

Αθήνα, 2023

Αξιολόγηση συστημάτων ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών σε έξυπνα- πράσινα λιμάνια των Κυκλάδων

Δημήτριος Π. Μελισουργός



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ

ΤΟΜΕΑΣ: ΡΕΥΣΤΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΡΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Δημήτριος Π. Μελισσουργός

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Γεώργιο Κάραλη για την συνεργασία, την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη του προς το πρόσωπό μου. Επιπλέον, ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω του υπαλλήλους και την προϊσταμένη του Δημοτικού Λιμενικού Ταμείου Νάξου για την βοήθειά τους και την πλήρη πρόσβαση σε δεδομένα που χρειάστηκαν για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την στήριξή τους αυτά τα 5 τελευταία φοιτητικά χρόνια και την πίστη τους σε εμένα.

Πίνακας Περιεχομένων

1. Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	15
1.1 Οριοθέτηση έξυπνου λιμανιού.....	15
1.2 Πως μπορεί να οργανωθεί ένα έξυπνο λιμάνι;	18
1.3 Βιώσιμη ανάπτυξη.....	21
1.4 Περιπτώσεις «έξυπνων» λιμανιών σε παγκόσμιο επίπεδο.	23
<i>Λιμάνι του Ρότερνταμ</i>	23
<i>Λιμάνι του Αμβούργου</i>	24
<i>Λιμάνι της Σγκαπούρης</i>	25
<i>Λιμάνι του Los Angeles</i>	25
<i>Λιμάνι του Long Beach</i>	25
1.5 Περιπτώσεις «έξυπνων» λιμανιών στην Ελλάδα.	27
<i>Λιμάνι του Πειραιά</i>	27
<i>Λιμάνι της Θεσσαλονίκης</i>	28
1.6 Σύνοψη.....	28
2. Κεφάλαιο 2 ^ο : Θεσμικό Πλαίσιο.....	29
2.1 Νομοθετικό πλαίσιο και κανονισμοί που ακολουθούν τα έξυπνα λιμάνια.	29
<i>IMO – International Maritime Organization</i>	29
<i>Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων</i>	30
2.2 Νομοθεσία για χρήση συστημάτων ΑΠΕ	32
<i>Νόμος 1559/85</i>	32
<i>Νόμος 2244/94</i>	32
<i>Νόμος 2773/99</i>	33
<i>Νόμος 2941/2001</i>	33
<i>Νόμος 3468/2006</i>	33
<i>Νόμος 3581/2010</i>	34
<i>Νόμος 4964/2022</i>	34
<i>Νόμος 4951/2022</i>	34
2.3 Κανονισμοί ISO	36
<i>Κανονισμός ISO 19030</i>	36
<i>Κανονισμός ISO 50001</i>	37
<i>Κανονισμός ISO 14001</i>	38
2.4 Ευρωπαϊκό Δίκτυο EcoPorts	42
2.5 Κανονισμοί για θόρυβο	44
2.6 Σύνοψη.....	45

3. Κεφάλαιο 3 ^ο : Προτεινόμενα συστήματα για έξυπνα λιμάνια.....	46
3.1 Ευφυή συστήματα φωτισμού.....	46
3.2 Χρήση φορτιστών για πλοία και ηλεκτρικά αυτοκίνητα εντός του λιμανιού.....	49
3.3 Συστήματα αφαλάτωσης.....	51
3.4 Αξιοποίηση τεχνολογιών για παραγωγή ενέργειας – βιώσιμη ανάπτυξη.....	60
Αιολική Ενέργεια	61
Ηλιακή Ενέργεια	62
Παραδείγματα λιμανιών	63
3.5 Αυτοματοποιημένοι τερματικοί σταθμοί	65
4. Κεφάλαιο 4 ^ο : Περιπτώσεις λιμανιών Νάξου – Ηρακλείας – Σχοινούσας.....	70
4.1 Κατηγοριοποίηση λιμανιών ως προς το μέγεθος και την χρήση τους.....	70
4.2 Λιμάνι της Νάξου	74
Χωροταξικά	74
Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Νάξου	76
Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού	77
Φωτισμός	77
Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού	78
4.3 Λιμάνι Καλαντού Νάξου.....	78
Χωροταξικά	78
Υπάρχον εξοπλισμός και φωτισμός του λιμανιού	79
Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού	79
4.4 Λιμάνι Ηρακλείας.....	80
Χωροταξικά	80
Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Ηρακλείας	81
Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού	82
Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού	83
4.5 Το λιμάνι της Σχοινούσας.....	84
Χωροταξικά	84
Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Σχοινούσας	85
Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού	85
Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού	86
4.6 Στόχος ένωσης Νάξου – Ηρακλείας – Σχοινούσας	87
5. Κεφάλαιο 5 ^ο : Μοντελοποίηση – Ανάλυση περιπτώσεων	90
5.1 Εισαγωγή στο λογισμικό HomerPro.....	90
5.2 Φορτία των λιμανιών για ένα έτος	92
5.3 Μελέτη περίπτωσης φωτοβολταϊκών.....	94

<i>Για το λιμάνι της Νάξου</i>	96
<i>Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου</i>	98
<i>Για τα λιμάνια της Σχοινούσας/Ηρακλείας</i>	99
<i>Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών</i>	100
5.4 Μελέτη περίπτωσης αιολικών	101
<i>Για το λιμάνι της Νάξου</i>	102
<i>Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου</i>	104
<i>Για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας</i>	106
<i>Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών</i>	108
5.5 Μελέτη υβριδικού συστήματος.....	109
<i>Για το λιμάνι της Νάξου</i>	109
<i>Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου</i>	111
<i>Για τα λιμάνια της Ηρακλείας/Σχοινούσας</i>	113
<i>Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών</i>	114
5.6 Σύγκριση μεθόδων – Πολυκριτηριακή Μέθοδος	115
6. Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα	118
7. Βιβλιογραφία	119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Λιμάνια που ανήκουν στο EcoPort	123
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Χώρες μέλη του IMO	128

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Ανάπτυξη έξυπνων πόλεων ανά τομέα, ανά ήπειρο (2017).	15
Εικόνα 2: Συστήματα έξυπνου λιμανιού.	19
Εικόνα 3: Χρονολογική σειρά έκδοσης ευρωπαϊκών κανονισμών.....	32
Εικόνα 4: Πρότυπο ISO 50001.	37
Εικόνα 5: Αρχικό πλάνο ISO 50001 και εξέλιξή του σε ISO 50001:2018.	38
Εικόνα 6: Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής του EMAS. (European Union).	40
Εικόνα 7: Δίκτυο λιμανιών με πιστοποίηση EcoPorts.....	42
Εικόνα 8: Λιμάνι του Σόχαρ, χρήση συστημάτων ευφυούς φωτισμού.....	47
Εικόνα 9: Λιμάνι του Moerdijk, χρήση συστημάτων ευφυούς φωτισμού.....	48
Εικόνα 10: Καμπάνια Δήμου Πειραιά για την ανάδειξη των συστημάτων έξυπνου φωτισμού.	48
Εικόνα 11: Τυπικά παραδείγματα συστημάτων Pillars.	50
Εικόνα 12: Απεικόνιση διαδικασίας Πολυβάθμιας απόσταξης.	52
Εικόνα 13: Απεικόνιση διαδικασίας MED.....	53
Εικόνα 14: Απεικόνιση ηλιακής απόσταξης.	53
Εικόνα 15: Τυπικό διάγραμμα μονάδας ευτηκτικής κρυστάλλωσης	54
Εικόνα 16: Τυπικό διάγραμμα μονάδας εξάτμισης με επανασυμπύεση ατμών.	55

Εικόνα 17: Απεικόνιση μορίων νερού κατά την αντίστροφη ώσμωση.	55
Εικόνα 18: Απεικόνιση μορίων νερού κατά την εμπρός ώσμωση.	56
Εικόνα 19: Απεικόνιση διαδικασίας αντίστροφης ώσμωσης με υποβοήθηση.....	57
Εικόνα 20: Απεικόνιση διαδικασίας ηλεκτροδιάλυσης.	57
Εικόνα 21: Απεικόνιση διαδικασίας αφαλάτωσης με χρήση μεμβρανών.	58
Εικόνα 22: Τομή ανεμογεννήτριας (μάθημα αιολικής ενέργειας).	61
Εικόνα 23: Κομμάτια ενός τυπικού φωτοβολταϊκού πάνελ.	63
Εικόνα 24: Ενεργειακά συστήματα στο λιμάνι του Ρότερνταμ σε λειτουργία/εξέλιξη/προετοιμασία.	65
Εικόνα 25: Σχέδιο για υπεράκτιο αιολικό πάρκο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού του Ρότερνταμ.	65
Εικόνα 26: Αυτοματοποιημένα συστήματα τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ.	66
Εικόνα 27: Δίκτυο μεταφοράς εμπορευμάτων από το λιμάνι του Ρότερνταμ, μέσω φορτηγών.	67
Εικόνα 28:: Δίκτυο μεταφοράς εμπορευμάτων από το λιμάνι του Ρότερνταμ, μέσω σιδηροδρόμου.....	67
Εικόνα 29: Κάτοψη λιμανιού Ρότερνταμ με τις περιοχές που βρίσκονται οι τερματικοί σταθμοί.	69
Εικόνα 30: Κάτοψη λιμανιού Νάξου.	75
Εικόνα 31: Θέσεις σταθμών πύλαρ στο λιμάνι της Νάξου.....	77
Εικόνα 32: Κάτοψη λιμανιού Καλαντού στη Νάξο.....	79
Εικόνα 33: Κάτοψη λιμανιού Ηρακλείας.....	80
Εικόνα 34: Θέσεις σταθμών πύλαρ στο λιμάνι της Ηρακλείας.	82
Εικόνα 35: Κάτοψη λιμανιού Σχοινούσας.	84
Εικόνα 36: Θέσεις σταθμών πύλαρ στο λιμάνι της Σχοινούσας.....	86
Εικόνα 37: Δρομολόγιο προς Σχοινούσα και Ηρακλεία από το λιμάνι της Νάξου και το λιμάνι του Καλαντού.	88
Εικόνα 38: Καρτέλα για τα φορτία λογισμικού HomerPro.....	90
Εικόνα 39: Καρτέλα για τα συστήματα που εντάσσονται στα project στο λογισμικό.	90
Εικόνα 40: Καρτέλα για την ένταξη φυσικών πόρων.	90
Εικόνα 41: Καρτέλα για το project του λογισμικού.....	91
Εικόνα 42: Προβολή βημάτων για την προσθήκη δεδομένων στο λογισμικό.	92
Εικόνα 43: Μοντελοποιημένο σύστημα για τα λιμάνια (ΦΒ).	95
Εικόνα 44: Μοντελοποιημένο σύστημα για τα λιμάνια (αιολικά).	102
Εικόνα 45: Μοντελοποιημένο υβριδικό σύστημα για τα λιμάνια.	109

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ανάπτυξη «έξυπνων λιμανιών» τα επόμενα χρόνια.....	18
Διάγραμμα 2: Διακύμανση συμβολής ανανεώσιμων πηγών για τις ανάγκες των λιμανιών..	22
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Σουηδίας, Νορβηγίας, Ελλάδας με τον μέσο όρο της Ευρώπης για τις τεχνολογίες ΑΠΕ.	22
Διάγραμμα 4: Πηγές ηλεκτροδότησης στα λιμάνια της Ευρώπης.	23
Διάγραμμα 5: Ποσό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος από το λιμάνι του Ρότερνταμ.....	24

Διάγραμμα 6: Εκπομπές CO2 στα λιμάνια το Los Angeles και Long Beach 2006-2020 (Environmental and Energy Study Institute).....	26
Διάγραμμα 7: Διακίνηση αριθμού εμπορευματοκιβωτίων στα λιμάνια του Los Angeles και Long Beach 2005-2022.	27
Διάγραμμα 8: Ποσοστό πιστοποιήσεων ευρωπαϊκών λιμανιών μέσα στα χρόνια. (ESPO, 2022).....	41
Διάγραμμα 9: Ανάλυση πιστοποιήσεων των ευρωπαϊκών λιμανιών. (ESPO, 2022)	41
Διάγραμμα 10: Διάγραμμα φάσης υγρού-στερεού για το θαλασσινό νερό.	54
Διάγραμμα 11: Τεχνολογίες αφαλάτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο (2020).	59
Διάγραμμα 12: Τεχνικές αφαλάτωσης στην Ελλάδα.	59
Διάγραμμα 13: Στατιστικά ESPO για την ενεργειακή απόδοση στα λιμάνια που ανήκουν στον οργανισμό.	60
Διάγραμμα 14: Ανεμολογικά δεδομένα για περιφέρεια νοτίου Αιγαίου (EMY).	62
Διάγραμμα 15: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία 6 χρόνια από το θαλάσσιο αιολικό πάρκο στο λιμάνι του Esbjerg.....	64
Διάγραμμα 16: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Νάξου.	75
Διάγραμμα 17: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Νάξου 2020 και 2021.....	76
Διάγραμμα 18: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Ηρακλειάς.....	81
Διάγραμμα 19: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Ηρακλειάς 2020 και 2021.....	82
Διάγραμμα 20: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Σχοινούσας.	84
Διάγραμμα 21: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Σχοινούσας 2020 και 2021.....	85
Διάγραμμα 22: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού της Νάξου ανά μήνα.	93
Διάγραμμα 23: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού της Σχοινούσας ανά μήνα.....	94
Διάγραμμα 24: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού του Καλαντού.	94
Διάγραμμα 25: Ηλιακά φορτία στο νησί της Νάξου.	95
Διάγραμμα 26: Ανάγκες σε ρεύμα του λιμανιού κατά την διάρκεια του χρόνου.....	96
Διάγραμμα 27: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	96
Διάγραμμα 28: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Νάξος)	97
Διάγραμμα 29: Παροχή ισχύος από το φωτοβολταϊκό σύστημα.	97
Διάγραμμα 30: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	98
Διάγραμμα 31: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Καλαντός).....	98
Διάγραμμα 32: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	99
Διάγραμμα 33: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Σχοινούσα/Ηρακλειά).....	100
Διάγραμμα 34: Αιολικό δυναμικό για το νησί της Νάξου.	102
Διάγραμμα 35: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας ανεμογεννητριών.....	103

Διάγραμμα 36: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Νάξος)	103
Διάγραμμα 37: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Νάξος).....	104
Διάγραμμα 38: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας αιολικού πάρκου.....	105
Διάγραμμα 39: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Καλαντός)	105
Διάγραμμα 40: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Καλαντός).	106
Διάγραμμα 41: Σύγκριση χρηματοροής για τα λιμάνια του Σχοινούσας/Ηρακλειάς για την περίπτωση ή μη παρουσίας αιολικού πάρκου.....	106
Διάγραμμα 42: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Σχοινούσα/Ηρακλειά)	107
Διάγραμμα 43: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Σχοινούσα/Ηρακλειά).....	107
Διάγραμμα 44: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.	109
Διάγραμμα 45: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα.	110
Διάγραμμα 46: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Νάξος)	110
Διάγραμμα 47: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Νάξος)	111
Διάγραμμα 48: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.	111
Διάγραμμα 49: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα. (Καλαντός).....	112
Διάγραμμα 50: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Καλαντός)	112
Διάγραμμα 51: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Καλαντός)	112
Διάγραμμα 52: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.	113
Διάγραμμα 53: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα. (Σχοινούσα/Ηρακλειά).....	113
Διάγραμμα 54: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Σχοινούσα/Ηρακλειά)	114
Διάγραμμα 55: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Σχοινούσα/Ηρακλειά)	114

