραγωγή δεν αρκεί και χρειάζεται να συμβάλει το δίκτυο συμπληρωματικά

## 3.8 Οικονομική ανάλυση

Σύμφωνα με την αρχή της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, η ευημερία και η πρόοδος πηγάζουν από την ισορροπημένη διαχείριση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών πτυχών. Ειδικότερα μία οικονομική αξιολόγηση μέσω της ανάλυσης του κόστους κύκλου ζωής (LCCA) είναι απαραίτητη. Η LCCA επιτρέπει το συνολικό κόστος των έργων, λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρη τη διάρκεια ζωής. Έτσι δημιουργείται μια ιεραρχία χρηματοοικονομικών λύσεων προσδιορίζοντας την πιο σταθερή επένδυση με την πάροδο του χρόνου ώστε η βέλτιστη επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων να είναι αυτή που θα έχει τον χαμηλότερο δείκτη LCC.

Ο LCC index λαμβάνει υπόψη όλα τα κόστη που θα προκύψουν κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Για τον υπολογισμό του δείκτη αυτού χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω εξίσωση:

Για όλους τους υπολογισμούς το προεξοφλητικό επιτόκιο επιλέχθηκε **4.5%**.

$$LCC = C_I + \sum_{i=1}^n \frac{C_{M,i} + C_{O,i}}{q^i} (\text{€}), \quad q^i = (\alpha + 1)^i$$

### Εξίσωση 3.9 Δείκτης LCC



Όπου,

- $C_I$  αντιπροσωπεύει το αρχικό κόστος επένδυσης
- $C_{M,i}$  &  $C_{O,i}$  το κόστος συντήρησης και το λειτουργικό κόστος για την περίοδο  $i$
- $\alpha$  είναι το επιλεγμένο προεξοφλητικό επιτόκιο για τον υπολογισμό του δείκτη LCC κατά την διάρκεια  $n$ -ετών
- $i$  η περίοδος

Επιπλέον η οικονομική ανάλυση αποσκοπεί στον καθορισμό χρήσιμων παραμέτρων για την αξιολόγηση της εγκατάστασης που αντιστοιχεί στα διάφορα σενάρια που θα αναλυθούν λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο. Στην παρούσα οικονομική ανάλυση επιλέχθηκαν οι πιο συνήθεις μέθοδοι αξιολόγησης για την εκτίμηση της σκοπιμότητας, όπως η Περίοδος Αποπληρωμής (Payback Period, PP), η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value, NPV) και ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR).

Η εκτίμηση των οικονομικών συντελεστών έγινε με την χρήση κατάλληλης υπολογιστικής φόρμουλας και η τυπολογία αναλύεται παρακάτω.

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) είναι η παρούσα αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών ενός έργου. Επειδή η διαχρονική αξία του χρήματος υπαγορεύει ότι το χρήμα αξίζει περισσότερο τώρα παρά στο μέλλον, η αξία ενός έργου δεν είναι απλώς το άθροισμα όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών. Αυτές οι μελλοντικές ταμειακές ροές πρέπει να προεξοφληθούν επειδή τα χρήματα που κερδίζονται στο μέλλον αξίζουν λιγότερο σήμερα. Η εξίσωση της NPV παρουσιάζεται παρακάτω.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+r)^t}$$

### Εξίσωση 3.10 Καθαρή Παρούσα Αξία

Όπου:

- $Ct$  είναι οι ταμειακές ροές το έτος  $t$
- $r$  είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο
- $t$  είναι τα έτη της διάρκειας ζωής της επένδυσης

Η περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την επιστροφή του κόστους επένδυσης με το σύνολο των καθαρών εσόδων. Ωστόσο μια περιοριστική παράμετρος που διαθέτει η PP είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη την χρονική αξία του χρήματος. Έτσι γεννιέται μία παρόμοια έννοια αλλά ουσιαστικά με διαφορετικά αποτελέσματα, η οποία είναι η προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής (DPP). Η DPP, είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την επίτευξη του σημείου brake-even με βάση την καθαρή παρούσα αξία. Εάν η DPP είναι μικρότερη από την ωφέλιμη διάρκεια ζωής, η επένδυση είναι βιώσιμη.

Η περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται από την σχέση:

$$\text{Period Payback} = \frac{\text{Initial investment}}{\text{Cash flow per year}}$$

### Εξίσωση 3.11 Περίοδος αποπληρωμής

Η περίοδος προεξοφλημένης αποπληρωμής υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Discounted Payback Period} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{\text{investment amount} \cdot \text{discount rate}}{\text{cash flow per year}}\right)}{\ln(1 + \text{discount rate})}$$

### Εξίσωση 3.12 Περίοδος Προεξοφλημένης αποπληρωμής

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR είναι ένα προεξοφλητικό επιτόκιο, το οποίο καθιστά την καθαρή παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών μηδενική. Η επένδυση η οποία έχει τον υψηλότερο IRR, είναι αποδοτικότερη. Ο συντελεστής IRR υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$0 = NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1 + IRR)^t}$$

### Εξίσωση 3.13 Εσωτερικός συντελεστής IRR

Όπου :

- $C_t$  οι καθαρές ταμιακές ροές
- IRR ο εσωτερικός συντελεστής
- $t$  η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Ως αρχικό κόστος επένδυσης θεωρήθηκε το άθροισμα της εγκατάστασης των ΦΠ επί στέγης, επί δαπέδου και το σύστημα εγκατάστασης του εξοπλισμού της ανατροφοδότησης από ξηρά (cold ironing). Οι εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω.

$$KE = K \Phi\Pi_{\sigma\tau\epsilon\gamma\eta\varsigma} + K \Phi\Pi_{\delta\alpha\pi\acute{\epsilon}\delta\omicron\upsilon} + K CI \quad (\text{€})$$

### Εξίσωση 3.14 Αρχικό κόστος επένδυσης

Όπου :

- $KE$  το κόστος επένδυσης.
- $K \Phi\Pi_{\sigma\tau\epsilon\gamma\eta\varsigma}$  το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης ΦΠ σε στέγη.
- $K \Phi\Pi_{\delta\alpha\pi\acute{\epsilon}\delta\omicron\upsilon}$  το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης ΦΠ στο δάπεδο.
- $K CI$  το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης του συστήματος CI

Οι ταμιακές ροές (T.P) υπολογίστηκαν ως τα έσοδα που είναι η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το ΦΣ και από το δίκτυο στα ΚΖ, μείον τα έξοδα που είναι τα κόστη συντήρησης- λειτουργίας (O.M) του ΦΣ και του συστήματος CI και το κόστος

αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΗΕ). Παρακάτω παρουσιάζεται η σχέση που περιγράφει τις ταμειακές ροές και ο πίνακας που προσδιορίζει τα έσοδα και τα έξοδα συγκεντρωτικά.

Έξοδα	Έσοδα
Ο&Μ ΦΣ	Πώληση Η/ενέργειας στα ΚΖ (ΠΗΕΚ).
Ο&Μ CI	
Κόστος αγοράς Η/ενέργειας (ΑΗΕ)	

**Πίνακας 3.10** Είδη εσόδων/εξόδων

### Ταμειακές ροές

$$\text{Ταμειακές ροές} = \text{έξοδα} - \text{εσοδα}$$

$$T.P = (O\&M \Phi\Sigma) + (O\&M CI) + (KAH) - (ΠΗΕΚ)$$

Ο κάθε όρος υπολογίζεται ως εξής:

### Έξοδα

$$O\&M \Phi\Sigma (\text{€}) = 14.85 \frac{\text{€}}{kW} \cdot P_{syst} (kW)$$

$$O\&M CI = \sigma\tau\alpha\theta = 168,250 (\text{€})$$

$$AHE = 19.27 \frac{\text{€}}{MWh} \cdot (E_{ζήτησης/έτος} - E_{παροχής/έτος})$$

### Έσοδα

$$ΠΗΕΚ(\text{€}) = \left( TΠΗΕ \frac{\text{€}}{kWh} \cdot \lambda_2 \cdot (K_{tot\Lambda-K/έτος} - E_{\pi/έτος}) \right) + \left( LCOE \frac{\text{€}}{kWh} \cdot \lambda_1 \cdot E_{\pi/έτος} \right)$$

Όπου:

- $P_{syst}$  η ισχύς του ΦΣ.
- $K_{tot\Lambda-K/έτος}$  η συνολική κατανάλωση του συστήματος Λ-Κ.
- $E_{\pi/έτος}$  η παραγωγή ενέργειας από το ΦΣ.
- ΤΠΗΕ η τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο.
- $\lambda$  ο συντελεστής προσαύξησης για τις υπηρεσίες της ανατροφοδότησης των ΚΖ.

- $\lambda_1=1.8$  για την ανατροφοδότηση από ξηρά μόνο από παραχθείσα ενέργεια του ΦΣ.
- $\lambda_2=1.2$  για την ανατροφοδότηση από ξηρά μόνο από παραχθείσα ενέργεια της ΤΜΗ.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι έσοδα υπάρχουν μόνο στα σενάρια όπου γίνεται ενσωμάτωση του ΦΣ.

Η Ε.Ε προέτρεψε τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (ΙΜΟ) να εφαρμόσει παγκόσμια μέσα για την εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους των θαλάσσιων μεταφορών (οδηγία 2009/29/ΕΚ). Επίσης το 2017, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο αποφάσισε να συμπεριλάβει τη Ναυτιλία για το 2023 στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ, εάν η στρατηγική του ΙΜΟ δεν ήταν επαρκής. Το 2011 θεσπίζεται η αποφυγή έξυπνων τιμολογήσεων και φορολογικών στρεβλώσεων μέσω της εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους.

Με σκοπό την πλήρη κοστολόγηση της μελέτης εξετάστηκε και το εξωτερικό κόστος μεταφορών για το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Η ανάλυση αυτή έγινε με βάση την αποτίμηση των εξωτερικών επιπτώσεων των εκπομπών που προέρχονται από το εγχειρίδιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα εξωτερικά κόστη των μεταφορών. Το κοινωνικό κόστος του CO<sub>2</sub> (social cost) λόγω της κλιματικής αλλαγής ανέρχεται στα 100 €/tn. Το κόστος λόγω της κλιματικής αλλαγής ορίζεται ως η συνολική οικονομική επίπτωση που συνδέεται με όλες τις ανατροπές που προκαλούνται από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτές περιλαμβάνουν την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την απώλεια βιοποικιλότητας, την ανάγκη για πιο αποτελεσματική διαχείριση των υδάτων, την εμφάνιση περισσότερων και πιο έντονων ακραίων καιρικών φαινομένων, καθώς και τις απώλειες στην γεωργία λόγω ανεπαρκών καιρικών συνθηκών. Για την εκτίμηση του κόστους υπολογίστηκε το γινόμενο της συνολικής μηνιαίας εκπομπής σε CO<sub>2</sub> με την τιμή του εξωτερικού κόστους. Επομένως, προσθέτοντας τα μηνιαία κόστη εκτιμάται το ετήσιο κοινωνικό κόστος. Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης εμφανίζεται σαν κέρδος από την σταδιακή μείωση του CO<sub>2</sub> σε κάθε σενάριο. Έτσι το έμμεσο κέρδος που τελικά δημιουργείται υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$(KM\Delta A)_i = SC_b - SC_i$$

**Εξίσωση 3.15** Κέρδος μείωσης του εξωτερικού κόστους του CO<sub>2</sub>.

Όπου:

- $SC_i$  είναι το social cost για το σενάριο i.
- $SC_b$  είναι το social cost για το σενάριο τρέχουσας κατάστασης.

## 4 Αποτελέσματα

### 4.1 Παρουσίαση τρέχουσας κατάστασης του Λ-Κ

Αρχικά βρέθηκε η τρέχουσα ενεργειακή κατανάλωση του λιμένα και των κρουαζιερόπλοιων μέσω της χρήσης του λογισμικού excel. Πηγή ενέργειας για την λειτουργία του λιμένα είναι συμβατική ηλεκτρική ενέργεια η οποία προέρχεται από την ΤΜΗ και για τα κρουαζιερόπλοια ένα από τα ορυκτά καύσιμα, το βαρύ μαζούτ (HFO). Το αποτέλεσμα από την ανάλυση των δεδομένων για την εκτίμηση των μηνιαίων καταναλώσεων του Λ-Κ για το 2022 παρουσιάζεται στο Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.. Ακολουθεί ένα παράδειγμα για την κατανόηση της διαδικασίας διεξαγωγής των αποτελεσμάτων μέσω των εξισώσεων **Εξίσωση 3.1** , **Εξίσωση 3.2**, **Εξίσωση 3.3**.

- Για τον υπολογισμό των καταναλώσεων του πλοίου Onward:

Εφαρμογή της **Εξίσωση 3.1** :

$$(\bar{K}_{KE}^x)_{Onward} = \frac{(\bar{K}_{KE/24\omega\rho o}^x)_{Onward} (kWh) \cdot 0.5}{1000} = \frac{11.43 \cdot 0.5}{1000} = 5.72 \left[ \frac{kWh}{pass} \right]$$

$$(\bar{K}_{KE}^k)_{Onward} = \frac{(\bar{K}_{KE/24\omega\rho o}^k)_{Onward} (kWh) \cdot 0.5}{1000} = \frac{12.89 \cdot 0.5}{1000} = 6.45 \left[ \frac{kWh}{pass} \right]$$

Ακολουθεί παρουσίαση του Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε. από το υπολογιστικό φύλλο excel των αποτελεσμάτων κατανάλωσης ενέργειας αναλυτικά για κάθε κατηγορία κατανάλωσης ενέργειας εφαρμόζοντας την παραπάνω μέθοδο.

ONWARD	Μ.Ο					
	Σε 24ωρες [KWh/Pass]			Κατανάλωση σε ελλιμενισμό(12h) [KWh/Pass]		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ
Κλιματισμός	12.89	11.43	12.16	6.45	5.72	6.08
Βοηθητική Προπέλα	0.38	0.24	0.31	0.19	0.12	0.16
Ξενοδοχειακές υπηρεσίες	54.03	0.24	27.14	27.01	0.12	13.57
Σύνολο	67.30	11.92	39.61	33.65	5.96	19.80

Πίνακας 4.1 Καταναλώσεις Onward

- Για τον μήνα Ιανουάριο του 2022 για το KZ onward:

Εφαρμογή της **Εξίσωση 3.2** Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια KZ στ:

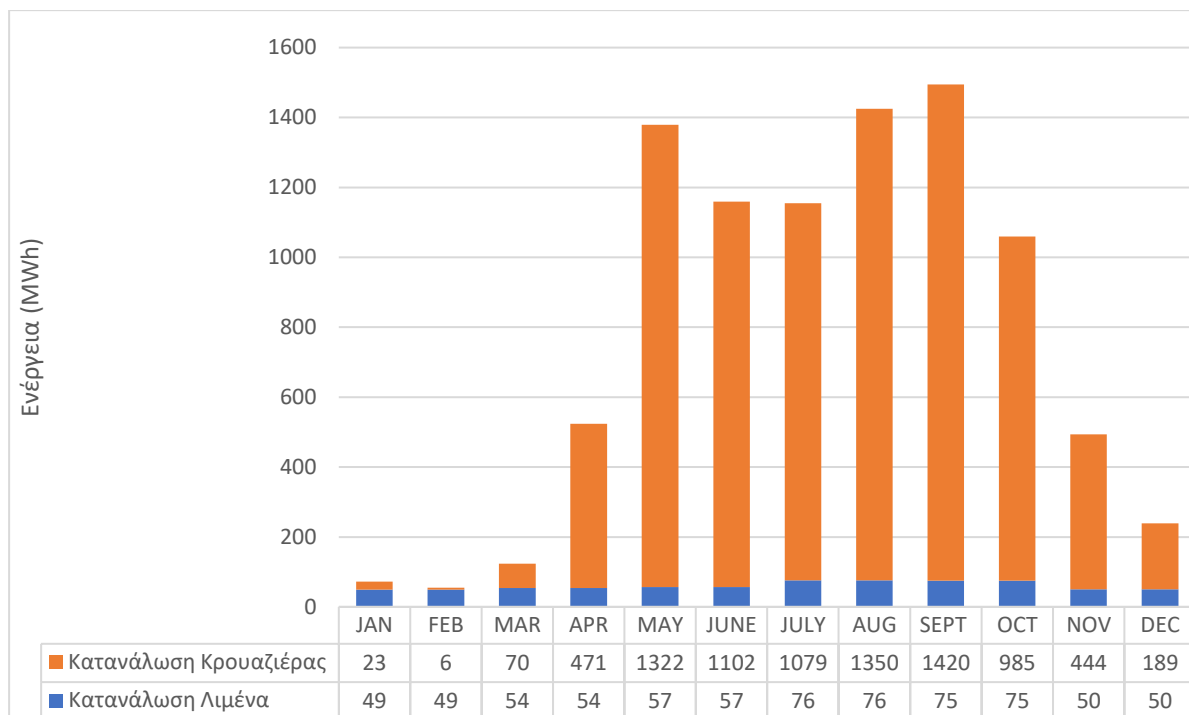
$$(K_{\mu})_{Onward}^x = ((5.72 + 0.12 + 0.12) \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 10^{-3})_{Onward} = 5,96 [MWh]$$

Η διαδικασία αυτή ακολουθήθηκε και για τα υπόλοιπα ΚΖ και διαμορφώθηκε ο παρακάτω πίνακας.

Μήνας	Onward	Journey	Pursuit	Quest	Σύνολο
Ιαν	5.96	19.63	0	0	23.11
Φεβ	5.96	0	0	0	5.95
Μαρ	5.96	19.63	25.51	22.29	70.33
Απρ	41.71	137.44	178.56	133.72	470.63
Μάϊ	437.45	260.57	306.64	359.29	1321.77
Ιού	370.15	220.48	259.46	287.44	1102.27
Ιουλ	370.15	220.48	259.46	263.48	1078.94
Αυγ	471.10	280.62	330.22	311.39	1349.87
Σεπ	471.10	280.62	330.22	383.25	1419.86
Οκτ	83.42	274.87	357.12	312.02	984.68
Νοε	35.75	117.80	153.05	156.01	443.71
Δεκ	17.88	58.90	76.52	44.57	189.29
Σύνολο	2,316.58	1,652.78	2,276.77	2,214.35	<b>8,460.48</b>

**Πίνακας 4.2** Μηνιαίες καταναλώσεις των ΚΖ σε MWh

Με την εφαρμογή της **Εξίσωση 3.3** δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα.