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Εξέλιξη λιμανιών μέσα στα χρόνια.	17
Πίνακας 2: Κατηγορίες και εφαρμογές τεχνολογιών στα "έξυπνα λιμάνια".	20
Πίνακας 3: Δείκτες αξιολόγησης έξυπνου λιμανιού.	21
Πίνακας 4: Αριθός εμπορευματοκιβωτίων στα λιμάνια του Los Angeles και Long Beach.	26
Πίνακας 5: Νομοθετικές ρυθμίσεις για τα θέματα των ΑΠΕ μέσα στα χρόνια.....	34
Πίνακας 6: Παραδείγματα άμεσων και έμμεσων πτυχών.....	39
Πίνακας 7: Αριθμός λιμανιών που συμμετέχουν στον ESPO ανά χώρα. (ESPO, 2022).....	41

Πίνακας 8: Δίκτυο EcoPorts σε αριθμούς.....	43
Πίνακας 9: Ελληνικά λιμάνια που ανήκουν στο δίκτυο EcoPorts.	43
Πίνακας 10: Απαραίτητη ενέργεια που χρειάζονται τα πλοία ανάλογα με τον τύπο τους. ...	50
Πίνακας 11: Γενικευμένο ετήσιο υδρολογικό ισοζύγιο ανά υδατικό διαμέρισμα (2008).	51
Πίνακας 12: Σύγκριση τεχνολογιών αφαλάτωσης.	58
Πίνακας 13: Ταξινόμηση Ανεμογεννητριών.	62
Πίνακας 14: Αυτόματοι τερματικοί σταθμοί για κοντέινερ στον κόσμο.	68
Πίνακας 15: Κατηγορία λιμένων K1 (Διεθνούς Ενδιαφέροντος).....	70
Πίνακας 16: Κατηγορία λιμένων K2 (Εθνικής Σημασίας).	70
Πίνακας 17: Κατηγορία λιμένων K3 (Μείζονος Ενδιαφέροντος).	71
Πίνακας 18: Χρήσεις λιμένων κατηγορίας K1.	72
Πίνακας 19: Χρήσεις λιμένων κατηγορίας K2.	72
Πίνακας 20: Χρήσεις λιμανιών κατηγορίας K3.	73
Πίνακας 21: Τιμολόγιο ελλιμενισμού για το λιμάνι της Νάξου.	74
Πίνακας 22: Κατηγορίες σκαφών για ελλιμενισμό στο λιμάνι της Νάξου.	76
Πίνακας 23: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Νάξου 2020 και 2021. ..	76
Πίνακας 24: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Ηρακλείας 2020 και 2021.	81
Πίνακας 25: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Σχοινούσας 2020 και 2021.....	85
Πίνακας 26: Πληροφορίες νησιών Νάξου, Σχοινούσας, Ηρακλείας.	87
Πίνακας 27: Ηλεκτρικές καταναλώσεις λιμανιού Σχοινούσας ανά τετράμηνο.....	93
Πίνακας 28: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι της Νάξου.	97
Πίνακας 29: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου.....	99
Πίνακας 30: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας.	100
Πίνακας 31: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά.....	101
Πίνακας 32: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι της Νάξου.....	104
Πίνακας 33: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι του Καλαντού.	105
Πίνακας 34: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας.	107
Πίνακας 35: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά.....	108
Πίνακας 36: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι της Νάξου.	110
Πίνακας 37: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι του Καλαντού.	112
Πίνακας 38: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας. .	114
Πίνακας 39: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά.....	115
Πίνακας 40: Σύγκριση μεθόδων για το λιμάνι της Νάξου.	116
Πίνακας 41: Σύγκριση μεθόδων για τα λιμάνια της Σχοινούσας/Ηρακλείας.....	117
Πίνακας 42: Σύγκριση μεθόδων για το λιμάνι του Καλαντού.	117

Περίληψη

Τα λιμάνια αποτελούν κόμβους εμπορίου και πύλη για την είσοδο και έξοδο επιβατών σε έναν τόπο. Γύρω από την λειτουργία τους γεννιούνται ιδέες για το πως μπορούν αυτά να βελτιωθούν, για το πως μπορεί να βελτιωθεί η ζωή γύρω από αυτά, αλλά και για το πως έχουν εξελιχθεί μέσα στα χρόνια. Ο εκσυγχρονισμός τους και η εισαγωγή λοιπόν νέων τεχνολογιών σε αυτά αποτελεί μονόδρομο για την βελτίωση τους.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στα λιμάνια 5^{ης} γενιάς, δηλαδή ευφυή και πράσινα. Ξεκινώντας αρχικά από το πως μεταφερθήκαμε από τις έξυπνες πόλεις στα έξυπνα λιμάνια, τις τεχνολογίες που απαρτίζουν τα λιμάνια αυτά, καθώς και παραδείγματα τέτοιων λιμανιών στον κόσμο και στην Ελλάδα. Βέβαια, για την μετατροπή των λιμανιών σε έξυπνα-πράσινα ακολουθούνται συγκεκριμένες νομοθεσίες και πρότυπα, στα οποία γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην εργασία, όπως και λιμάνια που ακολουθούν ήδη αυτά τα πρότυπα. Στην συνέχεια γίνεται ανάλυση των συνηθέστερων τεχνολογιών που εντοπίζονται σε τέτοιου τύπου λιμάνια, με ιδιαίτερη έμφαση στις τεχνολογίες για την αξιοποίηση των φυσικών πόρων. Επιπλέον, γίνεται περιγραφή και ανάλυση των υπό μελέτη νησιωτικών λιμανιών, της Νάξου, Σχοινούσας, Ηρακλειάς καθώς και νέες προοπτικές διασύνδεσής τους, αλλά και προτάσεις για τον εκσυγχρονισμό τους, ενώ στο τέλος γίνεται αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για το υπολογιστικό κομμάτι, στα φορτία των λιμανιών, καθώς και σύγκριση διάφορων συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε περίπτωση.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σύγκριση και επιλογή του βέλτιστου τρόπου για κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια αυτών των λιμανιών, προκειμένου να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα που έχουν, και να μειωθεί η ενεργειακή σπατάλη. Πέρα από την ενεργειακή κάλυψη, βασικός στόχος είναι οι κατάθεση προτάσεων ώστε τα λιμάνια των νησιών αυτών, αν και μικρά, να μπορούν να χαρακτηρίζονται ως ευφυή και έξυπνα.

Abstract

Ports can be characterized as trade hubs and gateways for passengers to enter or exit from a place, town, island. Their operation can be source to create ideas on how they can be improved on how life around them can be improved and on how the ports have evolved over the years. Their evolution and the introduction of new technologies is the only way to improve them.

In this thesis, referred to fifth generation ports, which are the smart and green ports. First of all, it is reported the way of movement smart cities to smart ports, the technologies that make up these ports, as well as examples of such ports in international level and Greece. Of course, for the conversion of ports into smart-green ones, specific legislation and standards are followed, to which special reference is made in the work, as well as ports that already follow these standards. Moreover, an analysis is made of the most common technologies found in such ports, with a particular emphasis on technologies for the utilization of natural resources. In addition, there is a description and analysis of the island ports under study, Naxos, Schinoussa, Heraklia, as well as new perspectives for their interconnection, as well as proposals for their modernization, while at the end there is a reference to the software used for the computing part, the loads of the of ports, as well as a comparison of different systems that can be used in any situation.

The purpose of this thesis is to compare and choose the best way to reach the electricity needs of these ports, in order to reduce the carbon footprint and to reduce energy waste. Beyond energy coverage, the main goal is to submit proposals so that the ports of these islands, although small, can be characterized as intelligent and smart.

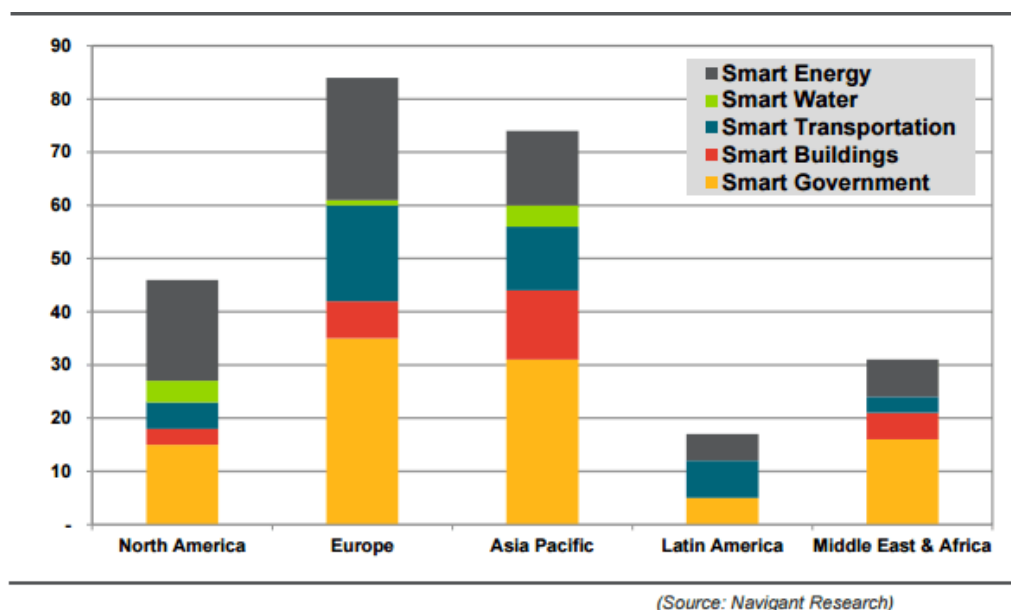
1. Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.1 Οριοθέτηση έξυπνου λιμανιού.

Τα «έξυπνα λιμάνια» χαρακτηρίζονται ως πράσινα, ψηφιακά και συνδέονται με έννοιες όπως βιωσιμότητα, αυτοματοποίηση και νέες τεχνολογίες. Ο ορισμός «έξυπνο λιμάνι», αποτελεί συνέχεια της έξυπνης πόλης (smart cities). Είναι γεγονός ότι οι έξυπνες πόλεις αναπτύσσονται όλο ένα και περισσότερο με τις εξελίξεις στον τεχνολογικό τομέα, δημιουργώντας μία πιο εύκολη καθημερινότητα για τους πολίτες. Η έννοια της έξυπνης πόλης είναι συνδεδεμένη με την καινοτομία και την βιωσιμότητα, την πράσινη ανάπτυξη.

Δεν υπάρχει αποκλειστικό μοντέλο μίας έξυπνης πόλης, καθώς οι ανάγκες κάθε περίπτωσης μπορεί να διαφέρουν και είναι ανάλογες με το μέγεθος της πόλης, τον πληθυσμό και την οικονομία της [1]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα συστημάτων μίας ευφυούς πόλης είναι:

- Έξυπνες μεταφορές: βελτιστοποιούνται οι μετακινήσεις να είναι ασφαλείς, βολικές και οικονομικά αποδοτικές για τους πολίτες.
- Ευφυή συστήματα που να εξυπηρετούν τον εκπαιδευτικό τομέα, την υγειονομική περίθαλψη και τον διοικητικό τομέα.
- Συστήματα διαχείρισης καταστροφών, προγραμματισμός και πρόληψη σε περιπτώσεις καταστροφών όπως σεισμοί, τσουνάμι, πλημμύρες, πυρκαγιές, κυκλώνες, χιονοθύελλες κλπ προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης σε αυτά τα προβλήματα.
- Έξυπνα πράσινα κτίρια, τα οποία θα εξοικονομούν ενέργεια χρησιμοποιώντας κατάλληλα συστήματα εξαερισμού/κλιματισμού, καθώς και θερμομονωτικά υλικά κατά την κατασκευή τους.
- Πράσινη βιωσιμότητα: χρήση τεχνολογιών που να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια, μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για την μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα.



Εικόνα 1: Ανάπτυξη έξυπνων πόλεων ανά τομέα, ανά ήπειρο (2017).

Φεύγοντας από την περιοχή των πόλεων και προσεγγίζοντας τον όρο «λιμάνι», κατ' αρχάς, με τον όρο λιμάνι προσδιορίζεται ο χώρος όπου σταθμεύουν τα πλοία και ενώνει την θάλασσα με την χερσαία δραστηριότητα και λειτουργούν ως εμπορικά κέντρα, καθώς είναι τα μέρη που γίνεται η παραλαβή και μεταφορά των προϊόντων, όταν μιλάμε για εμπορευματοκιβώτια και η διέλευση των ανθρώπων οι οποίοι ταξιδεύουν με πλοία. Έτσι, είναι εύλογο να αναζητούνται διαρκώς τρόποι για βελτίωση των συνθηκών, των τεχνολογιών και των δραστηριοτήτων εντός του λιμανιού προκειμένου να διευκολύνεται η καθημερινότητα.

Τα λιμάνια πρέπει να συμμορφώνονται και να λειτουργούν σύμφωνα με τον Κώδικα ISPS (International Ship and Facility Security Code), όπου είναι ο διεθνής κώδικας για την ασφάλεια των πλοίων λιμενικών εγκαταστάσεων, όπως υιοθετήθηκε στις 12 Δεκεμβρίου του 2002. Ενιαία αρμόδια αρχή για τα ελληνικά λιμάνια είναι το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής (ΥΝΑΝΠ), ενώ λιμενική αρχή αποτελούν τα κατά τόπον αρμόδια λιμεναρχεία, υπολιμεναρχεία ή κεντρικά λιμεναρχεία. Φορέας διοίκησης και εκμετάλλευσης κάθε λιμενικής εγκατάστασης μπορεί να αποτελεί ένας δημόσιος φορέας ή φορέας της αυτοδιοίκησης ή ιδιωτικός ή μεικτός φορέας που έχει την ευθύνη της διοίκησης και της εκμετάλλευσης της λιμενικής εγκατάστασης, σύμφωνα με τον νόμο 3622/2007 – ΦΕΚ 281/Α'/20.12.2007.

Θα ήταν εφικτό να γίνει διαχωρισμός των λιμανιών σε δύο κατηγορίες, τα παραδοσιακά και τα «έξυπνα», όπου η κύρια διαφοροποίηση τους θα είναι ως προς την τεχνολογική εξέλιξη κάθε ενός. Χαρακτηριστικό «έξυπνο λιμάνι» αποτελεί το λιμάνι της Σιγκαπούρης, το οποίο θεωρείται από τα 3 καλύτερα λιμάνια σε παγκόσμιο επίπεδο, και συνδυάζει τεχνολογίες blockchain, πράσινη ενεργειακή διαχείριση και έλεγχο των εκπομπών του άνθρακα. [71]

Η έννοια του «έξυπνου λιμανιού» εμφανίστηκε πρώτη φορά το 2010 και αναφέρθηκε ότι για να μπορεί να χαρακτηριστεί έξυπνο ένα λιμάνι, πρέπει να υπάρχουν παρόμοια συστήματα όπως στις έξυπνες πόλεις, προς ικανοποίηση των αναγκών του λιμανιού. Τέτοια συστήματα για τα λιμάνια είναι αυτοματοποιημένα μηχανήματα, αισθητήρες, διαχείριση πληροφορίας στο δίκτυο, κοινοποίηση πληροφορίας σε συστήματα cloud, χρήση ανανεώσιμων πηγών και διαχείριση ενέργειας. Συστήματα που προσφέρουν σημαντικά οφέλη και στην ενεργειακή αποδοτικότητα (τεχνολογίες ΑΠΕ και ενεργειακή διαχείριση), καθώς η ενεργειακή αποδοτικότητα είναι αρκετά σημαντική και λόγω της ενεργειακής κρίσης και λόγω της προσπάθειας για ελάττωση των εκπομπών του άνθρακα στην ατμόσφαιρα [2]. Ορισμένα λοιπόν από τα χαρακτηριστικά που οφείλει να έχει ένα «έξυπνο λιμάνι» είναι τα εξής:

- Έξυπνα συστήματα που να βελτιώνουν την αποδοτικότητα και την βιωσιμότητα του, καθώς και συστήματα που να διευκολύνουν την καθημερινότητα του λιμανιού, όπως συστήματα Bluetooth, αισθητήρες, φορτιστές, συστήματα ελέγχου κα.
- Καλά εκπαιδευμένο προσωπικό, άτομα τα οποία να έχουν την απαραίτητη γνώση να μπορούν να ανταποκριθούν στις προηγμένες αυτές τεχνολογίες, καθώς και να προσαρμόζονται στις αλλαγές και στις ανάγκες της εποχής.