**Διάγραμμα 4.1** Μηνιαίες καταναλώσεις του ΚΖ-λιμένα κατά την τρέχουσα κατάσταση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μέσων καταναλώσεων των ΚΖ τα οποία προέκυψαν από τα ενεργειακά προγράμματα του 2022 της Azamara Cruises και του προγράμματος κρουαζιέρας του λιμένα κατά την διάρκεια ελλιμενισμού.

<i>(KWh/pass)</i>	<i>AC'S energy</i>	<i>Thruster energy</i>	<i>Hotel &amp; Eng. energy</i>	<i>total</i>
<i>JOURNEY</i>	3.99	1.33	14.52	19.85
<i>ONWARD</i>	6.08	0.16	13.57	19.80
<i>PURSUIT</i>	2.42	0.12	22.01	24.55
<i>QUEST</i>	3.25	0.14	19.74	23.12

**Πίνακας 4.3** Καταναλώσεις των πλοίων Azamara σε KWh/pass.

Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις, **Εξίσωση 3.4**, **Εξίσωση 3.5** βρέθηκαν οι ετήσιες εκπομπές ξεχωριστά για το κάθε ΚΖ. Στον **Πίνακας 4.4** παρουσιάζονται οι εκπομπές της κρουαζιέρας μηνιαία για το 2022 και στο **Διάγραμμα 4.2** η συνολικές εκπομπές του Λ-Κ.

- Για την περίπτωση του Onward:

Εφαρμογή της **Εξίσωση 3.4**:

$$KK_{Onward}^x = 200 \cdot (K_{\mu})_{Onward}^x = 200 \cdot 5.96 = 1192 \text{ kg}$$

Εφαρμογή της **Εξίσωση 3.5**:

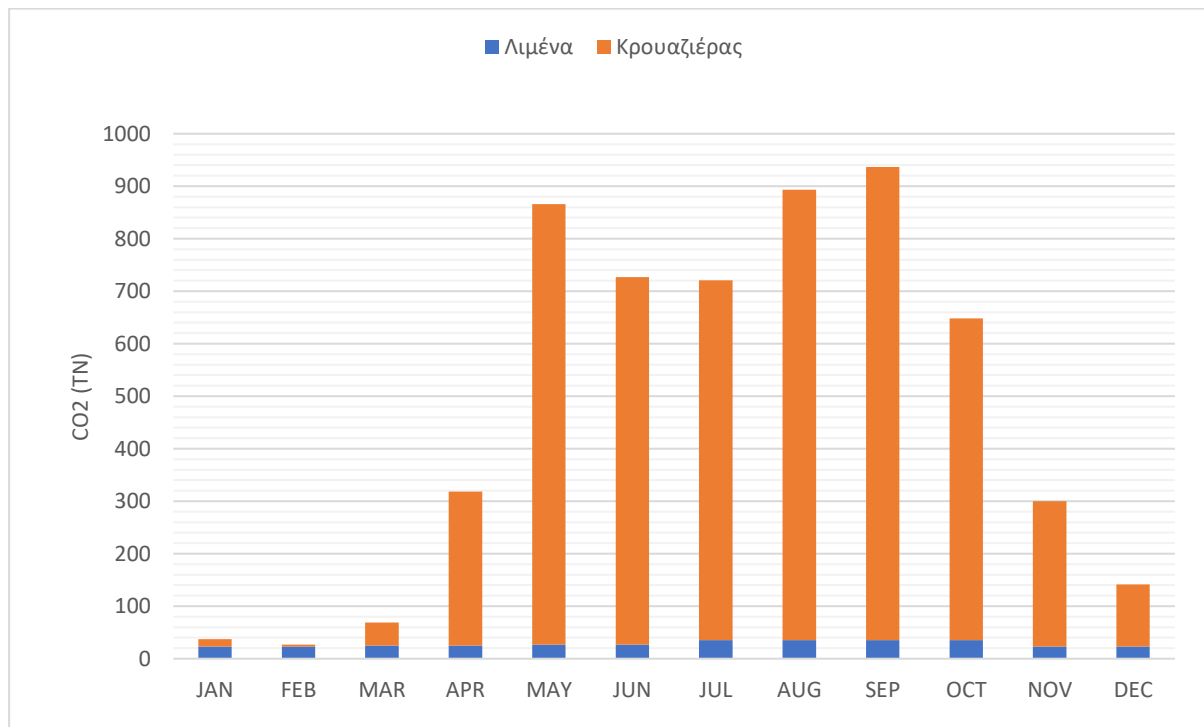
$$P_{Onward}^x = ESE \cdot KK_{Onward}^x = 3.114 \cdot 1192 = 3,711 \text{ kg}$$

Στην συνέχεια υπολογίζοντας και τις εκπομπές των υπόλοιπων ΚΖ για τον μήνα Ιανουάριο προσδιορίζεται η συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub>. Έτσι ακολουθείται η ίδια μέθοδος για όλους τους μήνες δημιουργώντας τον παρακάτω πίνακα.

	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
CO <sub>2</sub> (tn)	14	4	44	293	839	700	686	858	902	613	276	118

**Πίνακας 4.4** Μηνιαίες εκπομπές CO<sub>2</sub> κρουαζιέρας σε tn.

Σύμφωνα με την **Εξίσωση 3.6** παρουσιάζεται το παρακάτω διάγραμμα.



**Διάγραμμα 4.2** Μηνιαία κατανομή εκπομπής CO<sub>2</sub> από Λ-Κ τρέχουσας κατάστασης.



Στη συνέχεια παρουσιάζονται μερικά από τα κύρια αποτελέσματα του βασικού σεναρίου στον παρακάτω πίνακα.

Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ΚΖ (MWh)	<b>8,460</b>
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση συστήματος λιμένα (MWh)	721
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση Λ-Κ (MWh)	9,181
Ετήσια κατανάλωση καυσίμου (HFO) (tn)	1717
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από ΚΖ ετησίως (tn)	5,348
Συντελεστής εκπομπών ΚΖ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.6
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από λιμένα ετησίως (tn)	337
Συντελεστής εκπομπών λιμένα (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.5
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από Λ-Κ ετησίως (tn)	5,685
Συντελεστής εκπομπών Λ-Κ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.62
Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (€)	13,885
Yearly social cost (€)	568,475
Ποσοστό προμήθειας ενέργειας από το δίκτυο	7.8%

**Πίνακας 4.5** Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Βασικού σεναρίου.

## 4.2 Σενάρια

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι εναλλακτικές λύσεις για την μετατροπή του συμβατικού τουριστικού λιμένα της Ρόδου σε ένα πιο φιλικό προς το περιβάλλον λιμένα με γνώμονα την αειφορία, την ενεργειακή αυτονομία και την βιωσιμότητα. Για το έργο που θα μελετηθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία έχει ληφθεί ελάχιστος χρόνος ζωής στα 25 έτη. Πιο συγκεκριμένα, θα αναπτυχθούν αναλυτικά τα τέσσερα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης του τουριστικού λιμένα. Στο πρώτο σενάριο γίνεται η εγκατάσταση του συστήματος ανατροφοδότησης από την ξηρά (cold ironing) αλλάζοντας τα ενεργειακά δεδομένα λόγω της ηλεκτροδότησης πλέον και του συστήματος της κρουαζιέρας. Στη συνέχεια στο δεύτερο σενάριο ενσωματώνεται το σύστημα ηλεκτρικής παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ για την μερική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών λόγω του περιορισμένου χώρου που διαθέτει το λιμάνι για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Επισημαίνεται ότι η ηλεκτρική τροφοδότηση του Λ-Κ γίνεται με τον τρόπο του ενεργειακού συμψηφισμού (Net-Metering). Στο τρίτο σενάριο επιδιώκεται η κάλυψη περισσότερης έκτασης σε σημεία τα οποία θα ήταν πιθανό να δοθεί η άδεια από το ΔΛΤΝΔ για να παραχωρηθούν ως ωφέλιμος χώρος προς χωροθέτηση. Στο τέταρτο σενάριο παρουσιάζεται η ιδανική παραγωγή ενέργειας με Net Metering για την πλήρη κάλυψη κυρίως της αδιάλειπτης λειτουργίας των κρουαζιερόπλοιων αλλά και του ίδιου του λιμένα.

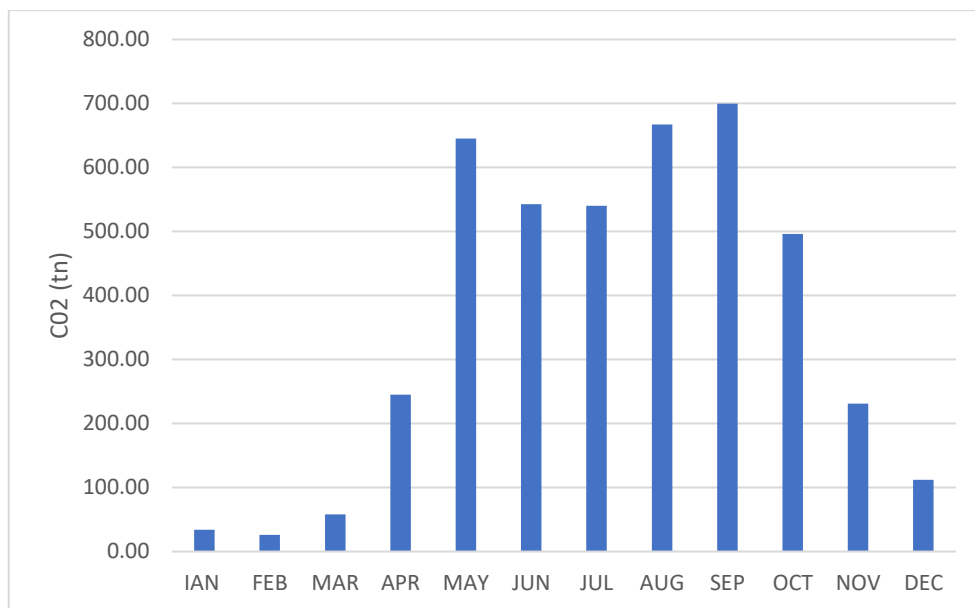
### 4.2.1 Σενάριο 1: Προσθήκη συστήματος CI με πλήρη ενεργειακή κάλυψη από το δίκτυο

Μέσω της οδηγίας 2014/94/ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση υποχρέωσε τους ευρωπαϊκούς λιμένες να παρέχουν εγκαταστάσεις που θα επιτρέπουν τη χρήση παροχής ρεύματος στην ξηρά. Ωστόσο παρά την πολιτική αυτή εντολή, δημόσιες επενδύσεις για την παροχή εγκαταστάσεων OPS (Onshore Power Supply) στα λιμάνια και τα ευρύτερα πλεονεκτήματα βιωσιμότητας, η χρήση CI είναι προαιρετική στην Ε.Ε σε σχέση με άλλες λύσεις. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα κυριότερα αποτελέσματα της ανάλυσης.

Καθαρή παρούσα αξία (€)	-5,582,207
Αρχικό κόστος Επένδυσης (€)	3,365,000
Ετήσιο κόστος συντήρησης & Λειτουργίας (€)	168,250
Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (€)	176,926
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από Λ-Κ ετησίως (tn)	4,297
Συντελεστής εκπομπών Λ-Κ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.47
Ποσοστό προμήθειας ενέργειας από το δίκτυο	100%
Yearly social cost (€)	429,669
LCC index (€)	5,553,585
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	-
Προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής	-
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR (%)	-
<b>T.P (€)</b>	<b>-149,526</b>

**Πίνακας 4.6** Κυρίως αποτελέσματα ανάλυσης Σεναρίου 1

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η μηνιαία εκπομπή CO<sub>2</sub> για το έτος 2022 η οποία παραγωγή γίνεται σε αυτή τη φάση μόνο από την ΤΜΗ που καλύπτει πλέον όλες τις ενεργειακές απαιτήσεις.



**Διάγραμμα 4.3** Εκπομπές CO2 ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 1

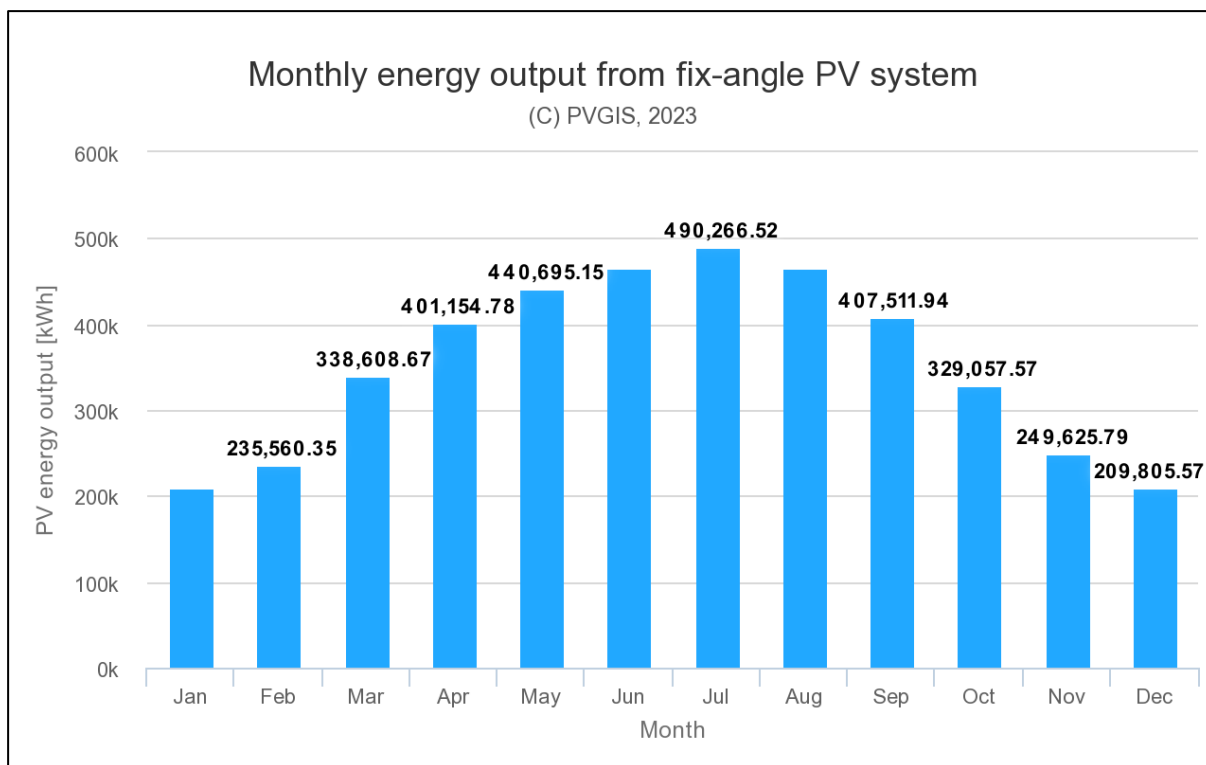
#### 4.2.2 Σενάριο 2: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την μερική κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering (προτεινόμενος χώρος)

Σε αυτό το σενάριο γίνεται η εισαγωγή ΑΠΕ για την παραγωγή ηλιακής προς ηλεκτρική ενέργεια με σκοπό την μερική κάλυψη της λειτουργίας των κρουαζιερόπλοιων τα οποία ελλιμενίζονται στις προβλήτες του λιμένα και της λειτουργίας αυτού. Το ΦΣ που θα εγκατασταθεί διαθέτει πλαίσια **JKM630N-78HL4** της Jinko Solar και ως μετατροπείς τάσης έναν συνδυασμό των **Symo 17.5-3-M** και ο **TAURO ECO 100 3-P** της εταιρίας Fronius. Μετά από ανάλυση των δεδομένων εξήχθησαν τα παρακάτω αποτελέσματα από την λειτουργία του ΦΣ τα οποία αναπαρίστανται στον παρακάτω πίνακα και διαγράμματα.