- Αυτοματισμούς, οι οποίοι μειώνουν τα ανθρώπινα λάθη, αυξάνουν την αποδοτικότητα την ασφάλεια στις λειτουργίες του λιμανιού και τυποποιούν τις διαδικασίες σε καθορισμένους χρόνους.
- Πράσινη βιωσιμότητα και περιβαλλοντική ανησυχία, καθώς από τις βασικές μέριμνες ενός έξυπνου λιμανιού είναι η μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα, μέσω πράσινων-έξυπνων τεχνολογιών.

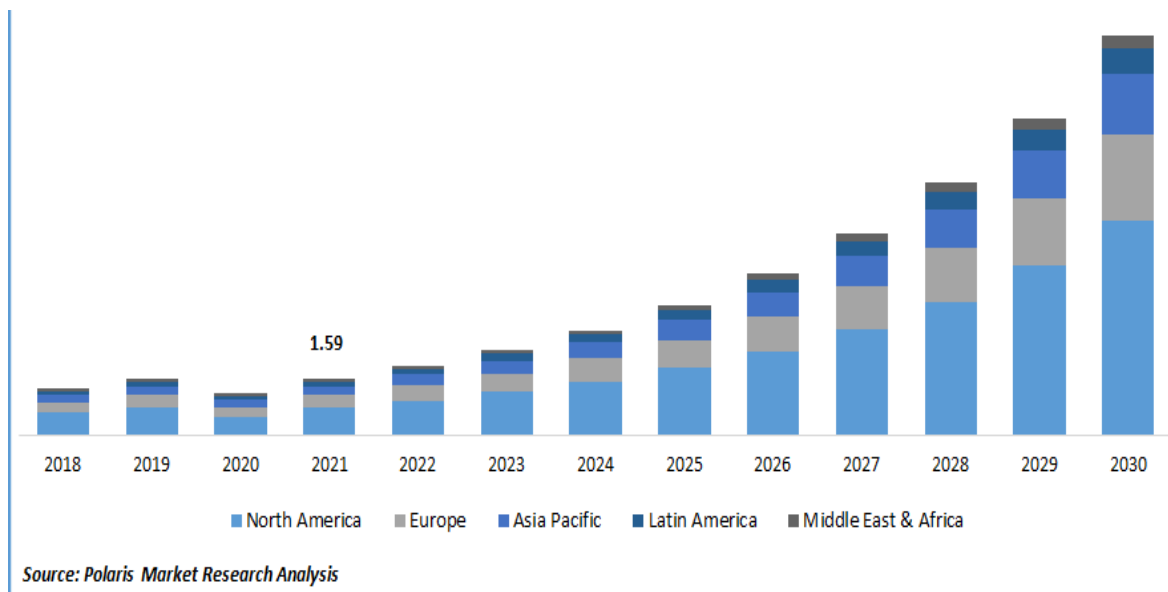
Τα έξυπνα λιμάνια ανήκουν την 5^η γενιά λιμανιών και η ιδέα του έξυπνου λιμανιού είχε ήδη ξεκινήσει από το 2010. Η αναβάθμιση των λιμανιών από την πρώτη γενιά που αποτελούταν από τα παραδοσιακά-απομονωμένα λιμάνια έως την πέμπτη γενιά που είναι τα έξυπνα λιμάνια αναλύεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Εξέλιξη λιμανιών μέσα στα χρόνια.

Γενιά Λιμανιών	Περίοδος	Χαρακτηριστικά
1^η γενιά: Παραδοσιακά Λιμάνια	Μέχρι το 1960	<ul style="list-style-type: none"> • Χωρίς ιδιαίτερη εμπορική σημασία • Λειτουργούν αποκλειστικά με ανθρώπινο παράγοντα • Χώροι για φόρτωση, εκφόρτωση φορτίων • Μικρή συνεργασία με τοπικές αρχές
2^η γενιά: Ανεπτυγμένα Λιμάνια	1960-1980	<ul style="list-style-type: none"> • Βιομηχανικό και εμπορικό κέντρο • Αναπτυγμένη διαχείριση λιμανιού • Χώροι για φόρτωση εκφόρτωση και αποθήκευση φορτίων • Μεγαλύτερη συνεργασία με τοπικές αρχές
3^η γενιά: Εμπορικά Λιμάνια	1980-1990	<ul style="list-style-type: none"> • Διεθνή εμπορικά κέντρα • Πιο εξειδικευμένα λιμάνια ανά τομέα • Κέντρα υπηρεσιών logistics • Κέντρα διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων
4^η γενιά: Ολοκληρωμένα Λιμάνια	1990-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Σύγχρονη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας • Διεθνής εμπορικές συμμαχίες • Τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών • Διοικητικά συστήματα
5^η γενιά: Έξυπνα Λιμάνια	Μετά το 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Έξυπνες τεχνολογίες • Πράσινη ανάπτυξη • Καλά εκπαιδευμένο προσωπικό • Αξιοπιστία και ευελιξία

Μάλιστα σημαντική είναι και η οικονομική ανάπτυξη των «έξυπνων λιμανιών», καθώς αποτελεί ένα όλο και αναπτυσσόμενο τομέα που επιφέρει σημαντικά κέρδη στις οικονομίες των χωρών που εδρεύουν. Μεγαλύτερο ποσοστό κερδών φέρουν οι ΗΠΑ, αφού τα μεγαλύτερα «έξυπνα λιμάνια» βρίσκονται εκεί. όπως φαίνεται από το

Διάγραμμα 1, η ανάπτυξη των έξυπνων λιμανιών γίνεται πιο εμφανής, σε ανεπτυγμένες χώρες και κυρίως, στις περιοχές της Βόρεια Αμερική και της Ευρώπης.

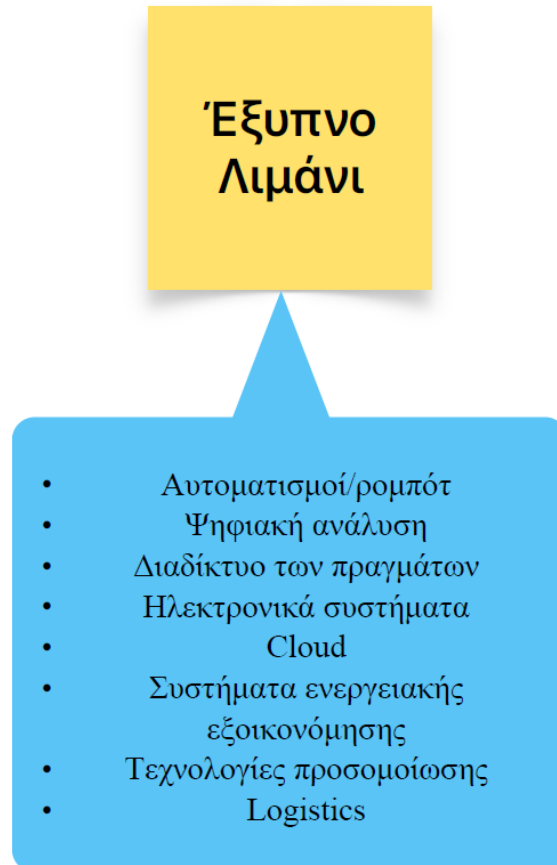


Διάγραμμα 1: Ανάπτυξη «έξυπνων λιμανιών» τα επόμενα χρόνια.

Έτσι λοιπόν, κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανασκόπηση και περιγραφή ενός έξυπνου λιμανιού και η εστίαση στο κομμάτι της «πράσινης» ανάπτυξής τους με την χρήση συστημάτων ΑΠΕ, για αυτό τον λόγο δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην νομοθεσία και στους κανονισμούς-πρότυπα που ακολουθούν τα έξυπνα λιμάνια, ενώ στην συνέχεια θα αναφερθούν οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα έξυπνα λιμάνια. Οι εφαρμογές των συστημάτων ΑΠΕ για την ενεργειακή κάλυψη, θα εφαρμοστούν σε λιμάνια νησιών συγκρίνοντας 3 διαφορετικά μεγέθη λιμανιών. Η σύγκριση και η τεχνικό-οικονομική τους αξιολόγηση θα γίνει μέσω του υπολογιστικού εργαλείου HomerPro, με βάση δεδομένα που έχουν ληφθεί για κάθε ένα λιμάνι που μελετάται. Έτσι λοιπόν προκύπτουν τα ακόλουθα ερωτήματα. Ποιες τεχνολογίες μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα ελληνικό λιμάνι σε νησί; Τι κανονισμούς και πρότυπα ακολουθούν τα έξυπνα λιμάνια σε παγκόσμιο επίπεδο; Είναι τα συστήματα ΑΠΕ μια βιώσιμη λύση για την ενεργειακή κάλυψη των ελληνικών νησιωτικών λιμένων; Πιο αποδοτική λύση αποτελεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, αιολικό ή συνδυασμός μεθόδων; Ποια είναι τα κριτήρια για την αξιολόγηση και επιλογή του κατάλληλου συστήματος ΑΠΕ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των λιμένων που μελετιούνται;

1.2 Πως μπορεί να οργανωθεί ένα έξυπνο λιμάνι;

Τα «έξυπνα λιμάνια» μπορούν να αποτελέσουν λύση για τις νέες προκλήσεις της εποχής, καθώς εφαρμόζονται σε αυτά προηγμένα συστήματα, ψηφιακές τεχνολογίες, συστήματα παρακολούθησης και ανίχνευσης θέσης πλοίων, cloud computing τεχνητή νοημοσύνη και άλλα.



Εικόνα 2: Συστήματα έξυπνου λιμανιού.

Βασικό στοιχείο για την οργάνωση ενός έξυπνου λιμανιού, είναι η χρήση μορφωμένου και καλά εκπαιδευμένου εργατικού δυναμικού, προκειμένου να πλέον το λιμάνι να μην αποτελεί απλά ένα χώρο φόρτωσης και εκφόρτωσης πλοίων και προϊόντων, αλλά να προσδίδει υψηλότερο επίπεδο προσδοκιών για ένα καλύτερο και πιο σύνθετο υλικοτεχνικό περιβάλλον. Παράλληλα, απαραίτητη κρίνεται και η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για την επίβλεψη των προϊόντων, των εμπορευματοκιβωτίων, των οχημάτων και των ατόμων εντός του λιμανιού. Τέτοια συστήματα μπορεί να αποτελούν οι ενδοεπικοινωνίες, αισθητήρες, cloud computing, κοινό δίκτυο και άλλα. Βέβαια για την σωστή οργάνωση ενός «έξυπνου λιμανιού» σημασία έχει και η τοποθεσία του, διότι στις περισσότερες περιπτώσεις «έξυπνων λιμανιών», τα λιμάνια που τα απαρτίζουν είναι μεγάλα εμπορικά κέντρα, αποτελούν δηλαδή κόμβους σύνδεσης και επικοινωνίας λιμανιών και λιμανιών με την ενδοχώρα. [3]

Είναι φανερό ότι αυτό που χαρακτηρίζει τα «έξυπνα λιμάνια» και τον τρόπο οργάνωσής τους είναι οι τεχνολογίες, που έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω και χρησιμοποιούνται για την λειτουργία και ανάπτυξή τους. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να χωριστούν σε ορισμένα επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά είναι:

- Επίπεδο εφαρμογής
- Επίπεδο ανάπτυξης
- Θεμελιώδες επίπεδο
- Επίπεδο υποστήριξης

Πίνακας 2: Κατηγορίες και εφαρμογές τεχνολογιών στα έξυπνα λιμάνια.

Επίπεδο Εφαρμογών	Αυτοματισμοί/ Ρομπότ Τεχνολογίες προσομοίωσης Logistics
Επίπεδο Ανάπτυξης	Προηγμένα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας Ψηφιακή Ανάλυση
Θεμελιώδες Επίπεδο	Ίντερνετ των πραγμάτων
Επίπεδο Υποστήριξης	Cloud Ηλεκτρονική ασφάλεια (cybersecurity) Μεγάλα συστήματα δεδομένων

Όσον αφορά το επίπεδο εφαρμογών, εστιάζει σε εφαρμογές που οδηγούν σε βιομηχανοποίηση του λιμανιού (αυτοματισμοί, ρομπότ, logistics) και έχει σαν στόχο την ένταξη της τεχνητής νοημοσύνης στις λειτουργίες του λιμανιού. Αποτέλεσμα είναι η αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών κάθε λιμανιού.

Το επίπεδο ανάπτυξης εστιάζει σε εφαρμογές οι οποίες δεν έχουν χρησιμοποιηθεί προς το παρόν σε λιμάνια αλλά έχουν μεγάλες δυνατότητες. Τα προηγμένα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας δίνουν την δυνατότητα αλληλεπίδρασης, ελέγχου και παρακολούθησης ενός περιβάλλοντος, στην προκειμένη περίπτωση ενός πλοίου, βρισκόμενος από το λιμάνι.

Το θεμελιώδες επίπεδο αποτελεί το ψηφιακό περιβάλλον του λιμανιού. Αποτελεί ένα δίκτυο που περιλαμβάνει το σύνολο των αισθητήρων και τα συστήματα του λιμανιού και είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο. Βελτιώνει την απόδοση του λιμανιού και περιέχει όλες τις συσκευές και τεχνολογίες που υπάρχουν στο λιμάνι, δημιουργώντας ένα δίκτυο/κοινότητα εντός του λιμανιού.

Το επίπεδο υποστήριξης είναι αυτό που υποστηρίζει και βοηθά την ανάπτυξη του λιμανιού παρέχοντας συστήματα cloud, ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, βελτιώνει τον έλεγχο και την απόδοση του λιμανιού.

Όσον αφορά την αξιολόγηση ενός «έξυπνου λιμανιού», έχουν γίνει αρκετές μελέτες και έχει ξεχωρίσει η μελέτη του Zarzuelo το 2020 για το τεχνολογικό περιβάλλον, των Σηφάκη, Lam και Iris το 2019 για το οικολογικό περιβάλλον, του Gaspare D' Amico και Lacalle το 2021 για το πολιτικό περιβάλλον, ενώ οι μελέτες για τις υπηρεσίες του λιμανιού έχουν προέλθει από έρευνες και στατιστικά [3]. Βασικοί παράγοντες για την αξιολόγηση κάθε λιμανιού είναι:

- Ασφάλεια
- Λειτουργικότητα
- Περιβάλλον
- Ενέργεια

Έτσι από την σύνδεση των μελετών προέκυψαν οι κατηγορίες του Πίνακα 3, όπου σε κάθε κατηγορία αντιστοιχούν ορισμένοι δείκτες.

Πίνακας 3: Δείκτες αξιολόγησης έξυπνου λιμανιού.

Κατηγορίες	Δείκτης	Περιγραφή
Τεχνολογικό Περιβάλλον	Ψηφιακή τεχνολογία Ασφάλεια στον κυβερνοχώρο Διαχείριση καινοτόμων συστημάτων	Περιλαμβάνει συστήματα που αφορούν το διαδίκτυο των πραγμάτων, τεχνητή νοημοσύνη, ανάλυση ψηφιακών συστημάτων και ένα καινοτόμο περιβάλλον
Οικολογικό Περιβάλλον	Αξιοποίηση ενέργειας Διαχείριση νερού Εκπομπές άνθρακα	Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για καθαρή-πράσινη ενέργεια, συστήματα για βελτίωση της ποιότητας του νερού και μείωση εκπομπών του άνθρακα
Πολιτικό Περιβάλλον	Σύνδεση λιμανιού-πόλης	Οικονομικές σχέσεις και συνεργασία μεταξύ πόλης και λιμανιού
Υπηρεσίες λιμανιού	Logistics Υποδομές Εκπαίδευση εργαζομένων	Υπηρεσίες μεταφορών και αξιοποίησης εμπορευμάτων, δημιουργία έξυπνων-πράσινων κτιρίων, συνεχή εκπαίδευση προσωπικού

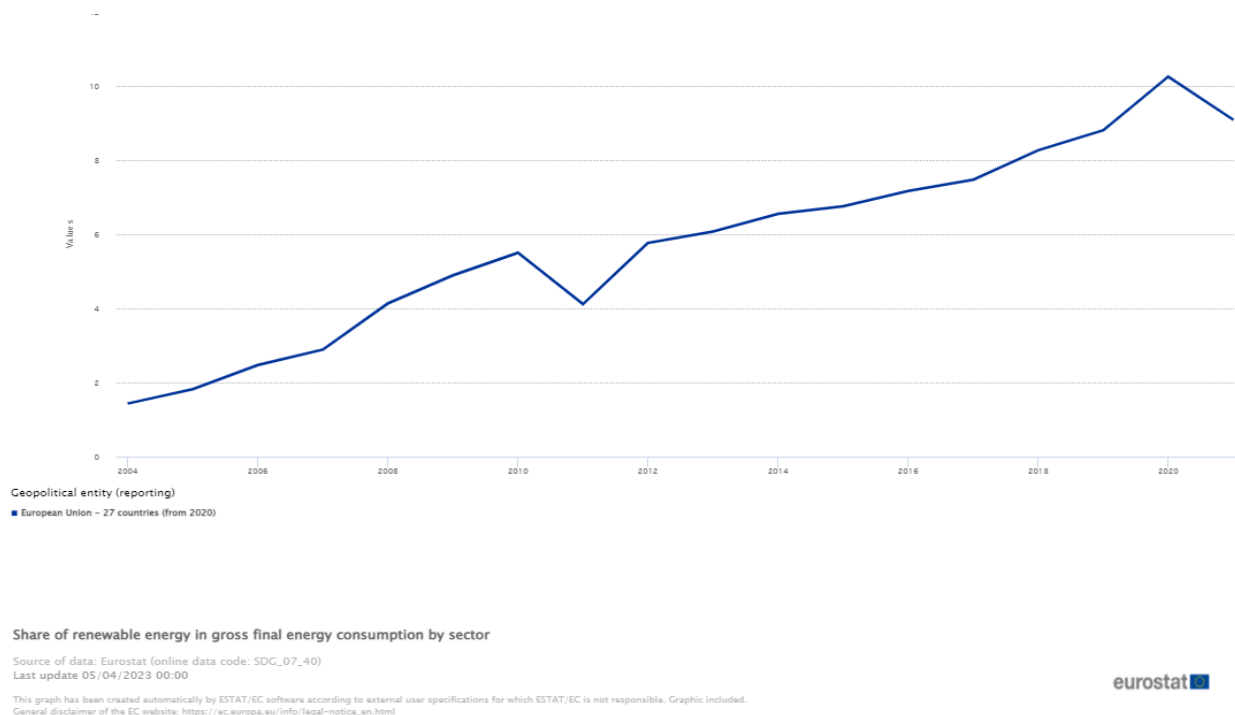
1.3 Βιώσιμη ανάπτυξη

Οι ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια στα λιμάνια είναι τεράστιες, τόσο για την κάλυψη των αναγκών του ίδιου του λιμανιού, όσο και για τις ανάγκες των ατόμων που βρίσκονται εντός του. Ειδικότερα ένα «έξυπνο λιμάνι» με όλες τις ψηφιακές τεχνολογίες, τα μηχανήματα, τον προγραμματισμό του, αυξάνει κατά πολύ τις ανάγκες για ενέργεια σε σχέση με ένα απλό, παραδοσιακό λιμάνι. Έτσι, η χρήση τεχνολογιών για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προκειμένου να συμβάλουν στην ενεργειακή κάλυψη των αναγκών του λιμανιού, κρίνεται απαραίτητη. Άλλωστε, όπως έχει ήδη αναφερθεί στον ορισμό του «έξυπνου λιμανιού», ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι η αιεφόρος ανάπτυξη/ η πράσινη βιωσιμότητα με χρήση διάφορων τεχνολογιών που μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια, αξιοποιώντας τις φυσικές πηγές ενέργειας για την μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα.

Μιλώντας για φυσικές μορφές ενέργειας, αναφερόμαστε στον ήλιο, στον αέρα και στο νερό, δηλαδή στην ηλιακή και αιολική ενέργεια κατά κύριο λόγο. Όσον αφορά την αξιοποίηση του νερού για την κάλυψη των αναγκών ενός λιμανιού, θα ήταν

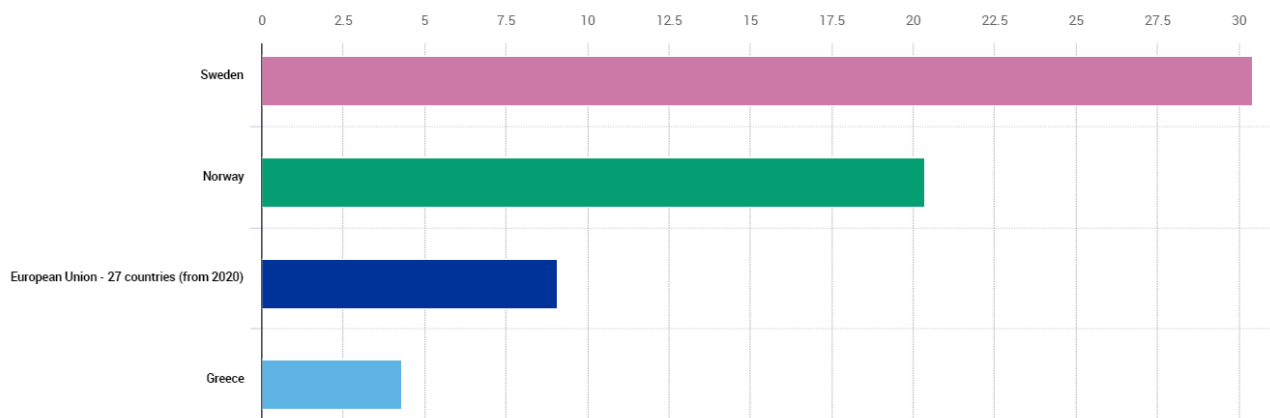
ουτοπικό να γίνει αναφορά στην υδροηλεκτρική ενέργεια, όμως δεν μπορούν να παραληφθούν η κυματική και η παλιρροιακή ενέργεια.

Στην Ευρώπη, αν και μικρή υπάρχει σταθερή αύξηση του ποσοστού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κατά το διάστημα 2000 – 2021, που συμβάλουν στην κάλυψη των αναγκών των λιμανιών, όπως γίνεται φανερό από το Διάγραμμα 2 της Eurostat. Τα δεδομένα του 2021 αποκαλύπτουν ότι, περίπου το 10% της ενέργειας που χρειάζονται τα λιμάνια της Ευρώπης καλύπτονται με χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ, ποσοστό το οποίο φαίνεται μικρό.



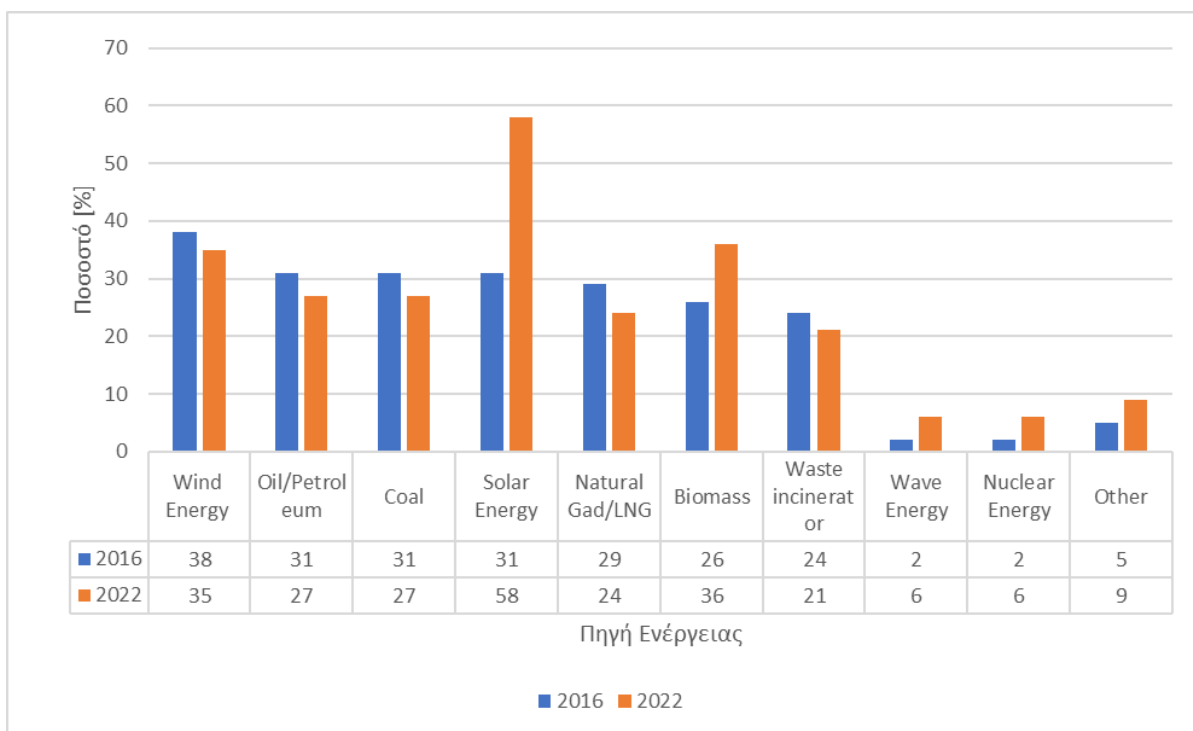
Διάγραμμα 2: Διακύμανση συμβολής ανανεώσιμων πηγών για τις ανάγκες των λιμανιών. [7]

Πρωτοπόροι, στο κομμάτι της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών με χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ αποτελούν οι Σκανδιναβικές χώρες (Σουηδία και Νορβηγία με ποσοστά 31% και 21% αντίστοιχα), ενώ η Ελλάδα το 2021 βρέθηκε κάτω από τον μέσο όρο με ποσοστό κάλυψης περίπου 4%, όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 3 αξιοποιώντας τα δεδομένα της Eurostat.



Διάγραμμα 3: Σύγκριση Σουηδίας, Νορβηγίας, Ελλάδας με τον μέσο όρο της Ευρώπης για τις τεχνολογίες ΑΠΕ. [7]

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Λιμένων και με βάση στατιστικών στοιχείων από έρευνες που είχαν πραγματοποιηθεί το 2016 και 2022, παρατηρείται ότι υπάρχει μεγάλη αύξηση χρήσης τεχνολογιών ΑΠΕ για την ηλεκτροδότηση των λιμανιών. Παρατηρείται ότι παράλληλα με την αύξηση των ΑΠΕ για την ηλεκτροδότηση των λιμανιών, μειώνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων, όπως πετρέλαιο, γαιάνθρακας, λιγνίτης, φυσικό αέριο κλπ. Πέρα από την μείωση των ορυκτών καυσίμων, παρατηρείται και μείωση της χρήσης αιολικής ενέργειας, χωρίς να υπολογίζονται τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. [8], [9]



Διάγραμμα 4: Πηγές ηλεκτροδότησης στα λιμάνια της Ευρώπης.

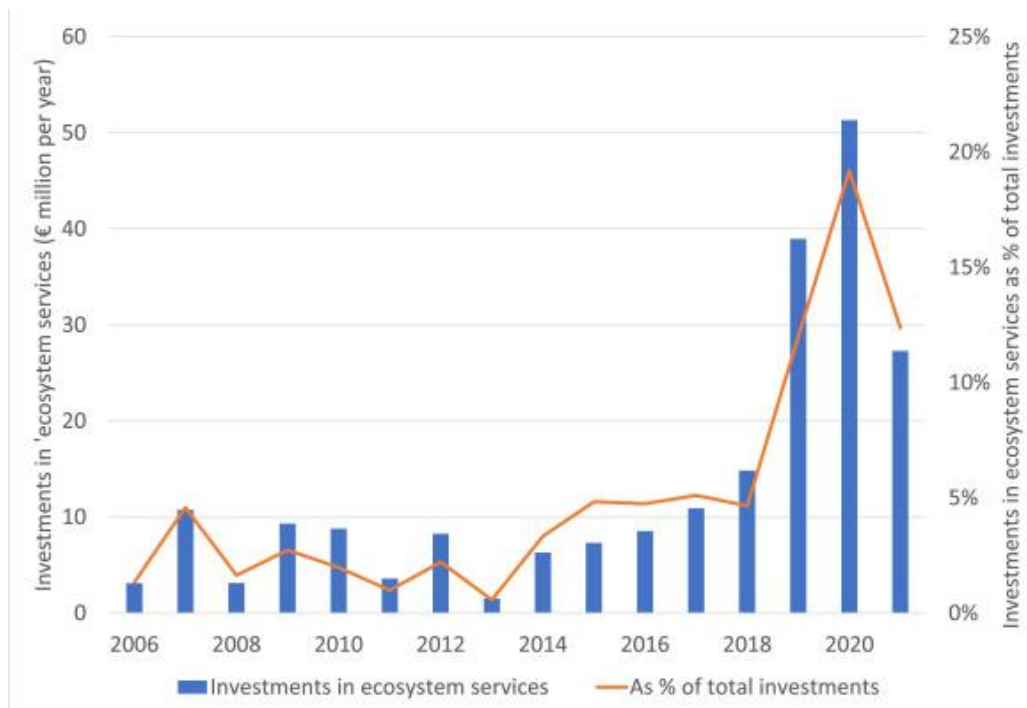
1.4 Περιπτώσεις «έξυπνων» λιμανιών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Λιμάνι του Ρότερνταμ

Το λιμάνι του Ρότερνταμ αποτελεί το μεγαλύτερο εμπορικό λιμάνι της Ευρώπης, ενώ για πολλά χρόνια αποτελούσε το μεγαλύτερο λιμάνι σε παγκόσμιο επίπεδο. Παράλληλα, αποτελεί το μεγαλύτερο έργο μετατροπής ενός λιμανιού σε αυτοματοποιημένο και ψηφιοποιημένο λιμάνι, με νέες τεχνολογίες, καθιστώντας το ένα από τα πρώτα «έξυπνα λιμάνια». Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά του λιμανιού είναι ότι υπάρχει ολόκληρο το λιμάνι ψηφιοποιημένο, κάτι το οποίο δίνει την δυνατότητα για προσομοιώσεις και έλεγχο του λιμανιού, ενώ οι φορτοεκφορτώσεις των εμπορευματοκιβωτίων γίνονται αυτοματοποιημένα.