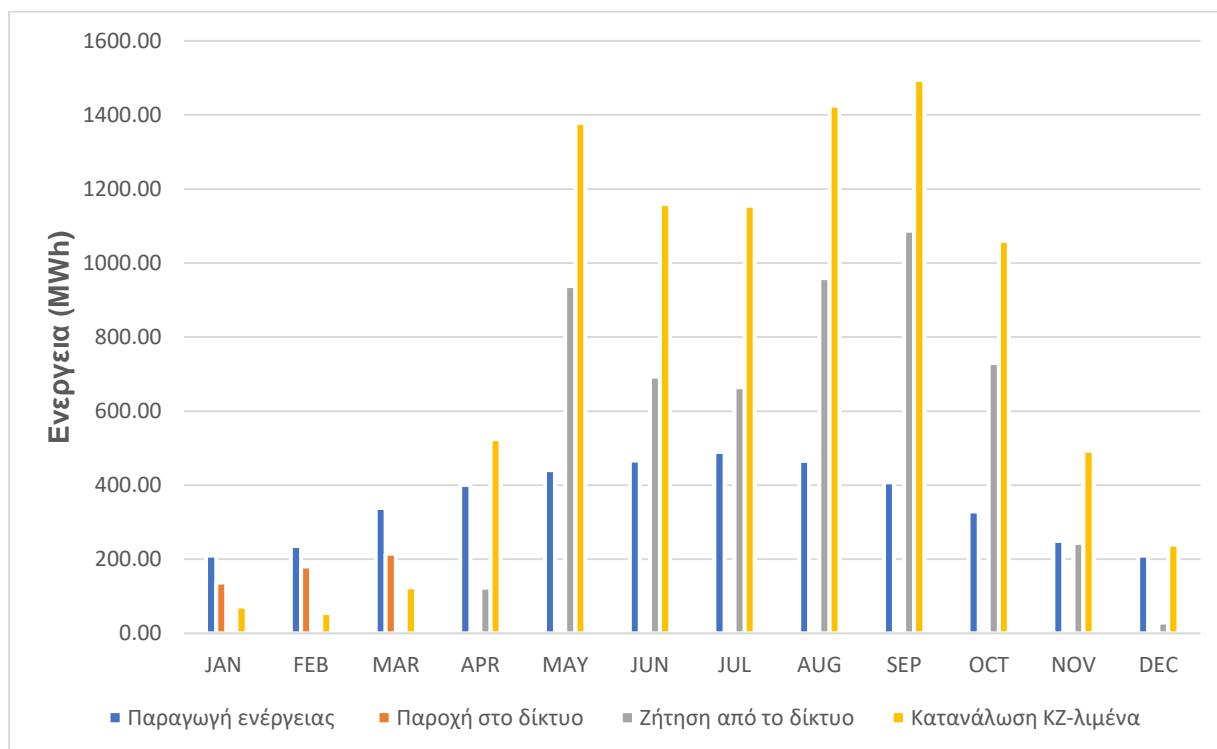
Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	-2,179,996
Κόστος Αρχικής Επένδυσης (€)	6,506,793
Ετήσιο κόστος συντήρησης & Λειτουργίας (€)	207,151
Πλήθος Πλαισίων	4,095
Ισχύς Συστήματος (MW)	2.62
Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας (MWh)	4,244

Net Metering ετήσια παροχή στο δίκτυο (MWh)	532
Net Metering ετήσια ζήτηση (MWh)	5,469
Ποσοστό κάλυψης (%)	46
Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (€)	95.131
Ποσοστό προμήθειας ενέργειας από το δίκτυο	54
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από Λ-Κ ετησίως (tn)	2310
Συντελεστής εκπομπών Λ-Κ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.25
Yearly social cost (€)	231,040
LCC index (€)	9,578,465
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	15
Προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής	22
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR (%)	-1
Κόστος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ΦΣ (LCOE) (€/KWh)	0.065
<b>T.P (€)</b>	<b>231,040</b>

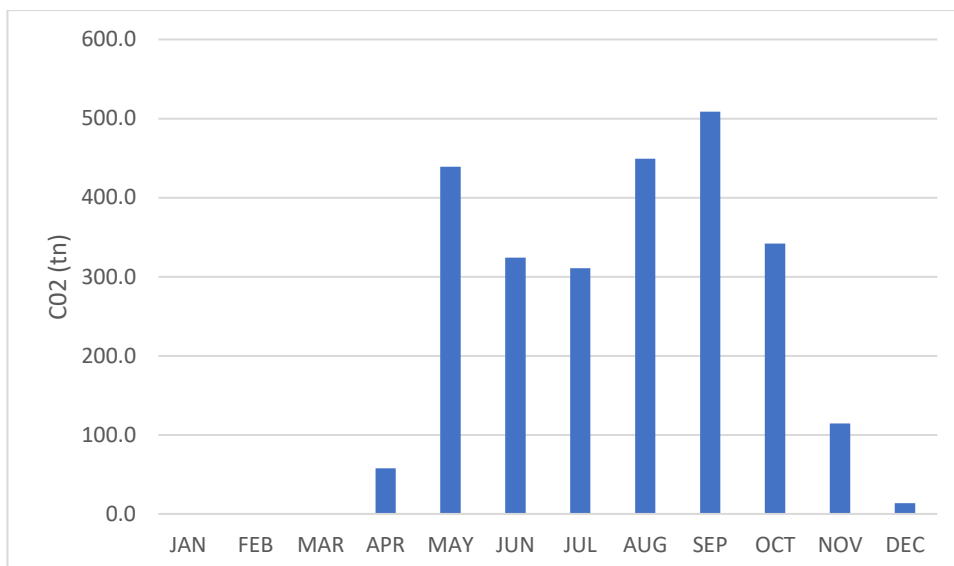
**Πίνακας 4.7** Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 2



**Διάγραμμα 4.4** PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 2



**Διάγραμμα 4.5** Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο 2



**Διάγραμμα 4.6** Εκπομπές CO2 ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 2

#### 4.2.3 Σενάριο 3: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την μερική κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering (Εκμετάλλευση όλου του χώρου)

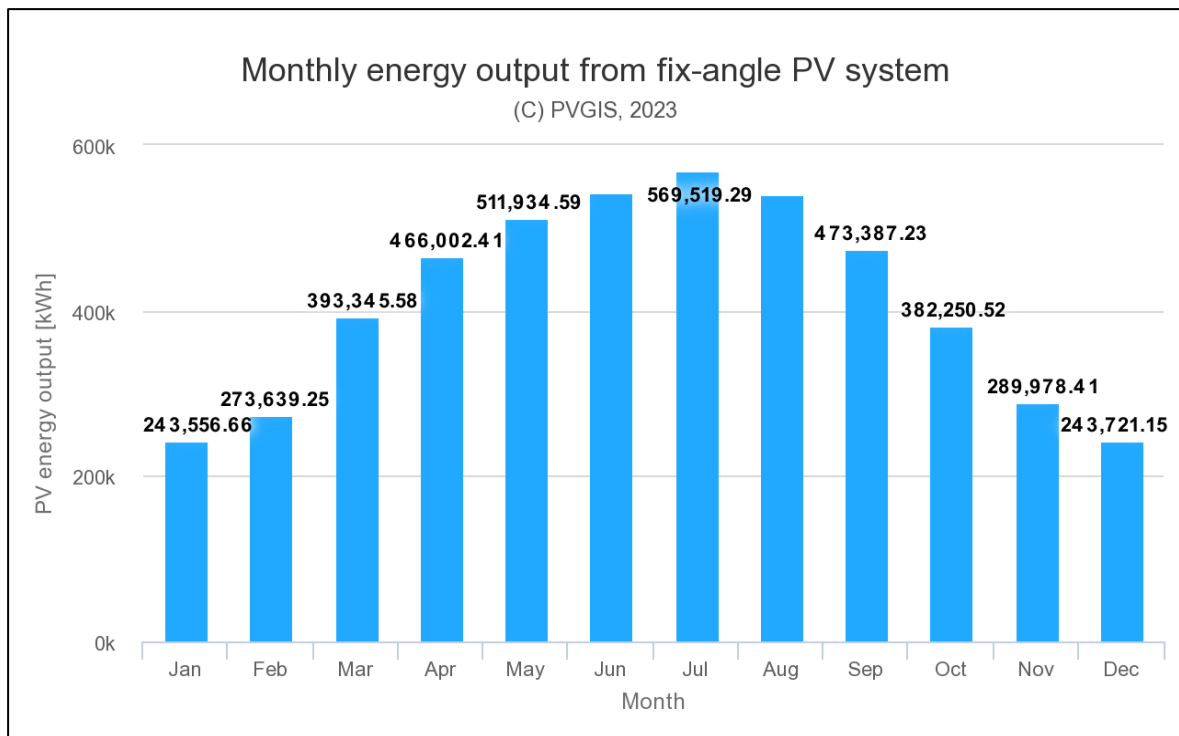
Το ΦΣ που θα εγκατασταθεί διαθέτει πλαίσια **JKM630N-78HL4** της Jinko Solar και ως μετατροπείς τάσης έναν συνδυασμό των **Symo 17.5-3-M** και ο **TAURO ECO 100 3-P** της εταιρίας Fronius. Η διαφορά με το προηγούμενο σενάριο βρίσκεται στον επιπλέον χώρο τοποθέτησης των ΦΠ. Μετά από ανάλυση των δεδομένων εξήχθησαν τα παρακάτω αποτελέσματα από την λειτουργία του ΦΣ τα οποία αναπαρίστανται στον παρακάτω πίνακα και διαγράμματα.

Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	-1,670,513
Κόστος Αρχικής Επένδυσης (€)	7,055,095
Ετήσιο κόστος συντήρησης & Λειτουργίας (€)	213,439
Πλήθος Πλαισίων	4,719
Ισχύς Συστήματος (MW)	3.04
Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας (MWh)	4,930
Net Metering ετήσια παροχή (MWh)	664

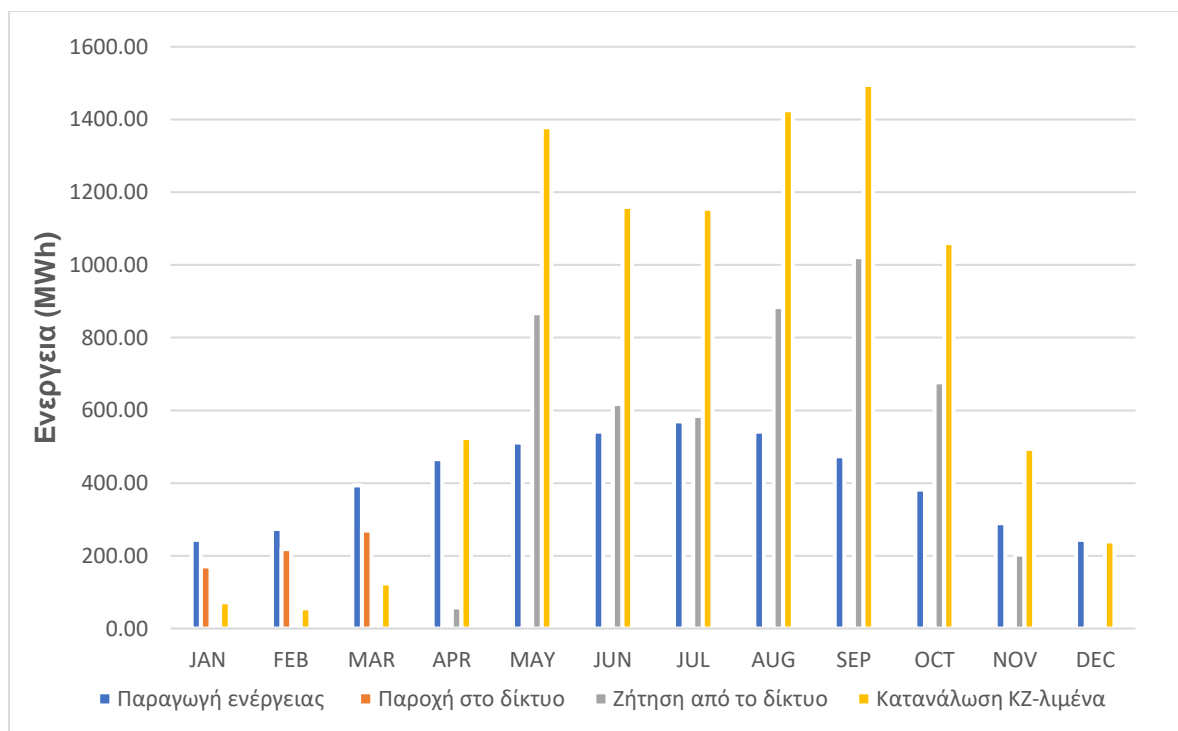
Net Metering ετήσια ζήτηση (MWh)	4,914
Ποσοστό κάλυψης (%)	54
Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (€)	81,911
Ποσοστό προμήθειας ενέργειας από το δίκτυο	46
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από Λ-Κ ετησίως (tn)	1989
Συντελεστής εκπομπών Λ-Κ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0.22
Yearly social cost (€)	198,932
LCC index (€)	10,220,013
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	14
Προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής	19
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR (%)	2
Κόστος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ΦΣ (LCOE) (€/KWh)	0.065
<b>T.P (€)</b>	<b>363,131</b>

**Πίνακας 4.8** Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 3

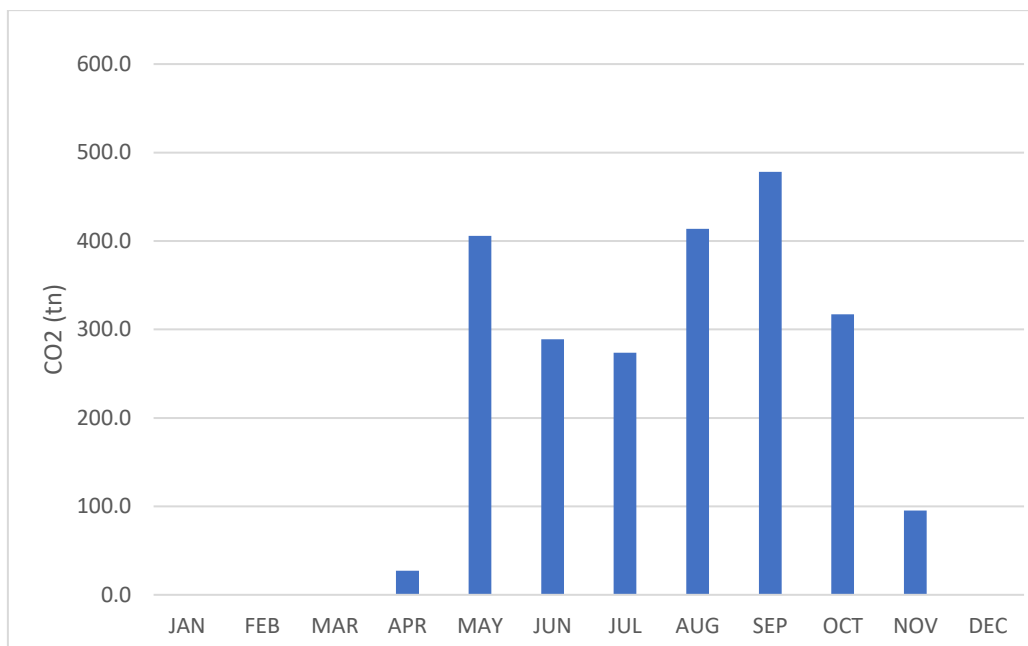




**Διάγραμμα 4.7** PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 3



**Διάγραμμα 4.8** Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο



**Διάγραμμα 4.9** Εκπομπές CO2 ανά μήνα του 2022 Σεναρίου 3

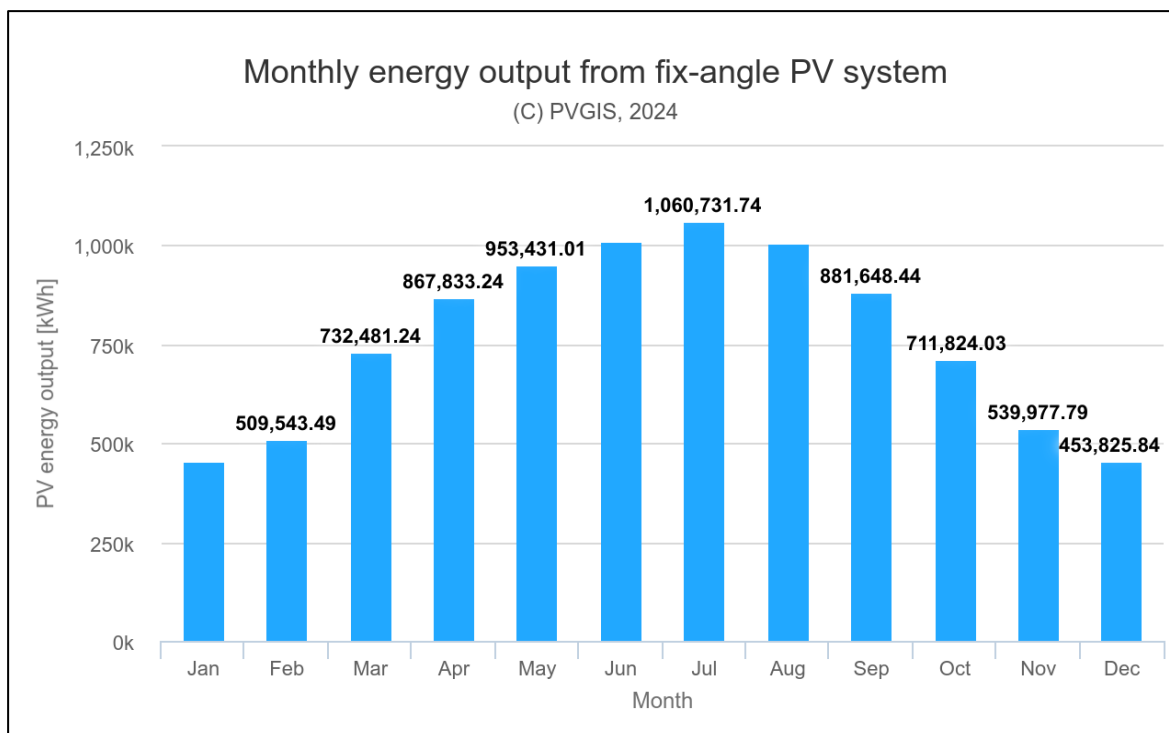
#### 4.3 Σενάριο 4: Εισαγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για την πλήρη κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με Net Metering

Σε αυτό το σενάριο εξετάζεται η πιθανότητα να καλυφθεί όλη η απαίτηση σε ενέργεια του Λ-Κ. Είναι ένα υποθετικό σενάριο για το λόγω ότι δεν υπάρχει τόσος διαθέσιμος χώρος που να εξασφαλίζει την παρακάτω ισχύ του ΦΣ. Βέβαια αυτό δεν το καθιστά και αδύνατο. Και σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιούνται τα πλαίσια **JKM630N-78HL4** της Jinko Solar και ως μετατροπείς τάσης έναν συνδυασμό των **Symo 17.5-3-M** και ο **TAURO ECO 100 3-P** της εταιρίας Fronius. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την λειτουργία του ΦΣ τα οποία αναπαρίστανται στον παρακάτω πίνακα και διαγράμματα.