Σημαντική είναι και η συμβολή και προσπάθεια του λιμανιού για να διατηρεί καθαρό το οικοσύστημα γύρω από αυτό με χρήση ποικίλων τεχνολογιών. Γίνεται χρήση αισθητήρων, για να μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες για το νερό, προκειμένου να γίνεται έλεγχος του ως προς την καθαρότητα και την μη μόλυνση από

τις εργασίες του λιμανιού. όλα τα κτίρια εντός του λιμανιού χαρακτηρίζονται ως πράσινα και ενεργειακά καθαρά. ενώ παράλληλα γίνεται ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. ώστε να καλύπτεται πλήρως η ηλεκτροδότηση του λιμανιού από καθαρές μορφές ενέργειας. Είναι φανερό και από το Διάγραμμα 5 ότι παραχωρείται ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος. το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει υπερδιπλασιαστεί. [13]



Διάγραμμα 5: Ποσό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος από το λιμάνι του Ρότερνταμ. [13]

Λιμάνι του Αμβούργου

Το λιμάνι του Αμβούργου αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της Γερμανίας και δεύτερο μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης. Χρησιμοποιεί αρκετά είδη νέων τεχνολογιών για την παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα και του νερού, με χρήση διαφόρων αισθητήρων. Καινοτομούν, καθώς προσπαθούν να βελτιώσουν θέματα ακουστικής και να μειωθεί ο θόρυβος εντός του λιμανιού, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιείται έξυπνα LED φώτα για τον φωτισμό του λιμανιού. Επιπλέον, γίνεται μείωση των φόρων σε πλοία που χαρακτηρίζονται ως «πράσινα» ή έχουν χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Για την ηλεκτροδότηση του λιμανιού, για την λειτουργία των γερανών, των τερματικών σταθμών και των υπόλοιπων μηχανημάτων, κύριες πηγές είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια.

Στόχος της λιμενικής αρχής του Αμβούργου είναι μέχρι το 2025 θα έχουν μειωθεί κατά 50% οι εκπομπές άνθρακα σε σχέση με το 2015, ενώ μέχρι το 2050 οι εκπομπές του άνθρακα θα έχουν μηδενισθεί.

Λιμάνι της Σιγκαπούρης

Το λιμάνι της Σιγκαπούρης είναι από τα μεγαλύτερα και πιο πολυσύχναστα εμπορικά λιμάνια σε παγκόσμιο επίπεδο. Βασικός στόχος του λιμανιού είναι η πλήρης αυτοματοποίηση του έως το 2040, τόσο για την κίνηση και χρήση των γερανών, όσο και για την φόρτωση και εκφόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται ψηφιακά συστήματα και ειδικό λογισμικό για την διαχείριση και παρακολούθηση βασικών δεικτών για την ποιότητα του νερού. Παράλληλα, γίνεται διαρκής μετεκπαίδευση των εργαζομένων του λιμανιού για την εξειδίκευσή τους στις νέες τεχνολογίες που εισέρχονται για χρήση στα λιμάνια.

Όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, σκοπός της λιμενικής αρχής της Σιγκαπούρης είναι να τις ελαττώσει κατά 50% έως το 2030 και έως 75% έως το 2040, σε σχέση με το 2019. Η μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα του λιμανιού γίνεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, χρησιμοποιώντας κατά βάση την ηλιακή. Παράλληλα, η Σιγκαπούρη αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι ανεφοδιασμού καυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο, γίνονται δοκιμές για εναλλακτικά καύσιμα, μετά τις επιτυχείς δοκιμές για ανεφοδιασμό Υδροποιημένου Φυσικού Αερίου (LNG), το 2021.

Λιμάνι του Los Angeles

Το λιμάνι του Λος Άντζελες αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της Βόρεια Αμερικής και ένα από τα μεγαλύτερα σε παγκόσμιο επίπεδο για την μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων, όπου τον Μάιο του 2021 έκανε ρεκόρ μεταφοράς. Έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην κυβερνοασφάλεια, καθώς στο λιμάνι αυτό χρησιμοποιούνται απαιτητικά και σημαντικά ψηφιακά μέσα και λογισμικά, για το ζήτημα της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο. Επίσης, αναπτύσσονται ψηφιακά μέσα για τον καλύτερο δυνατό προγραμματισμό και αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται ειδικά μέσα τεχνολογίας για την προστασία και καθαριότητα του θαλασσινού νερού. Για την μερική ενεργειακή κάλυψη των αναγκών του λιμανιού, χρησιμοποιείται ενέργεια που προέρχεται από φωτοβολταϊκά πάνελ.

Ένας από τους κύριους στόχους του λιμανιού είναι έως το 2025 το 55% της ενέργειας που χρησιμοποιεί να προέρχεται από ΑΠΕ, ενώ το ποσοστό αυτό να έχει αυξηθεί σε 80% έως το 2035 και σε 100% έως το 2045. Μάλιστα γίνεται προσπάθεια για χρήση πράσινων οχημάτων για τις ανάγκες του λιμανιού σε ποσοστό 25% έως το 2025, 80% έως το 2035 και 100% έως το 2050 προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αερίων. Σημαντική είναι και η απόφαση σχετικά με την μείωση ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων του λιμανιού σε ποσοστό 45% έως το 2050. [14], [18]

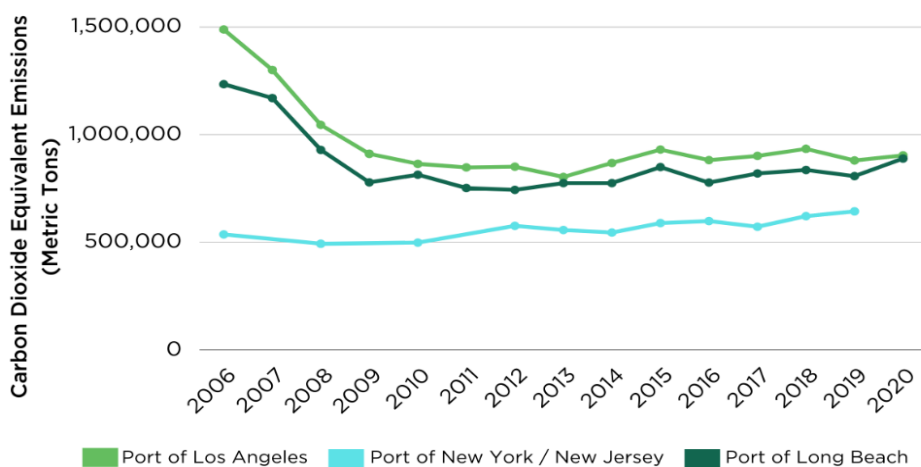
Λιμάνι του Long Beach

Το λιμάνι του Λονγκ Μπιτς αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια της Βόρειας Αμερικής και γειτονικό λιμάνι του Λος Άντζελες. Παρέχει χαμηλά λιμενικά τέλη για «πράσινα» πλοία, προκειμένου να προσελκύει εταιρίες με «πράσινο» αντίκτυπο. Στο λιμάνι αυτό πραγματοποιείται ένα σημαντικό έργο που συνδέεται και με τις ανανεώσιμες πηγές καθώς κατασκευάζεται πλωτή υπεράκτια αιολική εγκατάσταση «Pier Wind» η οποία θα ηλεκτροδοτεί το λιμάνι. Το έργο αυτό θα έχει

ολοκληρωθεί έως το 2023 και θα αποτελεί το μεγαλύτερο θαλάσσιο πάρκο των ΗΠΑ. ενώ υπάρχουν ήδη ηλιακά συστήματα με φωτοβολταϊκά πάνελ. Παράλληλα, στο λιμάνι αναπτύσσονται εναλλακτικά καύσιμα. όπως το ανανεώσιμο ντίζελ που έχει ίδια χημική ενέργεια με το παραδοσιακό ντίζελ και προέρχεται από πηγές όπως ζωικό λίπος, μαγειρικό λάδι, σογιέλαιο, υπολείμματα τροφών.

Ένας από τους στόχους του λιμανιού είναι το μηδενικό αποτύπωμα άνθρακα έως το 2040. ενώ ταυτόχρονα θέτει παρόμοιους στόχους όπως το Λος Άντζελες ως προς την χρήση πράσινων οχημάτων εντός του λιμανιού, αλλά και της δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων εντός του λιμανιού. [14], [17]

Greenhouse Gas Emissions from the Largest U.S. Ports



Graphic by: Emma Johnson, EESI

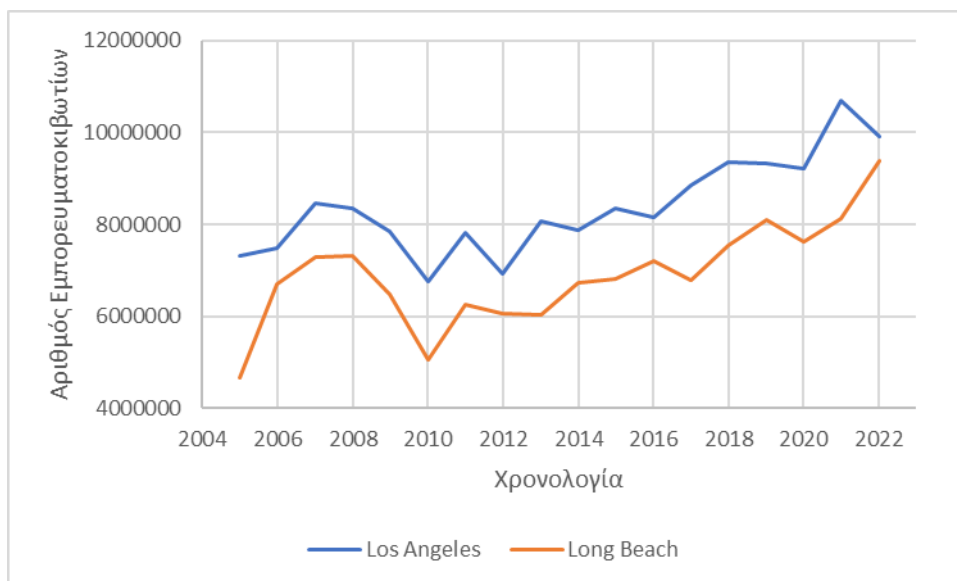
Διάγραμμα 6: Εκπομπές CO2 στα λιμάνια το Los Angeles και Long Beach 2006-2020 (Environmental and Energy Study Institute). [15]

Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6. Είναι φανερό ότι στα λιμάνια του Λος Άντζελες και του Λονγκ Μπιτς έχουν μειωθεί οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. παρόλη την αύξηση κίνησης πλοίων στα λιμάνια και την συνεχή αύξηση στην διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων. κάτι το οποίο οφείλεται στις «πράσινες» εφαρμογές στα λιμάνια κατά την μετατροπή τους σε «έξυπνα λιμάνια». Στο Διάγραμμα 7 απεικονίζεται η πορεία των φορτώσεων και εκφορτώσεων των εμπορευματοκιβωτίων μέσα στα χρόνια. η οποία φαίνεται να είναι αυξητική.

Πίνακας 4: Αριθμός εμπορευματοκιβωτίων στα λιμάνια του Los Angeles και Long Beach.

	Los Angeles	Long Beach
2005	7.321.440	4.658.124
2006	7.484.624	6.709.818
2007	8.469.853	7.290.365
2008	8.355.039	7.312.465
2009	7.849.984	6.487.816
2010	6.749.077	5.067.597
2011	7.831.902	6.263.500
2012	6.940.511	6.061.102
2013	8.077.715	6.045.662

2014	7.868.582	6.730.573
2015	8.340.065	6.820.806
2016	8.160.458	7.192.066
2017	8.856.782	6.775.171
2018	9.343.193	7.544.507
2019	9.337.632	8.091.023
2020	9.213.396	7.632.032
2021	10.677.610	8.113.315
2022	9.911.159	9.384.368



Διάγραμμα 7: Διακίνηση αριθμού εμπορευματοκιβωτίων στα λιμάνια του Los Angeles και Long Beach 2005-2022.

1.5 Περιπτώσεις «έξυπνων» λιμανιών στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα, ο όρος του «έξυπνου λιμανιού» δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα σε κάποιο από τα μεγάλα λιμάνια της χώρας, όμως υπάρχουν ήδη σχέδια για αναβάθμιση ορισμένων λιμανιών. Σε αρκετά λιμάνια έχουν ακολουθηθεί «πράσινες» τακτικές, με χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων, προκειμένου να μειωθεί η ενέργεια που καταναλώνεται. Τα προσεχώς «έξυπνα λιμάνια» της Ελλάδας είναι αυτό του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης.

Λιμάνι του Πειραιά

Το λιμάνι του Πειραιά αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας και ανήκει στα 5 μεγαλύτερα εμπορικά λιμάνια της Ευρώπης, σύμφωνα με έρευνα της Eurostat 2022. Ήδη από το 2016 λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό πάρκο στην περιοχή του Νέου Ικονίου του Πειραιά, στην περιοχή που λειτουργούν οι γερανογέφυρες και όλα τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την φόρτωση και εκφόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων. Το πάρκο αυτό έχει την ικανότητα να παράγει 635MWh/ έτος,

για μερική κάλυψη των αναγκών του λιμανιού. Επιπλέον, το λιμάνι διαθέτει δίκτυο αισθητήρων που συγκεντρώνουν δεδομένα στην ηλεκτρονική πλατφόρμα PEP (Port Environmental Performance), ώστε να γίνεται πρόβλεψη σε πραγματικό χρόνο των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών συνθηκών από τις λειτουργίες του λιμανιού, σε νερό και αέρα.

Ορισμένα από τα μελλοντικά σχέδια του λιμανιού αφορούν τον τρόπο και την μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων των πλοίων που αγκυροβολούν στο λιμάνι. Επιπλέον στοχεύει στην ψηφιοποίηση των τερματικών σταθμών του λιμανιού, καθώς και στην χρήση νέων τεχνολογιών, όπου σε συνεργασία με την Huawei Enterprise σχεδιάζεται λογισμικό σχετικό με προσομοιώσεις στο λιμάνι και την ασφαλή διακίνηση δεδομένων. [19], [20]

Λιμάνι της Θεσσαλονίκης

Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια της Ελλάδας και της νοτιοανατολικής Ευρώπης και αποτελεί κόμβο για μεταφορές αγαθών στα Βαλκάνια. Αποτέλεσε το πρώτο ελληνικό «πράσινο» λιμάνι το οποίο προσελκύει πλοία με χαμηλό ή μηδενικό αποτύπωμα άνθρακα, με χρήση χαμηλών λιμενικών φόρων. Ταυτόχρονα, υπάρχουν στο λιμάνι αισθητήρες για την ανίχνευση εκπομπών άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, έχει συνάψει συμφωνία με την Cisco Systems Inc. για την ψηφιοποίηση του λιμανιού.