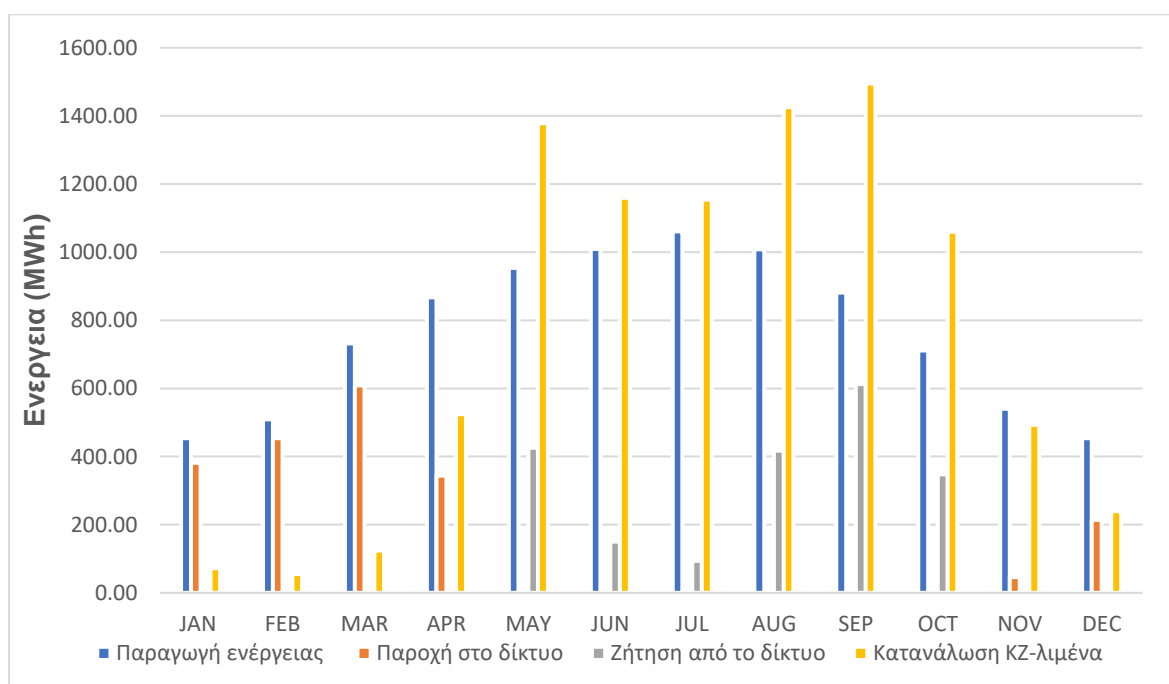
Καθαρή παρούσα αξία (€)	855,387
Κόστος αρχικής επένδυσης (€)	10,305,850
Ετήσιο κόστος συντήρησης & λειτουργίας (€)	252,401
Πλήθος πλαισίων	8,237
Ισχύς συστήματος (MW)	5.66
Έκταση τοποθέτησης πάνελ (m2)	37,710

Ήδη υπάρχουσα διαθέσιμη έκταση (m <sup>2</sup> )	26,509
Ετήσια παραγωγή ενέργειας (MWh)	9,182
Net Metering ετήσια παροχή (MWh)	2048
Net Metering ετήσια ζήτηση (MWh)	2048
Ποσοστό κάλυψης (%)	100
Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (€)	0
Ποσοστό προμήθειας ενέργειας από το δίκτυο	0
Εκπομπές CO <sub>2</sub> από Λ-Κ ετησίως (tn)	0
Συντελεστής εκπομπών Λ-Κ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)	0
Yearly social cost (€)	0
LCC index (€)	14,048,519
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	10
Προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής	14
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR (%)	5
Κόστος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ΦΣ (LCOE) (€/KWh)	0.066
<b>T.P (€)</b>	<b>752,703</b>

**Πίνακας 4.9** Κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης του Σεναρίου 4



**Διάγραμμα 4.10** PV-GIS αποτελέσματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σεναρίου 4



**Διάγραμμα 4.11** Διαχείριση ενέργειας σύμφωνα με την λειτουργία Net Metering – Σενάριο 4

#### 4.4 Σύγκριση σεναρίων

Σε αυτό το κεφάλαιο συγκεντρώνονται όλα τα κύρια αποτελέσματα των σεναρίων, δηλαδή τα αποτελέσματα τα οποία θα καθορίσουν ποιο σενάριο χαρακτηριστεί το πιο αποδοτικό ως προς την επενδυτική του δυναμικότητα και κυρίως ως προς την βιωσιμότητα του στον παρακάτω πίνακα. Παρουσιάζεται στον **Πίνακας 4.10** το κάθε σενάριο η διαθεσιμότητα ή η συνύπαρξη του συστήματος CI με την λειτουργία Net Metering, τα αποτελέσματα της παραγωγής από το ΦΣ (ΙΣ: Ισχύς Συστήματος, ΠΗΕ: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, ΠΚ: Ποσοστό Κάλυψης), του κόστους (ΑΚΕ: Αρχικό Κόστος Επένδυσης, ΚΠΑ: Καθαρή Παρούσα Αξία, Ο&Μ: Operation and Maintenance,  $LCC_{index}$ : Life Cycle Cost, YSC: Yearly Social Cost), της απόδοσης (ΠΑ: Περίοδος Αποπληρωμής, ΕΒΑ: Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης) και των εκπομπών CO<sub>2</sub> (Συντελεστής Εκπομπών: ΣΕ).

Στον **Πίνακας 4.11** παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα έσοδα (ΠΗΕΚ: Πώληση Ηλεκτρικής Ενέργειας στα Κρουαζιερόπλοια), τα έξοδα (Ο&Μ ΦΣ: Operation and Maintenance Φωτοβολταϊκού Πάρκου, Ο&Μ CI: Operation and Maintenance Cold Ironing, ΑΗΕ: Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, SC: Social Cost), και οι ταμιακές ροές (TP) των σεναρίων. Ακόμα στον **Πίνακας 4.12** παρουσιάζονται τα εξωτερικά κέρδη μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα (ΚΜΔΑ) και για τα τέσσερα σενάρια.

Στο **Διάγραμμα 4.12 α ,β** ακολουθεί μια αναλογική αναπαράσταση των χρηματοροών πάνω σε μία χρονολογική γραμμή, από τον χρόνο μηδέν (0) που γίνεται η επένδυση έως τον εικοστό πέμπτο (25<sup>ο</sup>) χρόνο, ο οποίος ορίστηκε ως το πέρας του χρόνου ζωής του έργου. Για το κάθε σενάριο έχει δημιουργηθεί και η αντίστοιχη χρονολογική γραμμή, ονομάζοντάς αυτές με Σ1 για το σενάριο 1, Σ2 για το σενάριο 2, με Σ3 για το σενάριο 3, Σ4 για το σενάριο 4.

Σενάριο	Net Metering	Cold Ironing	Παραγωγή			Κόστος					Απόδοση		Εκπομπές	
			ΙΣ (MW)	ΠΗΕ (MWh)	ΠΚ (%)	ΑΚΕ (€)	ΚΠΑ (€)	Ο&Μ (€)	LCC <sub>index</sub> (€)	ΥSC (€)	ΠΑ (y)	ΕΒΑ (%)	CO <sub>2</sub> (tn)	ΣΕ (kgCO <sub>2</sub> /KWh)
Τρέχουσα κατάσταση	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-568,475	-	-	5,685	0.62
1	-	✓	-	-	-	3,365,000	-5,582,207	168,250	5,553,585	-429,670	-	-	4,297	0.47
2	✓	✓	2.62	4,244	46	6,506,793	-2,179,996	207,151	9,578,465	-231,040	15	-1	2,310	0.25
3	✓	✓	3.04	4,930	54	7,055,095	-1,670,513	213,439	10,220,014	-198,932	14	2	1,989	0.22
4	✓	✓	5.66	9,182	100	10,305,850	855,387	252,402	14,048,520	0	10	5	0	0

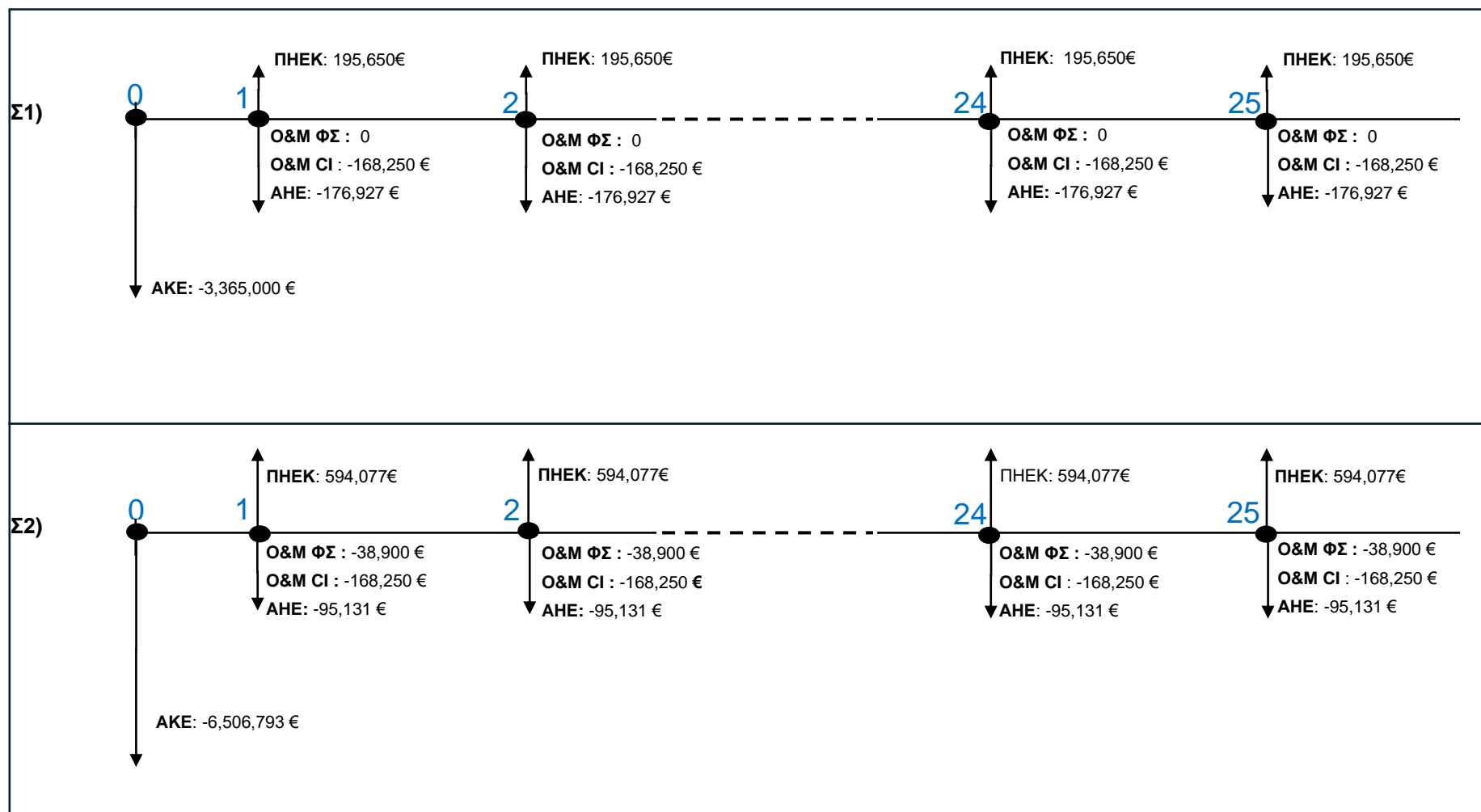
**Πίνακας 4.10** Αποτελέσματα όλων των σεναρίων για την μεταξύ τους σύγκριση ως προς το είδος/οι του/ων συστήματος/ων λειτουργείας ,την παραγωγή ενέργειας, τα κόστη του συστήματος , την απόδοση της επένδυσης και τις εκπομπές του CO<sub>2</sub>.

Σενάριο	Έσοδα (€)	Έξοδα (€)			T.P (€)
	ΠΗΕΚ	Ο&Μ ΦΣ	Ο&Μ CI	ΑΗΕ	
1	195,650	0	168,250	176,927	-149,526
2	594,077	38,901	168,250	95,131	291,795
3	658,481	45,189	168,250	81,911	363,131
4	1,005,105	84,152	168,250	0	752,703

**Πίνακας 4.11** Αποτελέσματα εσόδων/εξόδων/T.P όλων των σεναρίων

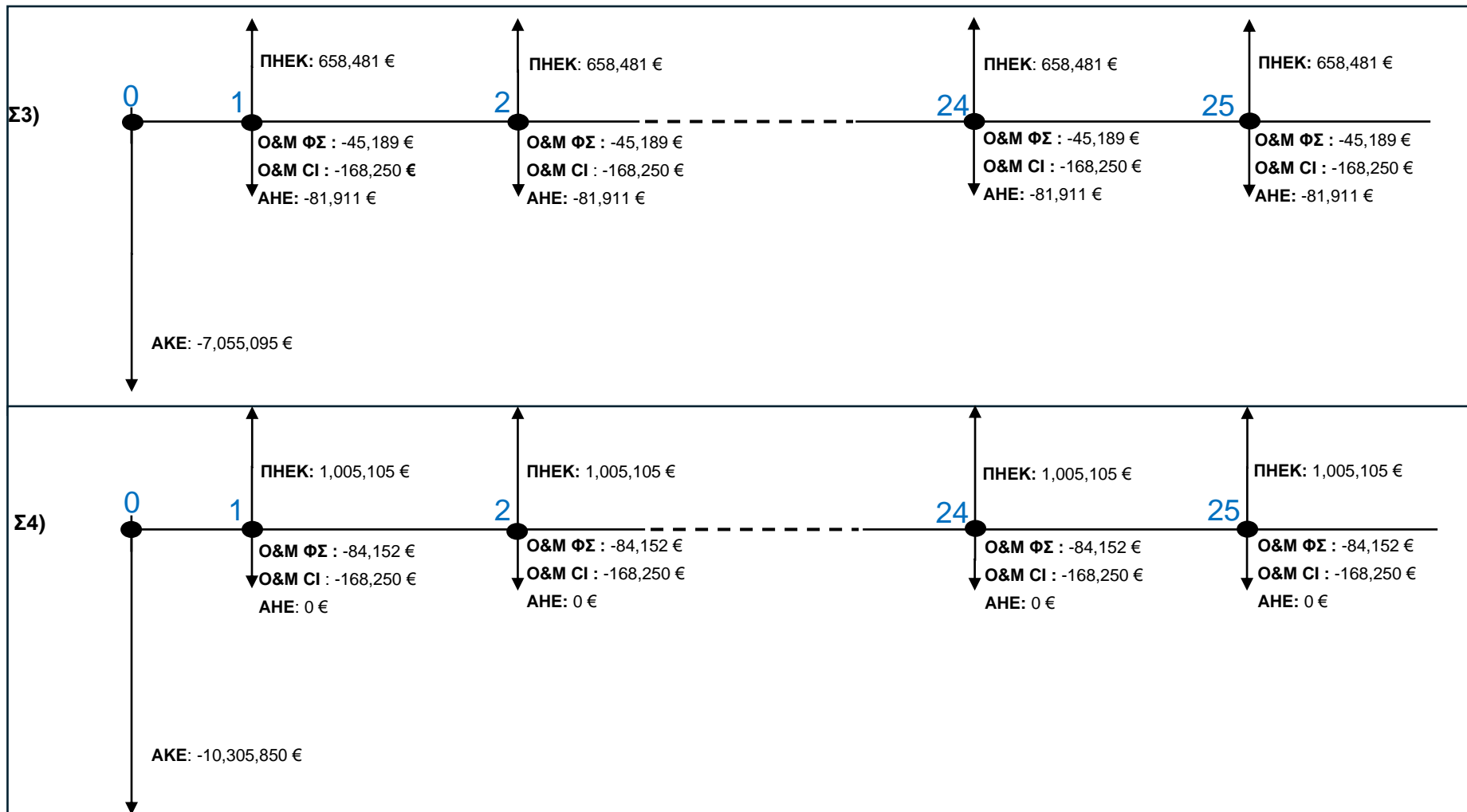
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
<b>ΚΜΔΑ (€)</b>	138,805	337,434	369,542	568,475

**Πίνακας 4.12** Πίνακας κέρδους μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα από την σύγκριση των social cost κάθε σεναρίου με αυτό της τρέχουσας κατάστασης.



**Διάγραμμα 4.12α** Ροές εσόδων/εξόδων για την επένδυση κάθε σεναρίου κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής του έργου.





**Διάγραμμα 4.13β** Ροές εσόδων/εξόδων για την επένδυση κάθε σεναρίου κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής του έργου.

## 5 Συμπεράσματα-Συζήτηση

### 5.1 Ανάλυση συμπερασμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Για να καταστεί πιο εύκολη και στοχευμένη σύγκριση των σεναρίων, θα διαχωριστούν κατάλληλα. Για κάθε σενάριο θα σχολιάζονται τα αποτελέσματα και στην συνέχεια θα συγκρίνεται με την σειρά με την τρέχουσα κατάσταση.

Ξεκινώντας με την πρώτη σύγκριση, στο τρέχον σενάριο παρουσιάζεται ένας τυπικός συμβατικός τουριστικός λιμένας, όπου βρίσκεται υπό πλήρη εξάρτηση από το ΤΜΗ, στο οποίο ενεργεί σχεδόν ολόκληρη η κρουαζιέρα του νησιού. Από την άλλη πλευρά βρίσκεται η κρουαζιέρα η οποία ως βασικό της λειτουργικό μέσο είναι τα ΚΖ που τροφοδοτούνται αποκλειστικά από ορυκτό καύσιμο, το βαρύ μαζούτ (HFO). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην τρέχουσα κατάσταση είναι αρκετά σημαντικές που σημαίνει ένα αρκετά αυξημένο YSC. Στο πρώτο σενάριο, εισάγοντας το σύστημα του CI επιτυγχάνεται η εξάλειψη της τοπικής ρύπανσης από την κρουαζιέρα με το σβήσιμο των βοηθητικών μηχανών του εκάστοτε ΚΖ. Έτσι οι εκπομπές στο λιμάνι και στην γύρω κοινότητα θα είναι μηδενικές. Όμως υπεύθυνη για την λειτουργία της κρουαζιέρας καθίσταται η ΤΜΗ που θα τροφοδοτεί μέσω του τοπικού δικτύου τα ΚΖ, δηλαδή μέσω του συστήματος ανατροφοδότησης από ξηρά. Επιπρόσθετα οι εκπομπές CO<sub>2</sub> στο πρώτο σενάριο ανέρχονται στους 4297 τόνους, μειωμένες σε σύγκριση με το βασικό σενάριο στο οποίο παράγονται 5,685 τόνοι. Παρατηρείται όσον αφορά την επένδυση του έργου, αρνητική καθαρή παρούσα αξία με αρνητικές ταμειακές ροές χαρακτηρίζοντας έτσι την επένδυση ως μη αποδεκτή. Ακόμα η επένδυση θεωρείται σταθερή που αυτό οφείλεται στον χαμηλό δείκτη LCC. Σίγουρα το πρώτο σενάριο δεν είναι μία περίπτωση με την οποία οδηγεί τον λιμένα σε ένα πιο βιώσιμο σύστημα αλλά υπάρχει κάποια μείωση κατά 25% των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Στο δεύτερο σενάριο εισάγεται το ΦΣ χωροθετώντας το σύμφωνα με τις υποδείξεις του ΔΛΤΝΔ, για την επίτευξη της μερικής αυτόνομης λειτουργίας των ΚΖ και κατ' επέκταση του Λ-Κ διατηρώντας το σύστημα CI και προσθέτοντας την λειτουργία Net-Metering. Με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια καλύπτεται το 46% των ενεργειακών αναγκών του Λ-Κ. Οι εκπομπές μειώνονται σημαντικά ως ένα βαθμό συγκριτικά με την τρέχουσα κατάσταση όπως και το YSC. Η καθαρή παρούσα αξία υπολογίζεται αρνητική καθιστώντας και αυτή την επένδυση μη αποδεκτή. Το κόστος επένδυσης αυξάνεται λόγω της προσθήκης του ΦΣ. Παρ' όλα αυτά με το δεύτερο σενάριο πραγματοποιείται μία μείωση κατά 60% των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Στο τρίτο σενάριο εξακολουθεί να ισχύει το ίδιο σύστημα με το δεύτερο σενάριο με την διαφορά ότι αυξάνεται ο διαθέσιμος χώρος χωροθέτησης εκτός πλαισίου του ΔΛΤΝΔ. Έτσι αυξάνοντας τα ΦΠ, αυξάνεται και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την ετήσια κάλυψη να ανέρχεται στο 54%. Όσον αφορά τον οικονομικό παράγοντα δεν διαφέρουν με το δεύτερο σενάριο, εκτός από την μείωση της αρνητικής καθαρής πατούσας αξίας και την αισθητή αύξηση στις ταμειακές ροές, γεγονός που δείχνει ότι αυξάνοντας την ισχύ του ΦΣ τείνει η επένδυση να γίνει συμφέρουσα. Συγκριτικά με την τρέχουσα κατάσταση οι

εκπομπές έχουν μειωθεί κατά 65%. Επομένως η επένδυση του τρίτου σεναρίου είναι και αυτή μη συμφέρουσα, ωστόσο κατορθώνεται περισσότερη μείωση των εκπομπών.

Στο τέταρτο σενάριο επιδιώκεται η πλήρης αυτονομία του συστήματος Λ-Κ με την τοποθέτηση των ΦΠ να ξεπερνάει κατά πολύ σε έκταση τον υποδειγματικό χώρο του ΔΛΤΝΔ υποθέτοντας επιπλέον 11200 m<sup>2</sup> χώρο εκτός του χώρου των λιμένων. Είναι αντιληπτό πως η μόνη διαφορά με τα υπόλοιπα σενάρια(2,3) ως προς την μοντελοποίηση τους είναι η αύξηση των ΦΠ ενώ με το πρώτο σενάριο η προσθήκη του ΦΣ σε συνδυασμό με την επέκτασή του. Η ενεργειακή κάλυψη φτάνει το 100%, παράλληλα οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> εξαλείφονται επομένως πλέον έχουν μειωθεί συγκριτικά με το τρέχον σενάριο κατά 100%. Άξιο αναφοράς είναι ότι οι μηνιαίες εκπομπές λόγω της ζήτησης συνεχίζουν να υπάρχουν αλλά εξισώνονται λόγω της παροχής της πλεονάζουσας ενέργειας στο δίκτυο. Αυτό οφείλεται στον τρόπο λειτουργίας του Net-Metering με τον οποίο το σύστημα Λ-Κ τροφοδοτείται από το τοπικό δίκτυο τις μέρες τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το ΦΣ δεν μπορεί να καλύψει τις ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες. Όσον αφορά τον οικονομικό κομμάτι, το κόστος της επένδυσης αυξάνεται σημαντικά, όπως και ο δείκτης LCC που είναι αναμενόμενο λόγω της επέκτασης του ΦΣ που συνεπάγεται αύξηση στο κόστος συντήρησης. Ταυτόχρονα η καθαρή παρούσα αξία υπολογίστηκε θετική με 10 χρόνια περίοδο αποπληρωμής, σημαίνοντας ότι η επένδυση είναι πλέον συμφέρουσα. Έτσι στην περίπτωση του τέταρτου σεναρίου επιτυγχάνεται η δυναμική ανατροφοδότηση από ξηρά των ΚΖ και του λιμένα εξ' ολοκλήρου από ηλεκτρική ενέργεια του ΦΣ.

Έχοντας μια ολοκληρωμένη άποψη για όλα τα σενάρια, είναι ξεκάθαρο για το ποιο θα επιλεγεί ως βέλτιστο σενάριο. Το σενάριο με την αποδοτικότερη επένδυση και με μειωμένες εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι το τέταρτο με θετική ΚΠΑ και μηδενικές εκπομπές καθιστώντας το Λ-Κ ως ένα σύστημα πράσινο, βιώσιμο, αειφόρο και δυναμικά αυτόνομο.

## 5.2 Μελλοντικές Προτάσεις

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα για την εξέλιξη σχετικής μελέτης όπως της παρούσας θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικό να εξεταστούν οι παρακάτω περιπτώσεις:

- Προσθήκη περισσότερων μορφών ΑΠΕ για την μοντελοποίηση
- Εισαγωγή συστήματος τοπικής αποθήκευσης ενέργειας
- Χωροθέτηση συστήματος ΑΠΕ σε θαλάσσιο χώρο
- Έρευνα για την κοινωνική αποδοχή των συστημάτων ΑΠΕ κοντά στον τόπο μελέτης

## 6 Βιβλιογραφία

B. Coldsworthy, L. Goldsworthy, 2019, "Assigning machinery power values for estimating ship exhaust emissions: Comparison of auxiliary power schemes", *Science of the Total Environment*, p: 4-6.

Merkel, E. Nyberg, K. Ek, H. Sjoström, 2023, "*Economics of shore power under different access pricing*", *Research in Transportation Economics*, p:4-6.

N. Najihah A. Bakar, N. Bazmohammadi, Juan C. Vasquez, Josep M. Guerrero, 2023, "Electrification of onshore power systems in maritime transportation towards decarbonization of ports: A review of the cold ironing technology", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p: 3-13.

D. Colarossi, G. Lelow, P. Principi, 2022, "Local energy production scenarios for emissions reduction of pollutants in small-medium ports", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, p:2-3, 5.

Armellini, S. Daniotti, P. Pinamonti, M. Reini, 2019, "Reducing the environmental impact of large cruise ships by the adoption of complex cogenerative/trigenerative energy systems", *Energy Conversion and Management*.

Odin F. Eikeland, H. Apostoleris, S. Santos, K. Ingebrigtsen, T. Bostrom, M. Chiesa, (2020), "*Rethinking the role of solar energy under location specific constraints*", *Energy*, p: 2-10.

Georgiou, (2021), "*Feasibility study and Cost-Benefit Analysis for an on-shore power supply installation in Souda Port*".

E. Vichos, N. Sifakis, T. Tsoutsos, 2022, "Challenges of integrating hydrogen energy storage systems into nearly zero-energy ports".

A. Buonomano, G. DelPapa, G. Francesco Giuzio <sup>a</sup>, A. Palombo, G. Russo, 2023, *Future pathways for decarbonization and energy efficiency of ports: Modelling and optimization as sustainable energy hubs*, *Journal of Cleaner Production*, 420, p: 5 – 6

Ένωση Λιμένων Ελλάδος, ΔΛΤΝΔ, Το λιμάνι της Ρόδου, <https://www.elime.gr/rodos>

Η ροδιακή, «Η επίσημη απογραφή στη Ρόδο και τα νησιά μας», 2022, <https://www.rodiki.gr>.

Πολιτιστικός και ιστορικός ξεναγός, «Ο Μόλος των μύλων και ο πύργος των αγγέλων», <http://tourism.rhodes.gr>.

A. Μανούσου – Ντέλλα, A. Κοσμά, «Μόλος των μύλων», *Δωδεκανησιακά Χρονικά*, ΤΟΜΟΣ ΚΕ΄ (2012).

Υπουργείο Πολιτισμού, «Ανασκαφή του Μόλου των Μύλων», <https://www.culture.gov.gr>.

INSETE, ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ – Σχέδια Δράσης 2030, «Προορισμός Ρόδος».

ΡΑΑΕΥ, Τιμολόγια Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας 2022-2023, <https://www.rae.gr/katanalotes/times-kai-xreoseis/>.

Azamara Cruises, “About Azamara,” <https://www.azamara.com>.

Beyond Ships, R class cruise ships, “AZAMARA AND OCEANIA CRUISES R-CLASS,” <https://www.beyondships4.com>

ΔΕΔΔΗΕ, «Μηνιαία δελτία ΑΠΕ και Θερμικής Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (2022)», <https://deddie.gr>.

Statista, Environmental Technology & Greentech, “Price of residential grid-connected, roof-mounted, distributed solar photovoltaic systems in Italy from 2011 to 2022” <https://www.statista.com>.

Statista, Environmental Technology & Greentech, “Price of grid-connected, ground-mounted, centralized photovoltaic systems in Italy from 2011 to 2021” <https://www.statista.com>.

ΥΠΕΝ, «Τιμολόγηση Ηλεκτρικής Ενέργειας», <https://ypen.gov.gr>.

EU Science Hub, “PVGIS user manual,” <https://joint-research-centre.ec.europa.eu>.

Photovoltaic, “What is Net Metering?” <https://www.photovoltaic.gr/en/blog/law-branch/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-net-metering.html>

SCEEPVAARTWEST, “Azamara Journey – IMO 9200940”, <https://www.scheepvaartwest.be/CMS/index.php/passengers-cruise/2640-azamara-journey-imo-9200940>.

SCEEPVAARTWEST, “Azamara Quest – IMO 9200940”, <https://www.scheepvaartwest.be/CMS/index.php/passengers-cruise/2641-azamara-quest-imo-9210218>.

Dr M. Puig, Dr C. Wooldridge, Rosa M. Darbra, ESPO Environmental Report – EcoPortinSights 2023, p: 14-21.

ΟΛΠ, «Προστασία περιβάλλοντος – Πράσινο λιμάνι», <https://www.olp.gr>

ΣΗΘΥΑ από ΑΠΕ, ΥΠΕΝ, <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/sythia-apo-ape>

Port of Seattle, “Cruise Ships Shore Power Facts”, <https://www.portseattle.org/page/cruise-ship-shore-power-facts>.

ESPO, “PORTS OF STOCKHOLM INVESTING IN ONSHORE POWER CONNECTION (OPS) FACILITIES FOR CRUISE SHIPS”, (2023), <https://www.espo.be/practices/ports-of-stockholm-investing-in-onshore-power-conn>.

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ, Αυτοκατανάλωση Ενέργειας για ιδιώτες, επιχειρήσεις και ενεργειακές κοινότητες με ή χωρίς αποθήκευση, 2023, <https://helapco.gr/odigos-gia-tin-aftokatanolosi-energeias/>

ΔΑΠΕΕΔ, Ενεργειακό μείγμα προμηθευτών 2022.

Green Voyage 2050, <https://greenvoyage2050.imo.org/fleet-and-co2-calculator/>.

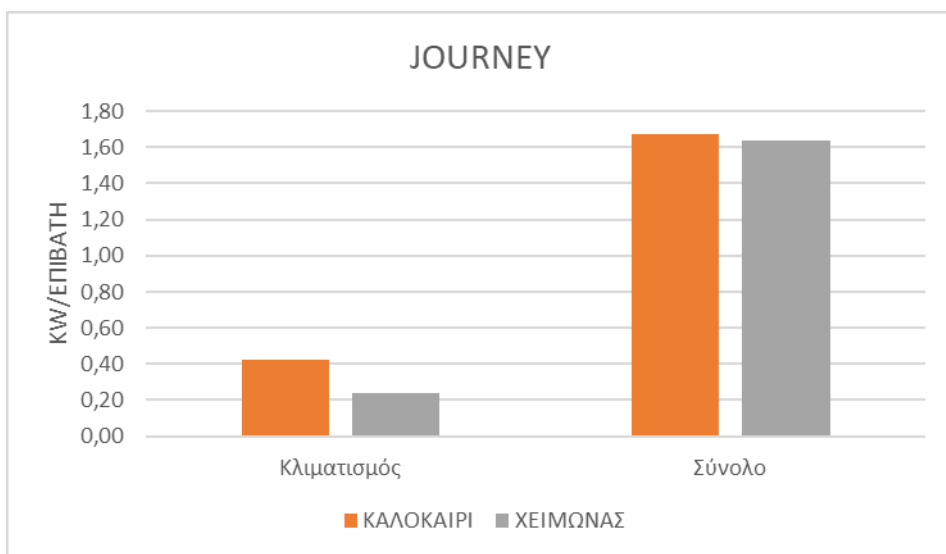
## 7 Παραρτήματα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΑΖΑΜΑΡΑ						
JOURNEY	M.O					
	Σε 24ωρες [kWh/Pass]			Κατανάλωση σε ελλιμενισμό(12h) [kWh/Pass]		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ
Κλιματισμός	10.15	5.68	7.99	5.07	2.84	3.99
Βοηθτική Προπέλα	4.28	0.95	2.67	2.14	0.48	1.33
Ξενοδοχειακές υπηρεσίες	25.66	32.63	29.04	12.83	16.31	14.52
Σύνολο	40.09	39.27	39.69	20.04	19.63	19.85
ONWARD	M.O					
	Σε 24ωρες [kWh/Pass]			Κατανάλωση σε ελλιμενισμό(12h) [kWh/Pass]		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ
Κλιματισμός	12.89	11.43	12.16	6.45	5.72	6.08
Βοηθτική Προπέλα	0.38	0.24	0.31	0.19	0.12	0.16
Ξενοδοχειακές υπηρεσίες	54.03	0.24	27.14	27.01	0.12	13.57
Σύνολο	67.30	11.92	39.61	33.65	5.96	19.80
PURSUIT	M.O					
	Σε 24ωρες [kWh/Pass]			Κατανάλωση σε ελλιμενισμό(12h) [kWh/Pass]		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ
Κλιματισμός	3.39	6.29	4.84	1.70	3.15	2.42
Βοηθτική Προπέλα	0.21	0.25	0.23	0.11	0.13	0.12
Ξενοδοχειακές υπηρεσίες	43.57	44.47	44.02	21.78	22.24	22.01
Σύνολο	47.17	51.02	49.10	23.59	25.51	24.55
QUEST	M.O					
	Σε 24ωρες [kWh/Pass]			Κατανάλωση σε ελλιμενισμό(12h) [kWh/Pass]		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Σ
Κλιματισμός	8.58	4.41	6.49	4.29	2.20	3.25
Βοηθτική Προπέλα	0.41	0.13	0.27	0.20	0.07	0.14
Ξενοδοχειακές υπηρεσίες	38.92	40.04	39.48	19.46	20.02	19.74
Σύνολο	47.91	44.57	46.24	23.95	22.29	23.12