Μελλοντικοί στόχοι που έχουν τεθεί για το λιμάνι είναι η διαχείριση της ροής των φορτηγών, δημιουργία βάσης δεδομένων για την περιβαλλοντική διαχείριση που θα επιτρέπει τον άμεσο υπολογισμό εκπομπών CO₂, ενεργειακή διαχείριση με εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, ανακαινίσεις κτιρίων εντός του λιμένα με χρήση θερμομονωτικών υλικών στις προσόψεις και έξυπνου φωτισμού με λάμπες LED. [19], [21]

1.6 Σύνοψη

Συνοψίζοντας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αυτή η διπλωματικής εργασία αναφέρεται στα έξυπνα λιμάνια, στις τεχνολογίες και στα συστήματα εντός τους, με ιδιαίτερη έμφαση τα συστήματα ΑΠΕ για την ενεργειακή κάλυψη των λιμανιών, κάτι το οποίο παρατηρείται ότι σε όλες τις περιπτώσεις έξυπνων λιμανιών, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ψηφιοποίηση των συστημάτων, στην μείωση των εκπομπών του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και στις τεχνολογίες για την ενεργειακή τους κάλυψη. Έτσι λοιπόν πρέπει να προσαρμοστούν τα αντίστοιχα συστήματα και τεχνολογίες στα δεδομένα των νησιωτικών λιμανιών. Παράλληλα, για να εφαρμοστούν τα συστήματα αυτά και να χαρακτηριστεί ένα λιμάνι ως έξυπνο είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν πρότυπα κανονισμών και ένα νομικό πλαίσιο, τα οποία προτείνονται από παγκόσμιους ναυτιλιακούς οργανισμούς και αναφέρονται στο παρακάτω κεφάλαιο.

2. Κεφάλαιο 2^ο: Θεσμικό Πλαίσιο

2.1 Νομοθετικό πλαίσιο και κανονισμοί που ακολουθούν τα έξυπνα λιμάνια.

IMO – International Maritime Organization

Ο IMO αποτελεί έναν διεθνή οργανισμό που δημιουργήθηκε το 1948 από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), προκειμένου να παρέχει ένα διεθνές νομοθετικό κανονισμό για την ναυτιλία. Αποτελεί παγκόσμιο ρυθμιστή σε θέματα ναυτιλίας, με κύριους στόχους του οργανισμού αυτού την ενασχόληση του με νομοθετικά και διοικητικά ναυτιλιακά θέματα, την ασφάλεια των υδάτων και στον περιβαλλοντικό τομέα τον έλεγχο της ρύπανσης από τα πλοία και τα λιμάνια. Το στρατηγικό πλάνο του IMO κατευθύνεται προς:

- Ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών σε πλοία και λιμάνια.
- Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- Βιώσιμη ανάπτυξη
- Ενίσχυση παγκόσμια ασφάλειας των υδάτων.
- Ενίσχυση και εκπαίδευση ανθρώπινου δυναμικού στα νέα πρότυπα.

Όσον αφορά τον λιμενικό τομέα, η Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκεται σε διαρκή συνεργασία με τον IMO, προκειμένου να ακολουθούν τα ευρωπαϊκά λιμάνια τους νόμους που τα λιμενικά και ναυτιλιακά θέματα. Η Ελλάδα, που αποτελεί μέλος του IMO, έχει ενσωματώσει στην νομοθεσία της τους κανονισμούς του IMO οι οποίοι αφορούν κυρίως την πράσινη ανάπτυξη. [22]

Μερικοί από τους κανονισμούς που έχουν αφομοιωθεί από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό – ΔΝΟ (International Maritime Organization – IMO) και αφορούν λιμενικά θέματα είναι οι εξής:

- Πρωτόκολλο του Λονδίνου 1972, σχετικά με την πρόληψη θαλάσσιας ρύπανσης από την απόρριψη αποβλήτων και άλλων βλαβερών ουσιών από τις λιμενικές εγκαταστάσεις και τα πλοία.
- Σύμβαση MARPOL το 1973, αποτελεί την βασικότερη σύμβαση που υπογράφηκε για την προστασία του περιβάλλοντος και αναφέρεται στην πρόληψη της ρύπανσης των θαλασσών χαρακτηρίζοντας ως ζώνες υψηλού ρίσκου ρύπανσης συγκεκριμένες περιοχές. Αναφέρεται στον έλεγχο και στην πρόληψη ρύπανσης του περιβάλλοντος από υγρά απόβλητα, στερεά απόβλητα και θαλάσσιων ρύπων.
- Σύμβαση του Λονδίνου 1992 (αναθεώρηση πρωτοκόλλου Λονδίνου 1972), όπου περιέχει νομοθεσίες σχετικά την απόρριψη αποβλήτων στην θάλασσα και έλεγχος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
- Το πρωτόκολλο MARPOL του 1997, αναφέρεται στους κανονισμούς για την ατμοσφαιρική ρύπανση που δημιουργείται από τα πλοία. Το πρωτόκολλο αυτό βάζει περιορισμούς στα όρια των εκπομπών οξειδίων του θείου και οξειδίων

του αζώτου, θέτοντας ανώτατο παγκόσμιο όριο το 0,5% περιεκτικότητα του θείου στα καύσιμα των πλοίων.

- Το 2001, υπογραφή σύμβασης σχετικά με την χρήση αντιρρυπαντικών συστημάτων στα πλοία.
- Πρωτόκολλο διεθνούς συνεργασίας το 2004, σχετικά με την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος και του ιζήματος από τα πλοία.
- Διεθνής σύμβαση του Hong Kong, σχετικά με την κατάληξη ενός πλοίου μετά την διάρκεια ζωής του και σενάρια ανακύκλωσης των πλοίων.
- Το 2011, υπογραφή σύμβασης που αφορά τα κριτήρια και τα στάνταρ για την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών πλοίων, διάφορων τύπων και μεγεθών, και βελτίωση της αποδοτικότητας τους.
- Ανταλλαγή τεχνογνωσίας και προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα πλοία και λιμάνια, καθώς και καταμέτρηση των αερίων του άνθρακα που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα (2013).

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων

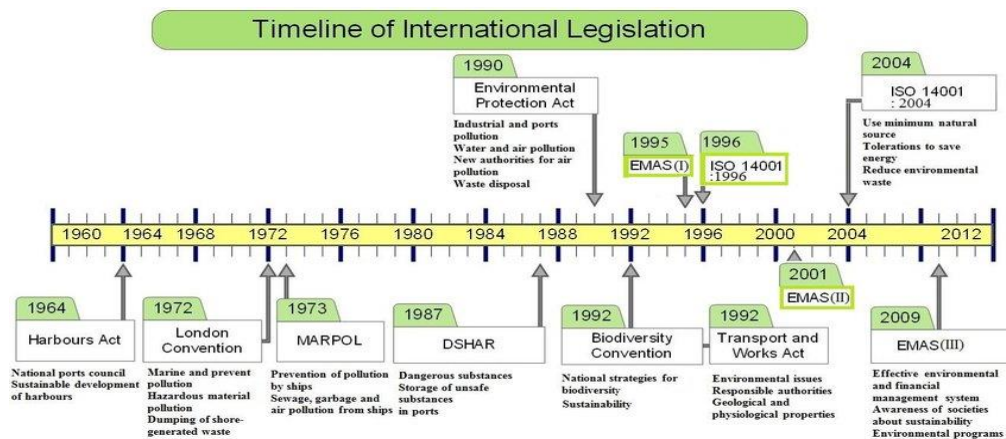
Πέρα από τον ΔΝΟ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ορισμένους κανονισμούς που οφείλουν όλα τα κράτη-μέλη να ακολουθούν και αφορούν την βιώσιμη ανάπτυξη, την προστασία του περιβάλλοντος και προώθηση νέων τεχνολογιών για την μείωση των ρύπων. Ένας από του σημαντικότερους οργανισμούς είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων, ο οποίος ιδρύθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 1993 ως ανεξάρτητος οργανισμός για την προστασία και το συμφέρον των θαλάσσιων λιμένων, όπου από τα σημαντικότερα έργα του ήταν η δημιουργία των EcoPorts [24]. Ο ΕΟΘΛ έχει σαν ρόλο:

- την κατανόηση από τα μέλη του των πρωτοβουλιών του στον ναυτιλιακό τομέα,
- την ανάδειξη των λιμενικών αρχών στους ευρωπαϊκούς φορείς,
- την συνεργασία ανάμεσα στον λιμενικό και ναυτιλιακό τομέα.

Τέλος, ο ΕΟΘΛ έχει καταφέρει να μετατραπεί σε μοναδικό δίκτυο γνώσεων των ευρωπαϊκών λιμενικών αρχών, ενώ αποστολή του είναι να πετύχει να μετατρέψει τον λιμενικό τομέα σε ασφαλή, αποτελεσματικό και περιβαλλοντικά βιώσιμο. Έτσι, οι ευρωπαϊκοί κανονισμοί που αφορούν την μετατροπή σε ένα πράσινο λιμενικό δίκτυο είναι:

- Η οδηγία 1992/43 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, όπου καλεί τις λιμενικές αρχές των ευρωπαϊκών λιμανιών να προστατεύουν την βιοποικιλία και τους οικοτόπους από τις δραστηριότητες εντός του λιμανιού.
- Η οδηγία 2002/49 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που αφορά την κοινή προσέγγιση τον τρόπο διαχείρισης της ηχορύπανσης που προέρχεται από τα μηχανήματα εντός των λιμένων.
- Η οδηγία 2005/33 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, η οποία αφορά τις κυρώσεις και τα πρόστιμα για την ρύπανση των πλοίων και των λιμένων της Ευρώπης.

- Ο «Πράσινος Οδηγός» το 2012, που αποτελεί ένα έργο το Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), αποτελείται από πέντε μέτρα σχετικά με την παρακίνηση των ευρωπαϊκών λιμενικών αρχών για μία βιώσιμη ανάπτυξη και την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων. Τον παραδειγματισμό, δίνοντας ένα καλό παράδειγμα προς την ευρύτερη λιμενική κοινότητα όσον αφορά την διαχείριση των περιβαλλοντικών επιδόσεων. Την ενεργοποίηση παροχών για συνθήκες λειτουργίας και υποδομής που διευκολύνει τους ανθρώπους που εργάζονται εντός του λιμανιού και ενισχύει την περιβαλλοντική απόδοση. Την ενθάρρυνση, δίνοντας κίνητρα στους χρήστες του λιμανιού, ώστε να αλλάξουν την συμπεριφορά τους προς όφελος του περιβάλλοντος. Την συμμετοχή, συνεργασία των αρχών με τους εργαζομένους του λιμανιού και ανταλλαγή γνώσης. Την επιβολή, δηλαδή χρήση νέων τεχνολογιών/μηχανισμών που επιβάλλουν την σωστή και οικολογική εργασία.
- Η οδηγία 2014/94 (ΕΕ) αφορά ένα σύνολο μέτρων για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η εξάρτηση από το πετρέλαιο και να μετριαστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεταφορών. Οι υποδομές περιλαμβάνουν σημεία επαναφόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα, σημεία ανεφοδιασμού υδροποιημένου/συμπιεσμένου φυσικού αερίου (LNG), σημεία ανεφοδιασμού υδρογόνου (ανάλογα τα κράτη).
- Ο Κανονισμός 2015/575 (ΕΕ) αφορά την χρήση τεχνολογιών εντός των λιμένων για την μέτρηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για μεγάλα εμπορικά πλοία, όπου τα λιμάνια είναι υπεύθυνα να καταγράφουν τους ρύπους των πλοίων που εισέρχονται σε αυτά.
- Οδηγία 2018/2001 (ΕΕ) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που αφορά την ενεργειακή ασφάλεια και επάρκεια, την χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ προκειμένου να καλυφθεί ένα μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των λιμένων, καθώς και ρυθμιστικούς περιβαλλοντικούς κανόνες.
- Οδηγία 2019/883 (ΕΕ) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που αφορά την δημιουργία κατάλληλων λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων, ώστε να διαχειρίζονται και να παραλαμβάνουν τα απόβλητα των πλοίων.
- Ο κανονισμός 2021/1060 (ΕΕ) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη θέσπιση κοινών διατάξεων για το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης, το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο, το Ταμείο Συνοχής, το Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης για εκσυγχρονισμό των συστημάτων στα λιμάνια.



Εικόνα 3: Χρονολογική σειρά έκδοσης ευρωπαϊκών κανονισμών. [23]

2.2 Νομοθεσία για χρήση συστημάτων ΑΠΕ

Η Ελλάδα από το 1985 ξεκίνησε μία προσπάθεια για την ένταξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο εθνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Το 2010 προτάθηκε από την ελληνική κυβέρνηση προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας γνωστό και ως 20-20-20 έως το 2020 με 3 βασικούς στόχους. [5], [30]

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990.
- 20% συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% το 2020 σε σχέση με ένα σενάριο αναφοράς.

Παράλληλα ορίστηκαν ορισμένοι νόμοι οι οποίοι είχαν σαν κυριότερο στόχο την ομαλή ένταξη των Α.Π.Ε., καθώς και την διευκόλυνση των αυτοπαραγωγών σε θέματα γραφειοκρατίας, κρατικής στήριξης και άλλα ήταν οι εξής:

Νόμος 1559/85

Ο πρώτος σχετικός νόμος που ψηφίστηκε στην Ελλάδα το 1985 (ν.1559/85) και έχει σαν κύριο θέμα την “Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις” αποτελεί την πρώτη κίνηση για προώθηση των ανανεώσιμων πηγών στην Ελλάδα. Ο νόμος αυτός έδινε την δυνατότητα σε αυτοπαραγωγούς να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ για ιδιοχρησία και α πουλάνε την περίσσεια τους στην ΔΕΗ. Δυστυχώς, ο συγκεκριμένος νόμος απέδωσε ελάχιστα, καθώς οι τεχνικές αδυναμίες και μια σειρά ρυθμίσεων (τιμολόγια πώλησης ηλεκτρισμού, περιορισμοί ανάπτυξης από τον ιδιωτικό τομέα) ανέστειλαν κάθε προσπάθεια για ανάπτυξη των ΑΠΕ. [5]

Νόμος 2244/94

Ο επόμενος νόμος (αναθεώρηση του προηγούμενου νόμου), ο οποίος αποτέλεσε σημαντικό θεμέλιο για την εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι ο ν. 2244/1994 με τίτλο “Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις”. Σύμφωνα με το

άρθρο 2 του νόμου, το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας από αυτοπαραγωγό διατίθεται αποκλειστικά στην Δ.Ε.Η. η οποία έχει την υποχρέωση να αγοράσει την ηλεκτρική ενέργεια. Τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ κανονίζονται σε εύλογα επίπεδα και λαμβάνουν υπόψη το κόστος για αποφυγή παραγωγής αντίστοιχης ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Επιπλέον οι επενδυτές γνωρίζουν τους όρους για συνεργασία με την ΔΕΗ από πριν, ενώ μάλιστα ο νόμος αυτός καθορίζει σταθερές τιμές πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας σε τιμή ίση με το 90% του γενικού τιμολογίου. Επίσης καθορίζεται η τιμή πώλησης περίσσειας ενέργειας για την περίπτωση του αυτοπαραγωγού. [5]

Νόμος 2773/99

Τον επόμενο χρόνο δημοσιεύτηκε ο ν. 2773/1999 με τίτλο “Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις” που αφορά τομείς ηλεκτρισμού και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Διατηρεί ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς των ΑΠΕ δίνοντας έμφαση στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο. Συγκεκριμένα ο νόμος ορίζει το κύριο θεσμικό πλαίσιο ρύθμισης της απελευθέρωσης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και εκτός των άλλων προβλέπει και :

- Την δημιουργία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) ως ανεξάρτητης και αυτοτελούς διοικητικής αρχής που εποπτεύεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και τις αρμοδιότητές της.
- Την σύσταση του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Συστήματος που θα εποπτεύεται από την ΡΑΕ
- Την απελευθέρωση της παραγωγής και εκμετάλλευσης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, Συμπααραγωγή αλλά και από συμβατικά καύσιμα.
- Επιβάλλει ανταποδοτικό τέλος 2% επί των πωλήσεων ανανεώσιμης ενέργειας υπέρ των οικείων οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης.