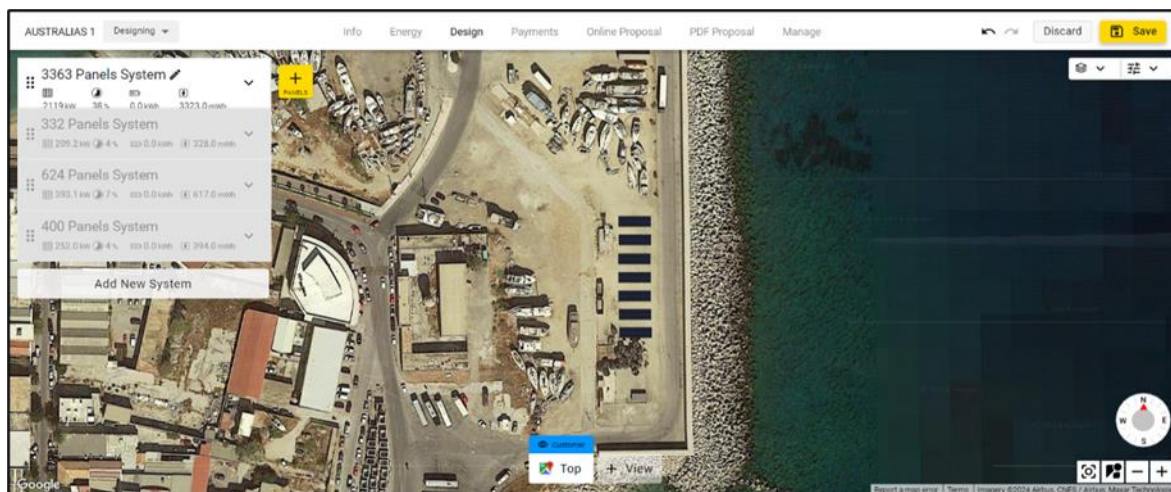
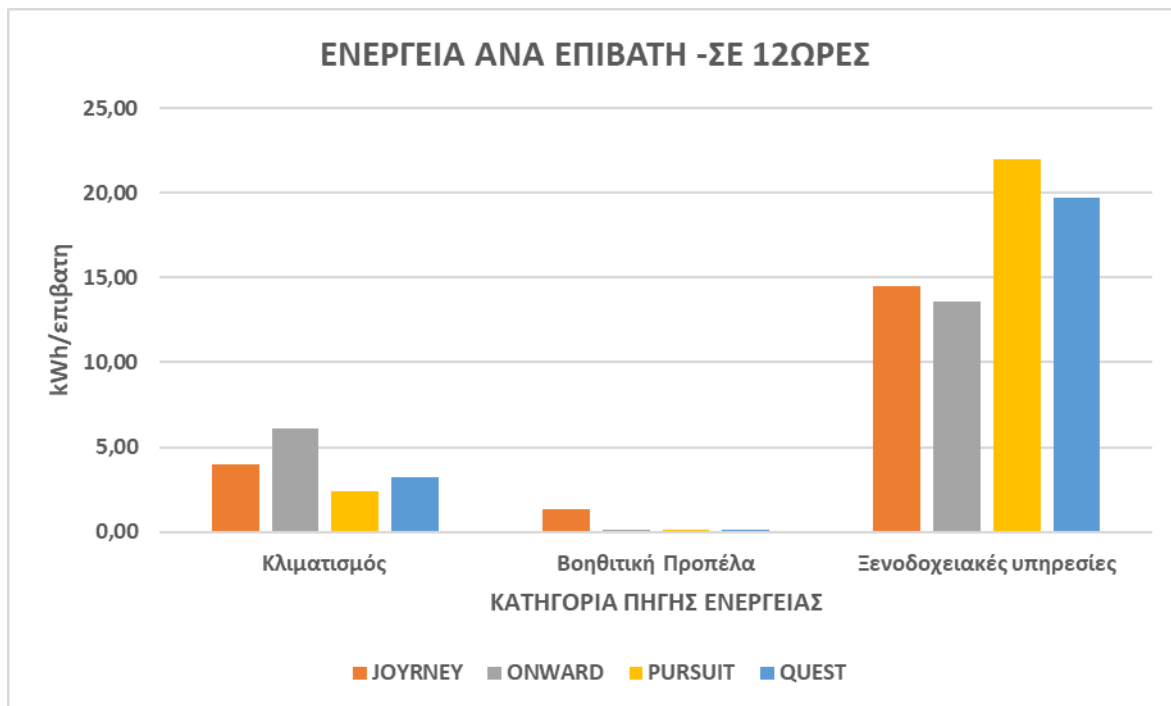
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ 2022 (ONWARD)												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΗΜΕΡΕΣ	2.00	1.00	4.00	24.00	24.00	26.00	22.00	27.00	27.00	28.00	16.00	10.00
ΝΟ ΠΛΟΙΩΝ	1.00	1.00	1.00	7.00	13.00	11.00	11.00	14.00	14.00	14.00	6.00	3.00
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΕΛΛΙΜΕ (h)	12.00	12.00	12.00	84.00	156.00	132.00	132.00	168.00	168.00	168.00	72.00	36.00
AC'S ENERGY (kWh/pass)	5.72	5.72	5.72	40.01	83.79	70.90	70.90	90.24	90.24	80.02	34.29	17.15
THRUSTER ENERGY (kWh/pass)	0.12	0.12	0.12	0.85	2.48	2.10	2.10	2.67	2.67	1.70	0.73	0.36
HOTEL+ENERGY (kWh/pass)	0.12	0.12	0.12	0.85	351.18	297.15	297.15	378.20	378.20	1.70	0.73	0.36
TOTAL (kWh/pass)	5.96	5.96	5.96	41.71	437.45	370.15	370.15	471.10	471.10	83.42	35.75	17.88
TOTAL (kWh)	5958.61	5958.61	5958.61	41710.27	437449.24	370149.36	370149.36	471099.18	471099.18	83420.53	35751.66	17875.83
TOTAL (MWh)	5.96	5.96	5.96	41.71	437.45	370.15	370.15	471.10	471.10	83.42	35.75	17.88
ANNUAL	2316.58											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ 2022 (JOURNEY)												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΗΜΕΡΕΣ	2.00	1.00	4.00	24.00	24.00	26.00	22.00	27.00	27.00	28.00	16.00	10.00
ΝΟ ΠΛΟΙΩΝ	1.00	0.00	1.00	7.00	13.00	11.00	11.00	14.00	14.00	14.00	6.00	3.00
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΕΛΛΙΜΕ (h)	12.00	0.00	12.00	84.00	156.00	132.00	132.00	168.00	168.00	168.00	72.00	36.00
AC'S ENERGY (kWh/pass)	2.84	0.00	2.84	19.90	65.97	55.82	55.82	71.04	71.04	39.79	17.05	8.53
THRUSTER ENERGY (kWh/pass)	0.48	0.00	0.48	3.34	27.81	23.53	23.53	29.95	29.95	6.67	2.86	1.43
HOTEL+ENERGY (kWh/pass)	16.31	0.00	16.31	114.20	166.79	141.13	141.13	179.62	179.62	228.41	97.89	48.94
TOTAL (kWh/pass)	19.63	0.00	19.63	137.44	260.57	220.48	220.48	280.62	280.62	274.87	117.80	58.90
TOTAL (kWh)	17159.99	0.00	17159.99	120119.95	227739.53	192702.68	192702.68	245257.96	245257.96	240239.90	102959.96	51479.98
TOTAL (MWh)	17.16	0.00	17.16	120.12	227.74	192.70	192.70	245.26	245.26	240.24	102.96	51.48
ANNUAL (MWh)	1652.78											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ 2022 (PURSUIT)												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΗΜΕΡΕΣ	2.00	1.00	4.00	24.00	24.00	26.00	22.00	27.00	27.00	28.00	16.00	10.00
ΝΟ ΠΛΟΙΩΝ	0.00	0.00	1.00	7.00	13.00	11.00	11.00	14.00	14.00	14.00	6.00	3.00
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΕΛΛΙΜΕ (h)	0.00	0.00	12.00	84.00	156.00	132.00	132.00	168.00	168.00	168.00	72.00	36.00
AC'S ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	3.15	22.03	22.06	18.66	18.66	23.75	23.75	44.06	18.88	9.44
THRUSTER ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	0.13	0.88	1.38	1.17	1.17	1.48	1.48	1.75	0.75	0.38
HOTEL+ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	22.24	155.65	283.20	239.63	239.63	304.99	304.99	311.31	133.42	66.71
TOTAL (kWh/pass)	0.00	0.00	25.51	178.56	306.64	259.46	259.46	330.22	330.22	357.12	153.05	76.52
TOTAL (kWh)	0.00	0.00	25508.31	178558.18	306637.00	259462.08	259462.08	330224.46	330224.46	357116.37	153049.87	76524.94
TOTAL (MWh)	0.00	0.00	25.51	178.56	306.64	259.46	259.46	330.22	330.22	357.12	153.05	76.52
ANNUAL (MWh)	2276.77											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ 2022 (QUEST)												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΗΜΕΡΕΣ	2.00	1.00	4.00	24.00	24.00	26.00	22.00	27.00	27.00	28.00	16.00	10.00
ΝΟ ΠΛΟΙΩΝ	0.00	0.00	1.00	6.00	15.00	12.00	11.00	13.00	16.00	14.00	7.00	2.00
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΕΛΛΙΜΕ (h)	0.00	0.00	12.00	72.00	180.00	144.00	132.00	156.00	192.00	168.00	84.00	24.00
AC'S ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	2.20	13.22	64.35	51.48	47.19	55.77	68.64	30.85	15.42	4.41
THRUSTER ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	0.07	0.40	3.07	2.45	2.25	2.66	3.27	0.92	0.46	0.13
HOTEL+ENERGY (kWh/pass)	0.00	0.00	20.02	120.11	291.87	233.50	214.04	252.96	311.33	280.25	140.12	40.04
TOTAL (kWh/pass)	0.00	0.00	22.29	133.72	359.29	287.44	263.48	311.39	383.25	312.02	156.01	44.57
TOTAL (kWh)	0.00	0.00	21707.73	130246.35	349952.73	279962.18	256632.00	303292.36	373282.91	303908.15	151954.08	43415.45
TOTAL (MWh)	0.00	0.00	21.71	130.25	349.95	279.96	256.63	303.29	373.28	303.91	151.95	43.42
ANNUAL (MWh)	2214.35											

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ 2022			
ΜΗΝΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΙΜΕΝΑ (MWH)	Κατανάλωση ΚΖ (MWH)	total (MWH)
JAN	49	23	72
FEB	49	6	55
MAR	54	70	124
APR	54	471	524
MAY	57	1322	1379
JUNE	57	1102	1159
JULY	76	1079	1154
AUG	76	1350	1425
SEPT	75	1420	1495
OCT	75	985	1060
NOV	50	444	494
DEC	50	189	239
TOT	721	8460	9181

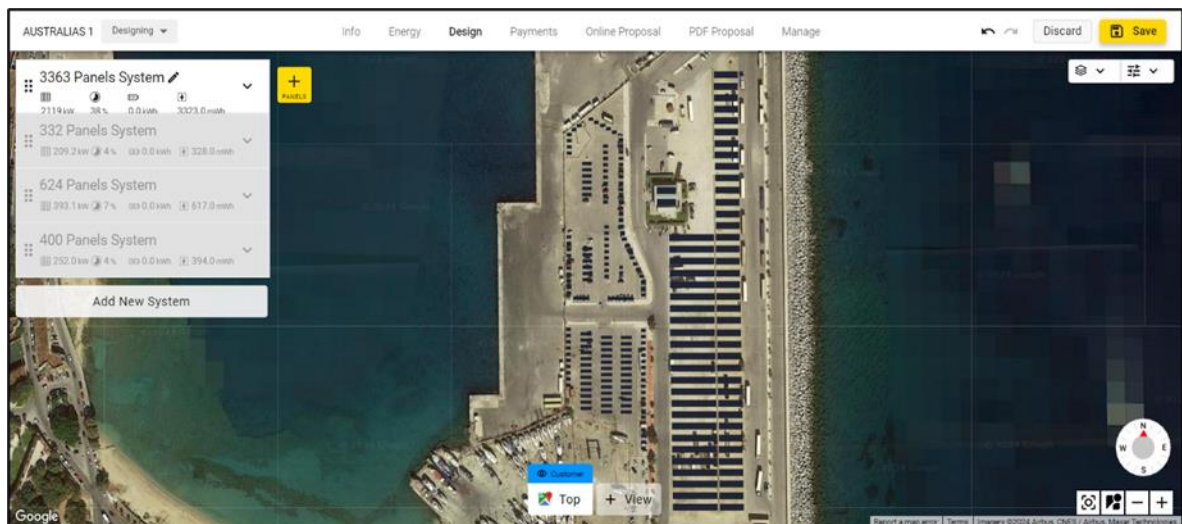
Ενεργειακά δεδομένα των ΚΖ τις ημερομηνίες όπου βρίσκονται στο λιμένα της Ροδού σε kwh/pass													
CODE	MACHINERY	PURSUIT				JOURNEY			ONWARD				
		Απρ-23			Μαΐ 23	Ιουν-22	Ιουλ-22	Σεπ-22	Ιουλ-22		Αυγ-22		Μαΐ 23
		Date:	11	21	27	7	23	13	19	16	28	16	21
DA1	DIESEL GEN 1	0.00	0.00	0.00	0.00	13.14	35.60	1.78	0.00	0.00	37.39	41.59	0.00
DA2	DIESEL GEN 2	2.23	47.82	40.78	47.35	43.09	23.19	13.30	68.38	31.56	50.21	52.03	44.17
DA3	DIESEL GEN 3	33.68	69.18	0.00	42.16	0.71	42.23	52.80	21.51	31.41	39.39	12.11	15.37
DA4	DIESEL GEN 4	53.98	69.79	0.00	0.00	64.15	0.00	47.62	21.91	47.73	39.39	0.00	52.05
	TOTAL	89.88	186.79	40.78	89.51	121.10	101.02	115.50	111.80	110.70	166.38	105.73	111.60
	PROPULSION ENERG	44.77	129.86	1.02	42.34	63.44	48.95	53.30	45.31	36.81	44.37	41.99	49.85
	TOTAL	44.77	129.86	1.02	42.34	63.44	48.95	53.30	45.31	36.81	44.37	41.99	49.85
	AC'S ENERGY	1.93	9.62	2.74	3.10	7.26	6.79	12.06	14.92	20.24	14.78	9.17	9.47
	TOTAL	1.93	9.62	2.74	3.10	7.26	6.79	12.06	14.92	20.24	14.78	9.17	9.47
	THRUSTER ENERG	0.42	0.49	0.00	0.22	0.26	0.72	0.23	0.22	0.12	0.22	1.68	0.12
	TOTAL	0.42	0.49	0.00	0.22	0.26	0.72	0.23	0.22	0.12	0.22	1.68	0.12
	HOTEL+ENG ENERG	42.70	46.63	37.11	43.56	43.49	40.97	42.68	51.09	53.40	53.76	52.72	51.98
	TOTAL	42.70	46.63	37.11	43.56	43.49	40.97	42.68	51.09	53.40	53.76	52.72	51.98
	Sea Water Temp. (°C)	19.00	18.00	19.00	19.00	22.30	25.00	26.40	26.00	24.00	25.00	18.90	19.00
	Air Temp. (°C)	17.20	19.30	19.50	20.70	24.00	28.50	28.70	29.00	27.00	28.00	23.30	22.00
	Humidity	65.00	66.70	67.30	73.70	65.00	60.40	72.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Hours	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00



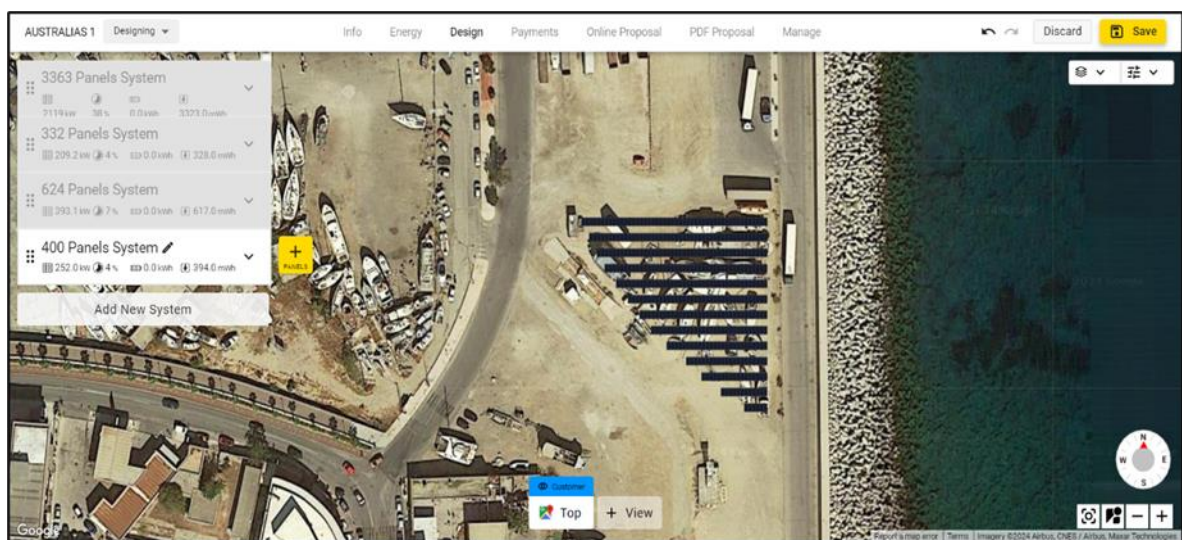




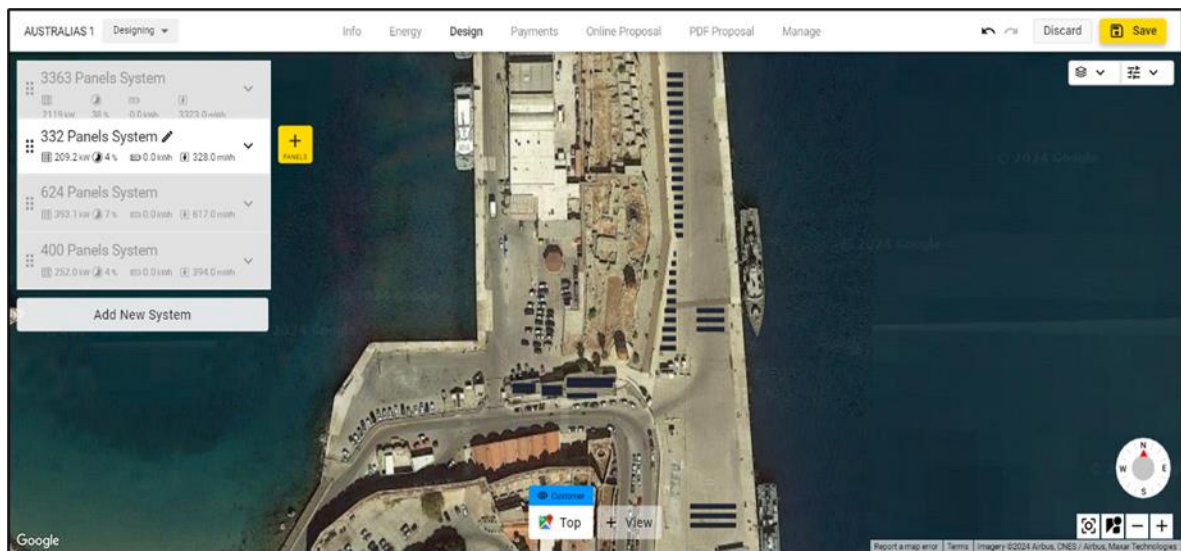
**Εικόνα 7.1** Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 2,3,4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι)



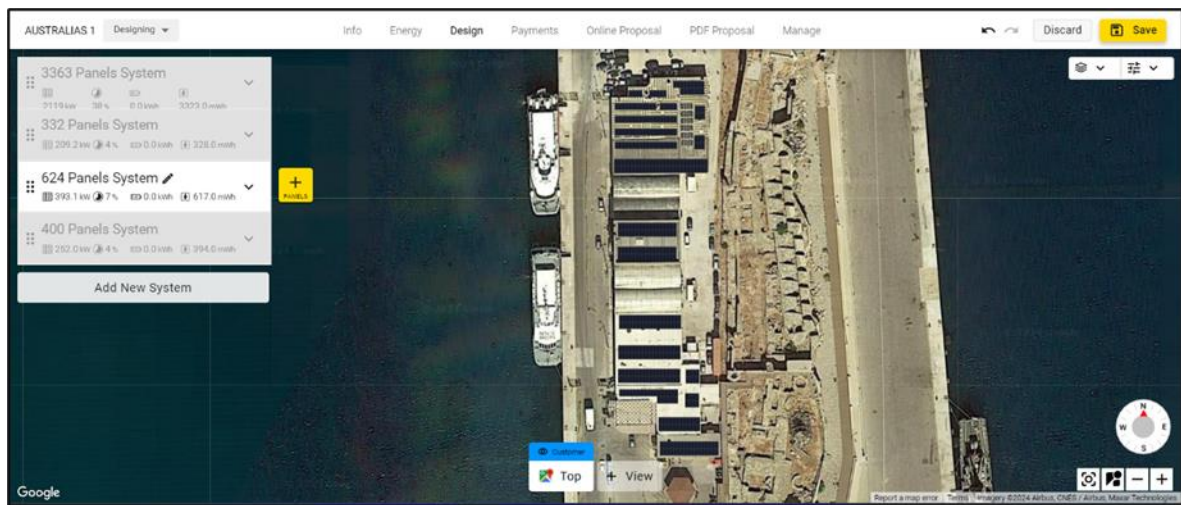
**Εικόνα 7.2** Χωροθέτηση ΦΠ για τα σενάρια 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι)



**Εικόνα 7.3** Χωροθέτηση ΦΠ για τα σενάρια 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο (Εμπορικό λιμάνι)

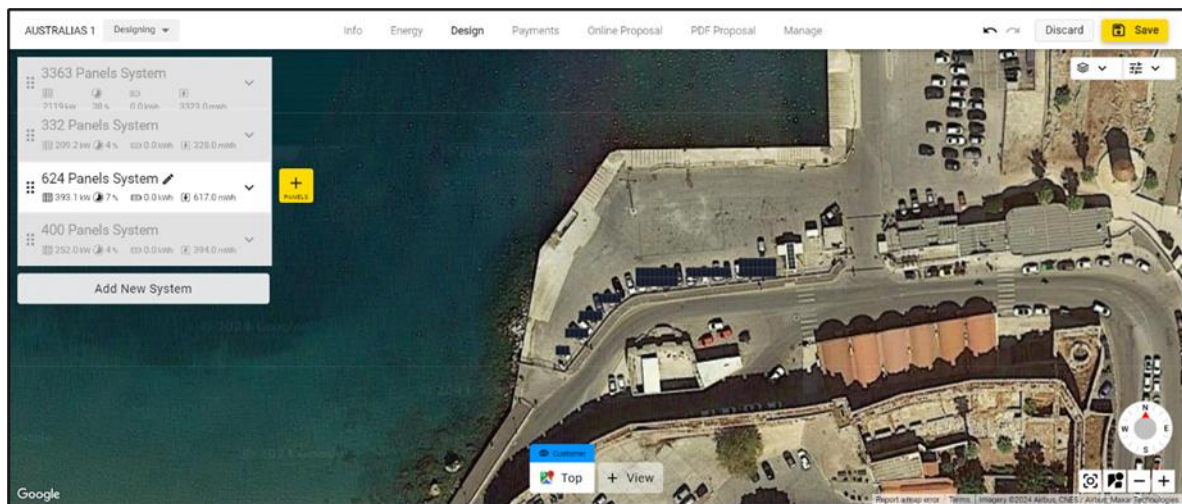


**Εικόνα 7.4** Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 2, 3, 4 σε υποδειγματικό χώρο(Τουριστικό λιμάνι)

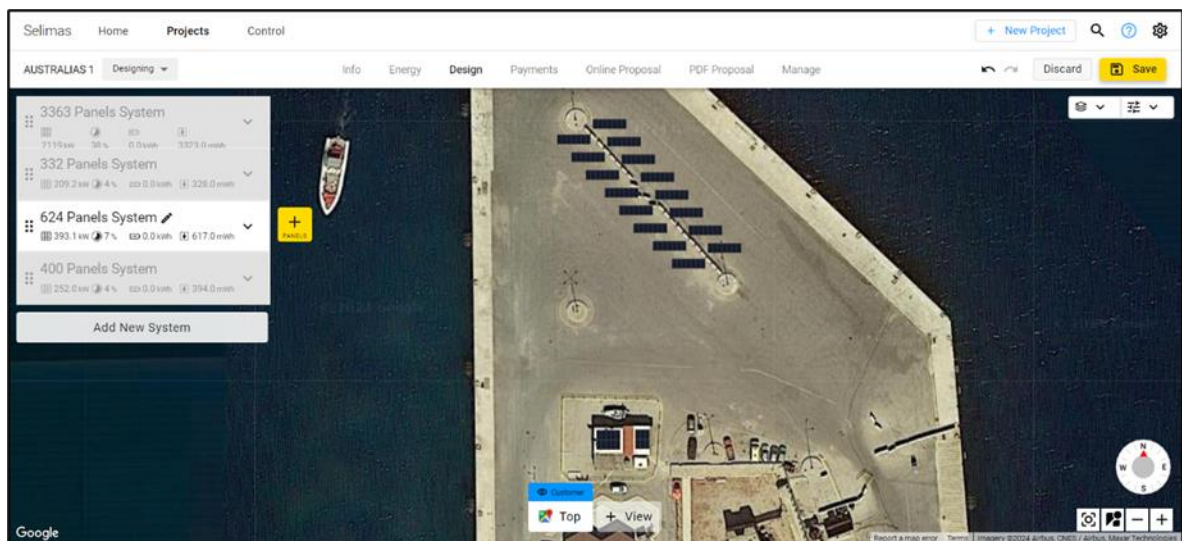


**Εικόνα 7.5** Χωροθέτηση για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι)





**Εικόνα 7.6** Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι)



**Εικόνα 7.7** Χωροθέτηση ΦΠ για το σενάριο 3, 4 σε μη υποδειγματικό χώρο (Τουριστικό λιμάνι)



Εικόνα 7.8 Υποδειγματικοί χώροι από το ΔΛΤΝΔ για την εγκατάσταση του ΦΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
2	9/1/2022	VIKING SKY	0700-1800	443	278
3	28/1/2022	VIKING SKY	0800-D-1600	419	186
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	9/2/2022	VIKING SKY	0730-1730	441	296
ΜΑΡΤΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	11/3/2022	EUROPA	0700-1700	253	141
2	22/3/2022	LE BOUGAINVILLE	0700-1600	114	82
3	26/3/2022	EMERALD AZURA	0800-1800	74	62
4	30/3/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1800	47	172
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/4/2022	SILVER MOON	0800-1900	401	393
2	2/4/2022	CLIO	0700- d-2400	59	52
3	4/4/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1700	1010	1047
4	5/4/2022	MEIN SCHIFF 5	0700-1900	750	1625

5	6/4/2022	EMERALD AZURA	0800-1800	72	84
6	7/4/2022	SILVER WISPER	0800-1900	289	267
7	11/4/2022	ARTANIA	0900-1800	448	700
8	13/4/2022	NORWEGIAN JADE	0800-1700	1004	1206
9	14/4/2022	LE BELLOT	0700-1600	109	108
10	15/4/2022	VIKING STAR	0800-1800	452	503
11	16/4/2022	LIRICA	0900-1800	644	1565
12	18/4/2022	AZURA	0800-1800	1048	2128
13	18/4/2022	LA JACQUES CARTIER	0700-1830	117	129
14	19/4/2022	MEIN SCHIFF 5	0700-1900	769	1628
15	20/4/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0700-1800	397	781
16	21/4/2022	AEGEAN ODYSSEY	0800-1800	153	179
17	22/4/2022	ARTANIA	0800-2300	447	527
18	22/4/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1008	1305
19	23/4/2022	LIRICA	0900-1800	644	1074
20	23/4/2022	SILVER SPIRIT	0800-1900	407	375
21	26/4/2022	STAR CLIPPER	1400-1900	72	136
22	26/4/2022	LE BELLOT	0800-1800	115	142
23	27/4/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0700-1800	407	662
24	28/4/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	435	246
25	30/4/2022	VIKING SEA	0730-1730	457	789
26	30/4/2022	LIRICA	0900-1800	667	1142
27	30/4/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	404	472

**ΜΑΙΟΣ 2022**

A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	2/5/2022	VIKING SKY	1130-2000	445	703
2	3/5/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	384	486
3	3/5/2022	SIRENA	0800-1800	398	356
4	3/5/2022	MEIN SCHIFF 5	0700-1900	804	1824
5	4/5/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	494	472
7	7/5/2022	LIRICA	0900-1800	678	1038
8	7/5/2022	MEIN SCHIFF HERTZ	0900-1700	644	1241
9	9/5/2022	STAR FLYER	1200-2300	69	118
10	9/5/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	1019	1306
11	9/5/2022	SIRENA	0700-1700	402	410
12	10/5/2022	WIND STAR	0800-1700	111	108
13	10/5/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	387	426
14	10/5/2022	SEVEN SEAS VOYAGER	0800-1800	456	324
15	11/5/2022	VIKING SKY	0700-1800	458	754
16	11/5/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	504	502
17	11/5/2022	EMERALD AZURA	0800-2359	70	84
18	12/5/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	427	222
19	12/5/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1104	969
20	13/5/2022	ODYSSEY OF THE SEAS	0700-1800	1555	3263
21	13/5/2022	STAR LEGEND	0800-1900	67	50
22	14/5/2022	LIRICA	0900-1800	665	1058
23	16/5/2022	OOSTERDAM	0800-1800	683	732
24	16/5/2022	GEMINI	0800-1900	308	120
25	16/5/2022	MEIN SCHIFF 5	0900-2200	824	1847
26	17/5/2022	COSTA DELIZIOSA	0900-1800	804	1025

27	17/5/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	994	7
28	17/5/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	391	416
29	17/5/2022	CROWN IRIS	1300-0100	557	928
30	18/5/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	514	465
31	18/5/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0700-1700	704	742
32	19/5/2022	CELEBRITY BEYOND	0800-1800	1223	1512
33	20/5/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1026	1473
34	20/5/2022	S.S.EXPLORER	1100-2200	527	263
35	21/5/2022	LIRICA	0900-1800	690	1362
36	23/5/2022	NAUTICA	0800-1800	396	439
37	23/5/2022	GEMINI	0800-1900	293	132
38	24/5/2022	CELEBRITY EDGE	1100-1900	913	988
39	24/5/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	291	567
40	24/5/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1019	1520
41	24/5/2022	CROWN IRIS	1300-0100	567	1240
42	25/5/2022	SEABOURN ENCORE	0800-2300	402	269
43	25/5/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	526	622
44	27/5/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1101	1115
45	28/5/2022	LIRICA	0900-1800	701	1306
46	28/5/2022	GEMINI	0800-1800	291	251
47	30/5/2022	AZURA	0800-1800	1128	2264
48	30/5/2022	CROWN IRIS	2000-D-1500	579	1309
49	30/5/2022	AZAMARA ONWARD	0800-2200	376	491
50	31/5/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	992	1457
51	31/5/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	387	590
52	31/5/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1024	1414
53	31/5/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	0800-1800	519	461
54	31/5/2022	SEADREAM 2	0800-1800	92	81

ΙΟΥΝΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/6/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	533	734
2	1/6/2022	ODYSSEY OF THE SEAS	0700-1900	1507	3118
3	2/6/2022	NAUTICA	1100-2200	387	416
4	3/6/2022	SILVER SPIRIT	0800-D-1400	404	224
5	4/6/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	589	1061
6	4/6/2022	LIRICA	0900-1800	706	1288
7	5/6/2022	BLUE SAPPHIRE	0900-1000	424	316
8	6/6/2022	ARETHOUSA	1600-Δ-0500	22	62
9	7/6/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	386	356
10	8/6/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	536	870
11	9/6/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	597	991
12	9/6/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	407	215
13	9/6/2022	LA BELLE DE L'ANTRIAIQUE	0700-1900	47	177
14	9/6/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	1100-1900	513	494
15	10/6/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1069	949
16	10/6/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1036	1516
17	11/6/2022	LIRICA	0900-1800	724	1376
18	13/6/2022	MARELLA EXPLORER	0700-1800	704	1633
19	14/6/2022	CROWN IRIS	1300-0100	595	1277
20	14/6/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	968	1747



21	14/6/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	394	425
22	14/6/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1030	1506
23	15/6/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	540	1184
24	16/6/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	49	152
25	16/6/2022	CELEBRITY BEYOND	1400-2100	1179	2157
26	18/6/2022	LIRICA	0900-1800	725	1417
27	20/6/2022	STAR FLYER	1200-2300	68	133
28	21/6/2022	CROWN IRIS	1300-0100	597	1144
29	21/6/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	401	471
30	21/6/2022	SEABOURN ENCORE	0800-2300	398	383
31	21/6/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1033	1396
32	22/6/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	537	1126
33	23/6/2022	AZAMARA JOURNEY	0800-2200	370	503
34	23/6/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	49	166
35	24/6/2022	MONET	0900-2300	28	101
36	25/6/2022	LIRICA	0900-1800	734	1444
37	27/6/2022	CROWN IRIS	2000-D-1700	596	1394
38	27/6/2022	NAUTICA	1100-2200	404	466
39	28/6/2022	VIKING SKY	0700-1800	450	711
40	28/6/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	403	752
41	29/6/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	543	1107
42	29/6/2022	CALISTO	1300-2300	15	32
43	30/6/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	48	174
44	30/6/2022	OOSTERDAM	0800-1800	720	1121
45	30/6/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	0700-1800	522	396

ΙΟΥΛΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/7/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1034	1527
2	1/7/2022	ELYSIUM	1200-1500	24	48
3	2/7/2022	LIRICA	0900-1800	739	1429
4	3/7/2022	WIND SURF	0800-1700	217	185
5	3/7/2022	NAUTICA	0800-1800	420	497
6	5/7/2022	CROWN IRIS	1300-0100	592	1650
7	5/7/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	405	547
8	5/7/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1031	1570
9	6/7/2022	VIKING SKY	0700-1800	462	805
10	6/7/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	545	1013
11	7/7/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-2230	48	110
12	7/7/2022	SEABOURN ENCORE	0800-2300	405	263
13	7/7/2022	MEIN SCHIFF HERTZ	0730-1630	713	1450
14	8/7/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1023	1164
15	9/7/2022	LIRICA	0900-1800	746	1801
16	12/7/2022	CROWN IRIS	1300-0100	591	1705
17	12/7/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	407	628
18	12/7/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1029	1711
19	13/7/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	544	1089
20	13/7/2022	AZAMARA JOURNEY	0800-1800	379	388
21	14/7/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	48	113



22	14/7/2022	CELEBRITY BEYOND	1400-2200	1225	2958
23	15/7/2022	AZAMARA ONWARD	0800-2200	387	514
24	16/7/2022	LIRICA	0900-1800	743	1795
25	19/7/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	407	649
26	20/7/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	599	1100
27	20/7/2022	EMERALD AZURA	0800-2359	73	92
28	20/7/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	389	397
29	21/7/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	48	107
30	21/7/2022	SILVER SPIRIT	0800-1900	395	379
31	22/7/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1024	1424
32	22/7/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1019	2007
33	23/7/2022	LIRICA	0900-1800	741	1791
34	23/7/2022	RIVIERA	1000-2200	774	492
35	25/7/2022	CROWN IRIS	2000-D-1500	583	1754
36	25/7/2022	MARELLA EXPLORER	0700-1800	745	1896
37	26/7/2022	AZAMARA ONWARD	0800-2200	388	572
38	26/7/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	407	637
39	26/7/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1011	1592
40	27/7/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	545	976
41	27/7/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	401	472
42	28/7/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	46	91
43	29/7/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	394	565
44	30/7/2022	LIRICA	0900-1800	735	1953

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ  
2022

A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/8/2022	AZURA	0800-1800	1151	2319
2	1/8/2022	STAR FLYER	1200-2300	70	105
3	2/8/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	402	710
4	2/8/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1010	1720
5	3/8/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	544	915
6	3/8/2022	RIVIERA	0700-1900	751	709
7	3/8/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0800-1800	48	124
8	4/8/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	412	330
9	5/8/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	999	1463
10	6/8/2022	GEMINI	0800-1800	285	240
11	6/8/2022	LIRICA	0900-1800	741	1983
12	7/8/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0900-1800	808	2203
13	9/8/2022	CROWN IRIS	1300-0100	575	1745
14	9/8/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	398	808
15	10/8/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	542	1104
16	10/8/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	394	398
17	11/8/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0700-1900	45	123
18	11/8/2022	CELEBRITY BEYOND	0800-1800	1183	2872
19	12/8/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1010	2230
20	12/8/2022	GEMINI	0800-1801	279	273
21	12/8/2022	LIRICA	0900-1800	738	2000
22	13/8/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	570	1715
23	14/8/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0900-1801	ΑΚΥΡΩΣΗ ΛΟΓΩ ΚΑΙΡΟΥ	

24	15/8/2022	AZAMARA ONWARD	0800-2200	400	560
25	16/8/2022	SEABOURN ENCORE	0800-2300	408	417
26	16/8/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	396	770
27	16/8/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1029	1219
28	17/8/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	544	1251
29	17/8/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	397	436
30	18/8/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0800-1800	45	116
31	18/8/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	572	1737
32	19/8/2022	GEMINI	0800-1802	291	221
33	19/8/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1007	1395
34	20/8/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0900-1802	812	2150
35	20/8/2022	LIRICA	0900-1800	737	2011
36	22/8/2022	AZURA	0800-1800	1123	2592
37	22/8/2022	STAR FLYER	1200-2300	72	126
38	22/8/2022	MARELLA EXPLORER	0700-1800	778	1957
39	23/8/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	572	1779
40	23/8/2022	VIKING SKY	0700-1800	454	866
41	23/8/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	396	746
42	24/8/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	541	1142
43	24/8/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	407	388
44	25/8/2022	LA BELLE DE L'ANTRIATIQUE	0800-1800	47	141
45	26/8/2022	OOSTERDAM	0800-1800	750	1354
46	26/8/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	0800-1800	558	585
47	27/8/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0900-1800	804	2206
48	27/8/2022	LIRICA	0900-1800	749	2104
49	27/8/2022	GEMINI	0800-1800	295	262
50	28/8/2022	CROWN IRIS	0800-D-1400	571	1794
51	30/8/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	398	774
52	30/8/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	397	561
53	31/8/2022	VIKING SKY	0700-1800	457	807
54	31/8/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	543	1015
55	31/8/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	420	454

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ  
2022

A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/9/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	413	330
2	1/9/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1018	1057
3	1/9/2022	NAUTICA	0800-1700	408	505
4	2/9/2022	NORWEGIAN JADE	0730-1800	1042	1947
5	2/9/2022	CROWN IRIS	1300-0100	581	1493
6	2/9/2022	ARETHOUSA	1600-4/5-0500	40	73
7	3/9/2022	LIRICA	0900-1800	733	1887
8	3/9/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	814	1903
9	3/9/2022	SEVEN SEAS EXPLORER		558	334
	5/9/2022	GEMINI	0700-D-0700	280	283
10	6/9/2022	CROWN IRIS	1300-0100	579	1474
11	6/9/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	918	2221
12	6/9/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	400	669
13	6/9/2022	NORWEGIAN JADE	0730-1800	1045	1798
14	7/9/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	540	739