Εκτός αυτών, ο νόμος θέτει ένα πλαίσιο στο δίκτυο και την μεταφορά της ενέργειας, προσδιορίζοντας τη θέση της ΔΕΗ στο θέμα αυτό, ενώ παράλληλα διατηρεί το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. [5]

Νόμος 2941/2001

Ο νόμος 2941/2001 με τίτλο “Απλοποίηση διαδικασιών για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”, όχι μόνο κάλυψε ορισμένα κενά του νομοθετικού πλαισίου, αλλά απλούστευσε το αδειοδοτικό καθεστώς της χώρας, ως εξής:

- Έδωσε τη δυνατότητα στις ΑΠΕ να συμπεριληφθούν στην κατηγορία των μεγάλων έργων υποδομής δημοσίου συμφέροντος.
- Κατάργησε την έκδοση άδειας οικοδομής για εγκαταστάσεις ηλιακών σταθμών και αιολικών πάρκων.
- Έδωσε την δυνατότητα σε οποιοδήποτε επενδυτή να κατασκευάσει έργα σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήσης ΑΠΕ, σύμφωνα με προδιαγραφές παρεχόμενες από τον διαχειριστή του συστήματος. [5]

Νόμος 3468/2006

Με το νόμο αυτό το ελληνικό δίκαιο εναρμονίζεται με την κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και το Συμβούλιο για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» και προωθείται στην εσωτερική αγορά

ηλεκτρικής ενέργειας με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΥΘΥΑ). Ο συγκεκριμένος νόμος ήταν ιδιαίτερα βοηθητικός για τα φωτοβολταϊκά, καθώς οι τιμές που όρισε καθιστούσαν τις επενδύσεις αυτές ιδιαίτερα συμφέρουσες. Μάλιστα έδωσε την δυνατότητα επιπλέον επιδότησης 30-55% της αξίας του συστήματος, καθώς και επιδότηση επιτοκίου για δανεισμό με ευνοϊκούς όρους. [5]

Νόμος 3581/2010

Με τον νόμο 3581/2010, ορίστηκε το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ και οι στόχοι του (20-20-20 μέχρι το 2020), καθώς και ευνοϊκές τιμολογήσεις για τα συστήματα βιομάζας και γεωθερμίας. Παράλληλα, αρχίζουν να δημιουργούνται προϋποθέσεις για κατασκευή ιδιωτικών δικτύων από παραγωγούς ΑΠΕ, ενώ ταυτόχρονα καθορίζεται ότι η προστασία του κλίματος μέσω της ενέργειας που παράγεται από τους σταθμούς ΑΠΕ αποτελεί περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα για την Ελλάδα. Τέλος, η διαδικασία για την άδεια παραγωγής έργων ΑΠΕ απλοποιήθηκε, ενώ οι μικρές εγκαταστάσεις ΑΠΕ εξαιρέθηκαν από αυτή την άδεια.

Νόμος 4964/2022

Ο παρών νόμος αναφέρεται σε διατάξεις που οδηγούν στην απλοποίηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης και στην θέσπιση ενός πλαισίου για την ανάπτυξη των υπεράκτιων αιολικών πάρκων που μπορούν να συμβάλουν ενεργά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός λιμανιού, την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Νόμος 4951/2022

Ο νόμος 4951/2022 αναφέρεται στον εκσυγχρονισμό της αδειοδοτικής διαδικασίας για τις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και την περίπτωση της αδειοδότησης, παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο ανάπτυξης Πλωτικών Θαλάσσιων Πλωτών Φωτοβολταϊκών Σταθμών και ειδικότερες διατάξεις για την ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος.

Πίνακας 5: Νομοθετικές ρυθμίσεις για τα θέματα των ΑΠΕ μέσα στα χρόνια.

Χρονολογία	Νόμος/ Υπουργική Απόφαση	Περιγραφή
1985	Νόμος 1559/1985	Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις.
1994	Νόμος 2244/1994	Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα.
1995	Υ.Α. 8295/1995	Διαδικασίες και δικαιολογητικά για την έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ.

1998	Νόμος 2647/1998	Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες, Αυτοδιοίκηση κλπ.
1999	Νόμος 2773/1999	Απελευθέρωση αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και ρυθμίσεις ενεργειακής πολιτικής.
2002	Υ.Α. 2000/2002	Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ΑΠΕ και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας.
2002	Νόμος 3010/2002	Διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορεύματα και άλλες διατάξεις.
2002	Νόμος 3017/2002	Κύρωση πρωτοκόλλου του Κιότο στην σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή.
2003	Υ.Α. 5000/2003	Τροποποίηση διατάξεων της Υ.Α. 2000/2002.
2003	Υ.Α. 1726/2003	Διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δασικής έκτασης στα πλαίσια έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ΑΠΕ.
2004	Νόμος 3229/2004	Μεταφορά αρμοδιότητας έγκρισης επέμβασης σε δασικές εκτάσεις από τον Υπουργό στον γενικό γραμματέα κάθε περιφέρειας.
2006	Νόμος 3468/2006	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και λοιπές διατάξεις.
2008	Υ.Α. 49828/2008	Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
2010	Νόμος 3851/2010	Επιτάχυνση ανάπτυξης ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις του υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
2012	Υ.Α. 1289/2012	Τροποποίηση ειδικού προγράμματος ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.
2015	Υ.Α. 185028/2015	Περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς.
2016	Νόμος 4447/2016	Βιώσιμη ανάπτυξη και χωρικός σχεδιασμός για λειτουργία ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ.
2018	Υ.Α. 176459/2018	Διασύνδεση των αυτόνομων ηλεκτρικών συστημάτων Σύρου Μυκόνου και Παροναξίας με το σύστημα.
2019	Νόμος 4602/2019	Εκμετάλλευση και διαχείριση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας.

2022	Νόμος 4964/2022	Διατάξεις απλοποίησης περιβαλλοντικής αδειοδότησης και θέσπιση πλαισίου για τα υπεράκτια αιολικά πάρκα.
2022	Νόμος 4951/2022	Διατάξεις εκσυγχρονισμού της αδειοδοτικής διαδικασίας για τις ΑΠΕ και την περίπτωση της αδειοδότησης, παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο ανάπτυξης Πιλοτικών Θαλάσσιων Πλωτών Φωτοβολταϊκών Σταθμών

2.3 Κανονισμοί ISO

Κανονισμός ISO 19030

Η ναυτιλία είναι υπεύθυνη για το 90% περίπου του παγκόσμιου εμπορίου κάτι το οποίο έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, ένα κρίσιμο ζήτημα για τη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι η ανάπτυξη νέων ικανών τεχνολογιών, οι οποίες να αυξήσουν την απόδοση του πλοίου και ταυτόχρονα να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου.

Το πρότυπο ISO 19030 αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO) το 2016 και αφορά έναν διεθνή κανονισμό για τα νέα περιβαλλοντικά πρότυπα που οφείλουν να ακολουθούν τα πλοία και τα λιμάνια, κυρίως με θέματα που αφορούν την ενεργειακή απόδοση. Το 2012 ο ναυτιλιακός κλάδος ήταν υπεύθυνος για την παραγωγή του 2,1% των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, ποσοστό το οποίο έπρεπε να μειωθεί με την χρήση νέων συστημάτων και εναλλακτικών καυσίμων.

Σύμφωνα λοιπόν με τον ISO 19030, είναι απαραίτητη η χρήση αισθητήρων προκειμένου να γίνεται έλεγχος του πλοίου. Έλεγχος που κρίνεται απαραίτητος στην προπέλα και στην βαφής του πλοίου. Έρευνες έδειξαν ότι όταν αλλοιώνεται η βαφή του μέρους του πλοίου που έρχεται σε επαφή με το θαλασσινό νερό, αυξάνεται η αντίσταση λόγω τριβής μεταξύ πλοίου – θάλασσας, επομένως είναι απαραίτητη η κατανάλωση μεγαλύτερου ποσού ενέργειας. Παράλληλα, σύμφωνα με το πρότυπο αυτό είναι απαραίτητη η κατασκευή πλατφόρμας πληροφοριών για την αποθήκευση και την κατανόηση των δεδομένων που αφορούν την δυναμική του πλοίου εντός του νερού. Έτσι, θα είναι δυνατή η βελτιστοποίηση στην κατανάλωση του καυσίμου και κατ' επέκταση μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

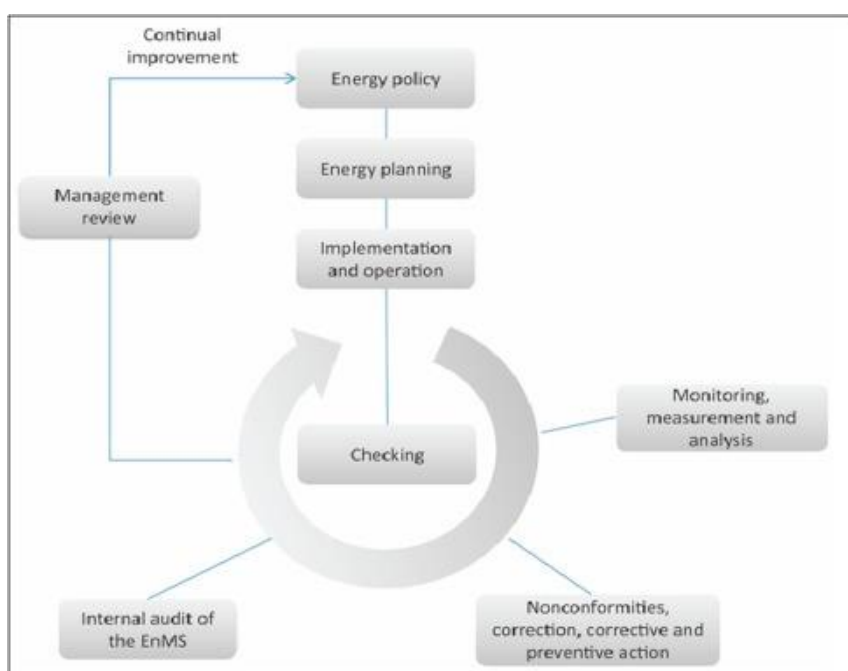
Το ISO 19030 ορίζει μεθόδους για τη μέτρηση αλλαγών στην απόδοση του κύτους και της έλικας και θέτει συγκεκριμένες τιμές για τους δείκτες απόδοσης. Συγκεκριμένα, το ISO 19030 προτείνει τη σύγκριση των μετρούμενων επιδόσεων με αυτές που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια θαλάσσιων δοκιμών σε συγκεκριμένα δεδομένα λειτουργίας. Αυτή η σύγκριση παρέχει έναν δείκτη της απόδοσης του κύτους και της έλικας. Η διαρκής παρακολούθηση της απόδοσης παρέχει μια αξιόπιστη εκτίμηση των αλλαγών στις επιδόσεις. Όμως, το ISO 19030 παρουσιάζει ορισμένες

δυσλειτουργίες και ανακρίβειες, διότι οι τιμές για κάποια φαινόμενα που αποτελούν παραμέτρους, όπως τα κύματα και ο άνεμος δεν είναι προβλέψιμες. [24], [26], [27]

Κανονισμός ISO 50001

Το πρότυπο ISO 50001 αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO) το 2011 και αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης της ενεργειακής απόδοσης με κύριο σκοπό την εφαρμογή συστημάτων για την επίτευξη βέλτιστης ενεργειακής κατανάλωσης. Το πρότυπο καθορίζει κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή, συντήρηση και αξιολόγηση Συστημάτων Διαχείρισης Ενέργειας προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Ο ISO 50001 χρησιμοποιεί μια μεθοδολογία της αρχής του Deming «Σχεδιάζω – Εκτελώ – Ελέγγω – Βελτιώνω» και παρέχει ένα σύνολο απαιτήσεων για την υλοποίηση του από τα λιμάνια:

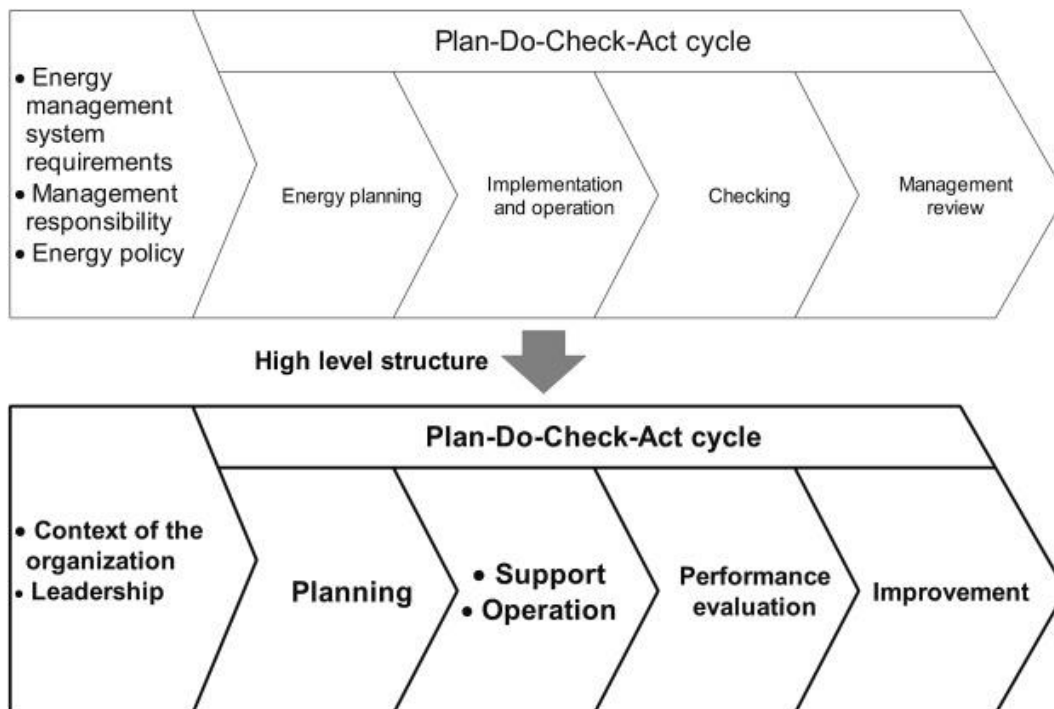
- Αποτελεσματική πολιτική για την χρήση της ενέργειας.
- Χρήση δεδομένων για τον προσδιορισμό των αναγκών σε ποσά ενέργειας.
- Προσδιορισμός/σχεδιασμός νομικών απαιτήσεων για τις ενεργειακές ανάγκες του λιμανιού.
- Έλεγχος την ενεργειακής πολιτικής που ακολουθείται.
- Συνεχής βελτίωση της διαχείρισης της ενέργειας.