15	7/9/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	401	458
16	7/9/2022	MEIN SCHIFF HERTZ	0700-1800	720	1694
17	8/9/2022	NAUTICA	1100-2000	413	531
18	9/9/2022	GEMINI	2000-D-1300	298	422
19	10/9/2022	CELEBRITY BEYOND	0800-1600	1378	3058
20	10/9/2022	LIRICA	0900-1800	732	1713
21	11/9/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0900-1800	815	1962
22	11/9/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	399	526
23	13/9/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	393	573
24	13/9/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1038	1895
25	14/9/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	429	383
26	14/9/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	538	867
27	15/9/2022	WIND SURF	0800-1700	214	297
28	16/9/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1017	1078
29	16/9/2022	ARETHOUSA	1600-18/9-0500	21	75
30	17/9/2022	GEMINI	0800-1800	270	204
31	17/9/2022	SILVER SPIRIT	0800-1900	403	505
32	17/9/2022	LIRICA	0900-1800	739	1775
33	19/9/2022	AZAMARA JOURNEY	0800-2000	381	601
34	19/9/2022	MARELLA EXPLORER	0700-1800	736	1806
35	19/9/2022	GEMINI	0800-1800	270	148
36	20/9/2022	CROWN IRIS	1300-0100	577	1520
37	20/9/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	943	2265
38	20/9/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	399	624
39	20/9/2022	RIVIERA	0700-1900	ΑΚΥΡΩΣΗ	0
40	21/9/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	538	871
41	21/9/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	800	2138
42	21/9/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	394	562
43	22/9/2022	MEIN SCHIFF HERTZ	0730-1630	740	1780
44	23/9/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1032	2129
45	23/9/2022	MONET	0900-2200	27	101
46	24/9/2022	LIRICA	0900-1800	733	1883
47	25/9/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	804	2215
48	25/9/2022	JEWEL OF THE SEAS	0800-1800	816	2019
49	25/9/2022	EUROPA 2	0700-D-0700	361	456
50	26/9/2022	GEMINI	0730-1900	243	209
51	27/9/2022	CROWN IRIS	1300-0100	563	1640
52	27/9/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	398	655
53	28/9/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	537	644
54	28/9/2022	BLUE SAPPHIRE	0700-2200	405	531
55	28/9/2022	STAR LEGEND	0800-1900	200	217
56	29/9/2022	SEABOURN ENCORE	0800-2300	431	529
57	30/9/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	1010	1129
58	30/9/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	800	2108
59	30/9/2022	SILVER SPIRIT	0800-D-1400	402	500
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2022					
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/10/2022	LIRICA	0900-1800	734	1854
2	1/10/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1048	1995
3	2/10/2022	AZAMARA QUEST	0800-2100	398	552

4	3/10/2022	STAR FLYER	1200-2300	73	116
5	4/10/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	394	483
6	4/10/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1000	2013
7	5/10/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	531	912
8	5/10/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	798	1993
9	5/10/2022	CELEBRITY EDGE	0800-1900	1059	2390
10	6/10/2022	LE BOUGAINVILLE	0730-2200	117	123
11	7/10/2022	CROWN IRIS	2000-D-1830	559	1612
12	8/10/2022	LIRICA	0900-1800	738	1920
13	8/10/2022	SILVER SPIRIT	0800-1900	400	538
14	9/10/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	808	2235
15	11/10/2022	CELESTYAL CRYSTAL	0800-1800	392	420
16	11/10/2022	MONET	0730-1800	27	51
17	12/10/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	533	992
18	13/10/2022	JEWEL OF THE SEAS	0800-1800	842	2030
19	13/10/2022	STAR LEGEND	13-14/10/22	199	209
20	13/10/2022	LE BOUGAINVILLE	0700-2000	115	148
21	14/10/2022	CALISTO	0700-2300	16	16
22	14/10/2022	ODYSSEY OF THE SEAS	0700-1900	1650	3539
23	14/10/2022	NORWEGIAN JADE	0700-1800	999	2226
24	14/10/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	0700-1800	543	495
25	15/10/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	795	2130
26	15/10/2022	LIRICA	0900-1800	742	1873
27	15/10/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	404	463
28	16/10/2022	CROWN IRIS	1300-0100	563	1742
29	16/10/2022	ARTANIA		499	836
30	18/10/2022	VIKING SKY	0700-1800	455	902
31	19/10/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	532	733
32	19/10/2022	AZAMARA QUEST	0800-2200	398	624
33	19/10/2022	CROWN IRIS	2000-D-1830	556	1742
34	19/10/2022	CALISTO	0700-2200	16	24
35	20/10/2022	EUROPA	0800-1800	280	330
36	20/10/2022	LE BOUGAINVILLE	0700-2000	116	130
37	21/10/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	796	2037
38	22/10/2022	LIRICA	0900-1800	745	1750
39	22/10/2022	STAR LEGEND	1600-D-1700	169	141
40	23/10/2022	NAUTICA	0800-1900	409	595
41	24/10/2022	AZAMARA PURSUIT	0800-2200	370	424
42	25/10/2022	VIKING SEA	0730-1730	468	908
43	25/10/2022	MEIN SCHIFF 5	0800-1630	933	2449
44	25/10/2022	CROWN IRIS	1300-0100	548	1469
45	26/10/2022	VIKING SKY	0700-1800	468	810
46	26/10/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	533	751
47	26/10/2022	RHAPSODY OF THE SEAS	0800-1800	792	1942
48	27/10/2022	ODYSSEY OF THE SEAS	0700-1900	1539	3739
49	27/10/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	429	359
50	27/10/2022	MARINA	0700-1900	778	985
51	27/10/2022	LE BOUGAINVILLE	0700-2000	113	46
52	28/10/2022	SEVEN SEAS EXPLORER	0800-1800	551	583
53	28/10/2022	ARCADIA	0800-A-1800	791	1650

54	29/10/2022	LIRICA	0900-1800	730	1565
55	31/10/2022	CROWN IRIS	1500-0100	554	1293
56	31/10/2022	CLIO	1200-D-1800	61	79

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ  
2022**

A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/11/2022	MEIN SCHIFF 5	0800-1800	927	2349
2	1/11/2022	LA BELLE DE L'ANTRIAIQUE	0800-1300	49	179
3	2/11/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1900	530	674
4	2/11/2022	LE CHAMPLAIN	0700-1600	114	157
5	6/11/2022	THE WORLD	0700-D-0700	288	183
6	7/11/2022	VIKING VENUS	0700-1800	439	846
7	7/11/2022	LIRICA	0700-1800	728	1682
8	9/11/2022	ISLAND PRINCES	0900-1800	872	1727
9	9/11/2022	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	531	250
10	10/11/2022	SEABOURN ENCORE	0800-1800	421	261
11	10/11/2022	COSTA VENEZIA	0800-2000	994	1783
12	12/11/2022	NORWEGIAN EPIC	0700-1700	1622	2183
13	14/11/2022	CLIO	0700-2400	60	81
14	15/11/2022	VIKING VENUS	0700-1800	460	890
15	15/11/2022	CROWN IRIS	1300-0100	539	1473
16	16/11/2022	COSTA VENEZIA	0700-1900	1013	2542
17	18/11/2022	LIRICA	0900-1800	712	1659
18	18/11/2022	SILVER SPIRIT	0800-1800	407	437
19	18/11/2022	NORWEGIAN EPIC	1000-1800	1613	2622
20	20/11/2022	VIKING NEPTUNE	0700-1800	464	877
21	22/11/2022	CROWN IRIS	1600-D-1700	535	1292
22	23/11/2022	ISLAND PRINCES	0900-1800	861	1849
23	24/11/2022	CELESTYAL CRYSTAL	1200-1830	405	732
24	29/11/2022	LIRICA	0900-1800	693	1531
25	29/11/2022	AEGEAN ODYSSEY	0800-1900	147	289

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ  
2022**

A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/12/2022	CELESTYAL CRYSTAL	1200-1830	406	676
2	2/12/2022	VIKING SKY	0730-1730	457	839
3	3/12/2022	AEGEAN ODYSSEY	1200-D-0400	146	217
4	6/12/2022	VIKING VENUS	0800-1800	450	869
5	8/12/2022	CELESTYAL CRYSTAL	1200-1830	408	617
6	10/12/2022	LIRICA	0900-1800	698	1302
8	15/12/2022	VIKING VENUS	0730-1730	458	789
9	15/12/2022	CELESTYAL CRYSTAL	1200-1830	407	523
10	20/12/2022	CELESTYAL CRYSTAL	1200-2030	404	518
11	21/12/2022	LIRICA	0900-1800	719	1254

**Πίνακας 7.1** Πρόγραμμα κρουαζιέρας τουριστικού λιμένα της Ρόδου 2022. (ΔΛΤΝΔ)

	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/1/2023	LIRICA	0900-1600	715	1787
2	6/1/2023	VIKING SKY	0700-1800	449	752

3	14/1/2023	VIKING SKY	0700-1800	469	797
	27/1/2023	BOLETTE	0900-1800	ΑΚΥΡΩΣΗ ΛΟΓΩ ΚΑΙΡΟΥ	
				1633	3336
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	4/2/2023	VIKING SKY	0800-1800	453	914
2	13/2/2023	VIKING SKY	0730-1730	454	841
3					
4				907	1755
	ΜΑΡΤΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	2/3/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1500	999	1493
2	9/3/2023	CELESTYAL CRYSTAL	1130-1830	401	672
3	11/3/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1600	1010	2010
4	14/3/2023	THE WORLD	1300-D- 16/3/1800	293	185
5	15/3/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	494	459
6	16/3/2023	CELESTYAL CRYSTAL	1130-1830	404	879
7	17/3/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1700	1002	2297
8	20/3/2023	EMERALD AZURA	1200-2300	74	75
9	22/3/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	513	386
10	22/3/2023	GEMINI	0700-2000	301	428
11	23/3/2023	CELESTYAL CRYSTAL	1130-1830	404	812
12	24/3/2023	CLIO	1030-2330	76	75
13	27/3/2023	CROWN IRIS	1700-D-1300	574	1039
14	28/3/2023	GEMINI	1300-D-1200	291	244
15	29/3/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	ΑΚΥΡΩΣΗ ΛΟΓΩ ΚΑΙΡΟΥ	
16	29/3/2023	LA BELLE DL ADRIATIQUE	1400-2000	48	175
17	29/3/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1600	ΑΚΥΡΩΣΗ	ΛΟΓΩ ΚΑΙΡΟΥ
18	30/3/2023	CELESTYAL CRYSTAL	1130-1830	405	679
				7289	11908
	ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	4/4/2023	NORWEGIAN JADE	0800-1800	1007	2526
2	5/4/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	523	893
3	5/4/2023	CROWN IRIS	1500-D-1600	571	1659
4	5/4/2023	GEMINI	0700-2000	296	124
5	10/4/2023	CROWN IRIS	1430-2230	575	1726
6	11/4/2023	AZAMARA PURSUIT	0800-2200	391	705
7	12/4/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	533	730
8	12/4/2023	SPIRINT OF ADVEDURE	0800-1700	508	868
9	12/4/2023	SILVER SPIRIT	0700-2300	445	552

10	12/4/2023	GEMINI	0700-2000	306	445
11	13/4/2023	MEIN SCHIFF 6	0700-1630	922	2609
12	13/4/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1700	1006	2557
13	17/4/2023	AZURA	0800-1800	1156	2927
14	17/4/2023	CROWN IRIS	1500-0100	573	978
15	18/4/2023	VIKING NEPTUNE	0730-1730	450	839
16	19/4/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	553	733
17	19/4/2023	GEMINI	0700-2000	305	341
18	21/4/2023	LE CHAMPION	0700-1800	120	150
19	21/4/2023	AZAMARA PURSUIT	1300-2100	398	540
20	22/4/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1700	1025	2413
21	23/4/2023	LE JACQUES CARTIER	2200-A-1430	117	165
22	24/4/2023	VIKING SEA	0730-1730	457	905
23	24/4/2023	OCEAN ODYSSEY	1800-D-1900	83	141
24	25/4/2023	SILVER MOON	0800-1800	408	565
25	26/4/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	549	983
26	27/4/2023	AZAMARA PURSUIT	0800-2200	400	633
27	27/4/2023	SEVEN SEAS SPLENDOR	0800-1600	538	732
28	27/4/2023	VIKING STAR	0700-1800	453	885
	ΜΑΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/5/2023	OPERA	0900-1800	739	1571
2	1/5/2023	CROWN IRIS	1430-0100	575	1327
3	2/5/2023	AMBIENCE	0800-1800	606	1209
4	3/5/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0800-1800	550	795
5	4/5/2023	NORWEGIAN JADE	0800-1800	1018	2269
6	15/5/2023	RHAPSODY OF THE SEAS	0700-1500		
7	5/5/2023	VIKING STAR	0700-1800	461	839
8	5/5/2023	BLUE SAPPHIRE	1000-2200	379	146
9	6/5/2023	MARINA	0700-1800	ΑΚΥΡΩΣΗ	0
10	6/5/2023	MUSICA	0700-2200	955	2573
11	7/5/2023	STAR PRIDE	0800-5-1900	192	225
12	7/5/2023	AZAMARA PURSUIT	0800-2200	398	540
13	8/5/2023	VIKING SKY	0800-1800	456	874
14	8/5/2023	CROWN IRIS	1430-0100	579	980
15	9/5/2023	RIVIERA	0800-1900	561	1218
16	10/5/2023	NORWEGIAN JADE	0800-1800	1018	2303
17	10/5/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	561	831
18	10/5/2023	RUNNING ON WAVES	0800-2000	20	15
19	11/5/2023	SEVEN SEAS VOGIAGER	0700-1800	453	500
20	12/5/2023	EUROPA	0700-2330	278	344
21	15/5/2023	CROWN IRIS	1430-0100	574	1044

22	16/5/2023	VIKING SKY	0700-1800	471	888
23	16/5/2023	RESILANT LADY	0900-1800	1089	1867
24	16/5/2023	SEVEN SEAS VOGIAGER	0700-1800	454	592
25	17/5/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0800-1800	543	935
26	17/5/2023	EMERALD AZURA	0700-1800	74	100
27	17/5/2023	SILVER SPIRIT	0900-2300	405	625
28	20/5/2023	RHAPSODY OF THE SEAS	0700-1700	808	2212
29	21/5/2023	AZAMARA ONWARD	0800-1800	400	590
30	22/5/2023	NORWEGIAN JADE	0700-1800	1021	2426
31	22/5/2023	SIRENA	0700-1800	385	641
32	22/5/2023	CROWN IRIS	1430-2230	578	1161
33	22/5/2023	STAR PRIDE	0700-d-1200	145	225
34	23/5/2023	ODYSSEY OF THE SEAS	0800-1900	1639	4353
35	24/5/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0800-1800	544	1142
36	24/5/2023	EMERALD AZURA	0700-2359	77	100
37	24/5/2023	EUROPA2	2030-D-1800	362	485
38	24/5/2023	RHAPSODY OF THE SEAS	1000-1800	809	2137
39	24/5/2023	GEMINI	0700-2000	356	423
40	27/5/2023	CELEBRITY REFLECTION	0800-1600	1242	2841
41	29/5/2023	AZURA	0700-1800	1150	3084
42	29/5/2023	CROWN IRIS	1430-0100	582	1591
43	30/5/2023	MARELLA EXPLORER	0700-1800	764	1892
44	30/5/2023	RESILANT LADY	0900-1800	1042	1410
45	30/5/2023	AZAMARA ONWARD	0800-2200	400	616
46	30/5/2023	OCEANIA VISTA	0700-1800	782	1197
47	31/5/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0800-1800	546	859
48	31/5/2023	CELEBRITY CONSTELLATION	0900-2000	973	1953
49	31/5/2023	EMERALD AZURA	0700-2359	76	100
50	31/5/2023	STAR PRIDE	1600-D-1700		284
				28090	56332
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2023				
A/A	ΗΜΕΡΟΜ.	ΟΝΟΜΑ	ΠΑΡΑΜΟΝΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ	ΕΠΙΒΑΤΕΣ
1	1/6/2023	SEA DREAM 1	0800-1800	94	105
2	2/6/2023	NORWEGEAN JADE	0700-1800	1034	2433
3	4/6/2023	RAPSODY OF THE SEAS	1000-1800	807	2208
4	4/6/23	ARETHUSA	0700-2000	20	79
5	5/6/2023	CROWN IRIS	1430-0100	580	1581
6	6/6/2023	RESILANT LADY	0900-1800	1088	1355
7	6/6/2023	CELEBRITY CONSTELLATION	0800-1800	953	2083
8	7/6/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	547	965
9	7/6/2023	OCEAN VISTA	0700-1800	779	1197



10	7/6/2023	GEMINI	0700-2000	331	707
11	8/6/2023	ISLAND SKY	0700-1430	72	95
12	8/6/2023	OPERA	0800-1700	741	2218
13	11/6/2023	RAPSODY OF THE SEAS	1000-1800	809	2296
14	12/6/2023	NORWEGEAN JADE	0700-1800	1019	2588
15	14/6/2023	CELESTYAL OLYMPIA	0700-1800	543	948
16	14/6/2023	AZAMARA QUEST	0800-2200	395	579
17	14/6/2023	CELEBRITY INFINITY	0800-2000	969	1987
18	14/6/2023	GEMINI	0700-2000	323	861
19	15/6/2023	OCEAN VISTA	0700-1800	778	1182
20	18/6/2023	RAPSODY OF THE SEAS	1000-1800	800	2299
21	19/6/2023	OOSTERDAM	0800-1800	765	1906
22	19/6/2023	STAR FLYER	1200-2300	74	138
23	19/6/2023	CROWN IRIS	1430-0100	599	1594

**Πίνακας 7.2** Πρόγραμμα κρουαζιέρας τουριστικού λιμένα της Ρόδου 2023. (ΔΛΤΝΔ)