Εικόνα 4: Πρότυπο ISO 50001. [28]

Το 2018 έγινε αναθεώρηση του προτύπου σε ISO 50001:2018, όπου εισάγει ορισμένες νέες απαιτήσεις που αφορούν την συμβατότητα της δομής του με άλλα παρόμοια πρότυπα, όπως το ISO 9001:2015 και το ISO 14001:2015. Οι οδηγίες αυτές εντάχθηκαν στην ελληνική νομοθεσία με τον Νόμο 4342/2015 και τις αντίστοιχες

υπουργικές αποφάσεις που αφορούσαν τα θέματα διαχείρισης ενέργειας. Στην Εικόνα 5, φαίνεται το αρχικό πλάνο του ISO 50001 και στην συνέχεια η αναθεώρησή του.



Εικόνα 5: Αρχικό πλάνο ISO 50001 και εξέλιξή του σε ISO 50001:2018. [28]

Η βελτίωση της πολιτικής για ενεργειακή απόδοση στα λιμάνια έχει αναπτυχθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη, καθώς το 57% (μέχρι το 2020) των ευρωπαϊκών λιμανιών έχουν αναπτύξει προγράμματα που αφορούν την ενεργειακή διαχείριση και ορισμένα από αυτά έχουν πιστοποιηθεί με τον ISO 50001. Το 2022 το λιμάνι του Πειραιά πιστοποιήθηκε με το πρότυπο ISO 50001. [31]

Κανονισμός ISO 14001.

Το πρότυπο ISO 14001 αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης–ISO το 1996 και αποτελεί ένα διεθνές πρότυπο που καθορίζει τις απαιτήσεις για ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, ώστε να επιτρέψει σε ένα λιμάνι να εφαρμόσει μία ενεργειακή πολιτική και στόχους που αφορούν το περιβάλλον. Το πρότυπο αυτό ισχύει για κάθε λιμάνι που επιθυμεί να εφαρμόσει, να διατηρήσει, να βελτιώσει ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης. [33]

Το πρότυπο ISO 14001 έχει υποστεί δυο αναθεωρήσεις, το 2004 και το 2015. Κατά τον ISO 14001:2004, αναφέρεται ότι κύριος στόχος είναι η βιώσιμη ανάπτυξη και απαραίτητη είναι η διαρκής βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του εκάστοτε λιμανιού. Παράλληλα, αναφέρεται ότι ακολουθείται ένα παρόμοιο σχέδιο «Σχεδιάζω – Εκτελώ – Ελέγχω – Βελτιώνω» που ακολουθείται και στον ISO 50001. Κατά τον ISO 14001:2015, δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα σε μέτρα πρόληψης για την περιβαλλοντική βελτίωση, ενώ το EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) ενσωμάτωσε τις απαιτήσεις του ISO 14001:2015 για την αύξηση της βιωσιμότητας και την αύξηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων. [34]

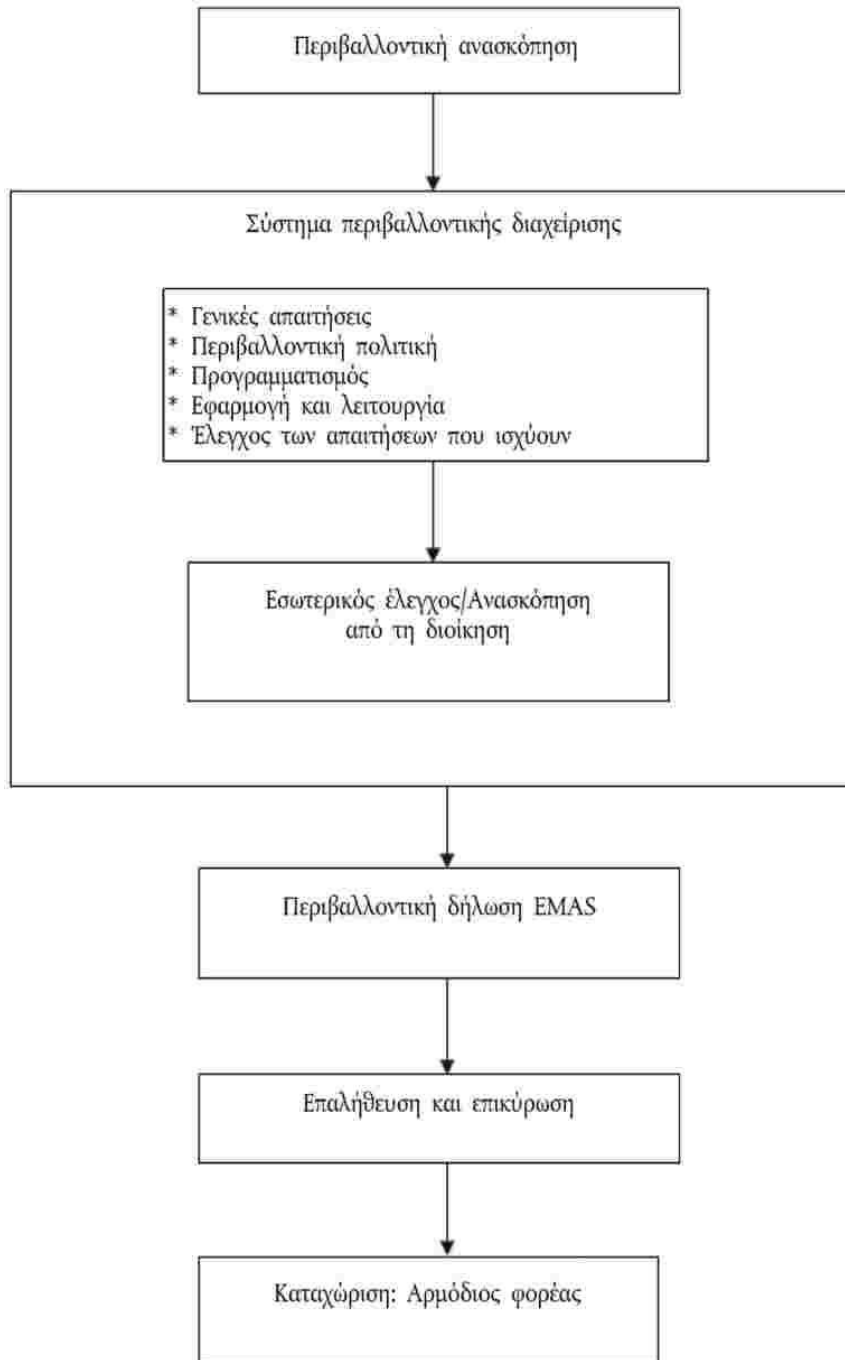
Το EMAS, δηλαδή το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου, δημιουργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 1993 και αποτελεί ένα εθελοντικό εργαλείο στο οποίο συμμετέχουν λιμάνια και διάφοροι άλλοι οργανισμοί που επιθυμούν να βελτιώσουν την περιβαλλοντική τους απόδοση. Συνήθως το πρότυπο ISO 14001 αποτελεί ένα βήμα πριν την αναγνώριση ενός λιμανιού από το EMAS. Ο «οδηγός χρήστη του EMAS» συντάχθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Άρθρου 46 Παράγραφος 5 από τον κανονισμό EMAS, όπου στόχος του οδηγού αυτού είναι η παροχή απλών και κατανοητών συμβουλών στα λιμάνια και στους οργανισμούς που ενδιαφέρονται να ενταχθούν στον EMAS. Ο οδηγός αυτός στοχεύει στην αύξηση της συνολικής υιοθέτησης του διαχειριστικού συστήματος EMAS, διευκολύνοντας την ένταξη των οργανισμών στο σύστημα. Για την αναγνώριση από το EMAS απαιτείται:

- Αρχική περιβαλλοντική ανασκόπηση, γενική ανάλυση των περιβαλλοντικών πτυχών (δραστηριότητες που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον), κάτι το οποίο παρακάμπτεται εφόσον το λιμάνι έχει πιστοποιηθεί ήδη με τον ISO 14001.
- Κυβερνητική έγκριση ως προς τις κείμενες διατάξεις, δηλαδή να υπάρχει πλήρης συμμόρφωση ως προς την περιβαλλοντική νομοθεσία.
- Δέσμευση για διαρκή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, οι επιδόσεις αυτές αξιολογούνται από τον επιθεωρητή του περιβάλλοντος.
- Συμμετοχή εργαζομένων και επικοινωνία με το κοινό, να είναι εφικτή η επικοινωνία με τους εργαζόμενους και την τοπική κοινωνία.
- Επαλήθευση περιβαλλοντικής δήλωσης, δηλαδή να γίνονται διακριτές οι περιβαλλοντικές επιτυχίες και να αναφέρονται τα μελλοντικά σχέδια για την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων.

Οι περιβαλλοντικές πτυχές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις άμεσες που αφορούν τις δραστηριότητες του οργανισμού που υπάγονται στον άμεσο διοικητικό έλεγχο και στις έμμεσες που αφορούν την αλληλεπίδραση του οργανισμού με τρίτους. Στον Πίνακα 6 αναφέρονται παραδείγματα άμεσων και έμμεσων πτυχών.

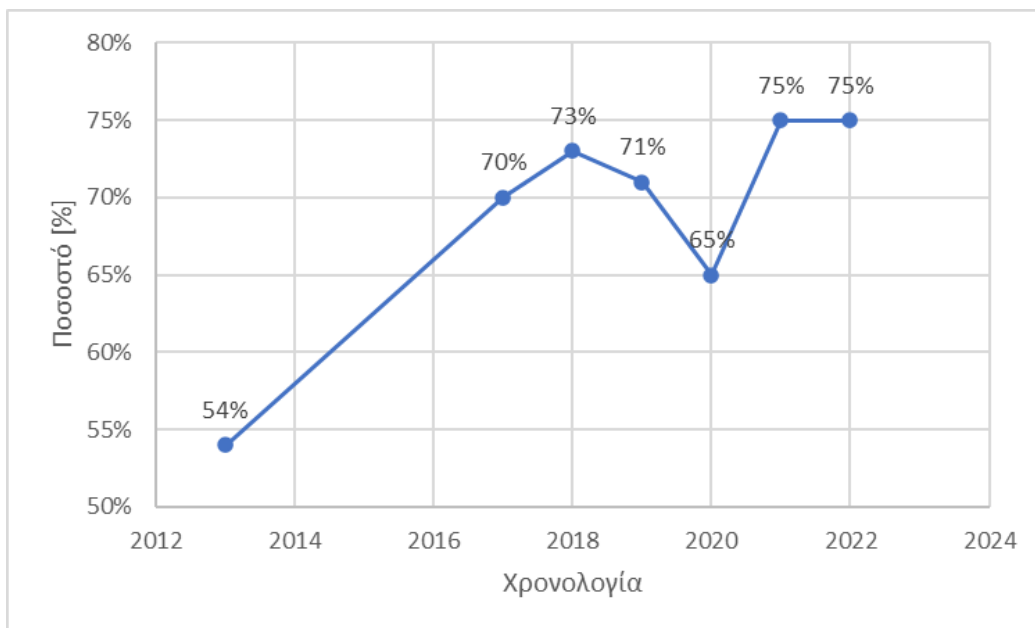
Πίνακας 6: Παραδείγματα άμεσων και έμμεσων πτυχών.

Περιβαλλοντικές Πτυχές	
Άμεσες	Έμμεσες
<ul style="list-style-type: none"> • Ατμοσφαιρικές εκπομπές • Εκπομπές στα ύδατα • Απόβλητα • Χρήση φυσικών πόρων και πρώτων υλών • Τοπικής εμβέλειας ζητήματα (Θόρυβος, Κραδασμοί, Οσμές) • Χρήση γης • Κίνδυνοι περιβαλλοντικών ατυχημάτων και καταστάσεων έκτακτης ανάγκης 	<ul style="list-style-type: none"> • Επενδύσεις κεφαλαίου • Αποφάσεις διοίκησης και προγραμματισμού • Κύκλος ζωής προϊόντων • Ασφαλιστικές υπηρεσίες • Επιλογή και σύνθεση υπηρεσιών (μεταφορές, τροφοδοσίες κ.λπ.) • Περιβαλλοντικές επιδόσεις αναδόχων υπεργολάβων και προμηθευτών.



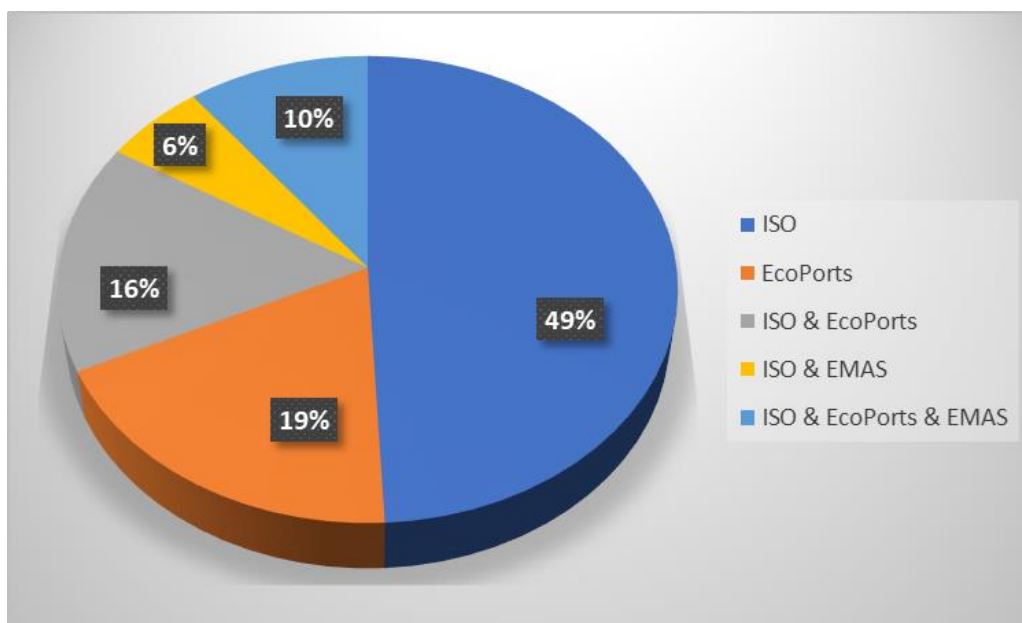
Εικόνα 6: Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής του EMAS. (European Union).

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του 2022 του ESPO, η οποία περιλαμβάνει δεδομένα από 92 ευρωπαϊκά λιμάνια, όπου τα 5 από αυτά είναι ελληνικά, φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική αύξηση του ποσοστού των λιμανιών που ακολουθούν πρότυπα όπως ο ISO 14001 και το EMAS, σε σχέση με το 2013.



Διάγραμμα 8: Ποσοστό πιστοποιήσεων ευρωπαϊκών λιμανιών μέσα στα χρόνια. (ESPO, 2022)

Στην ετήσια αναφορά του 2022 του ESPO φαίνονται επίσης τα περιβαλλοντικά πρότυπα που ακολουθούν τα ευρωπαϊκά λιμάνια, όπου φαίνεται ότι σημαντικό ποσοστό ακολουθεί κάποιο συνδυασμό δύο ή περισσότερων προτύπων.



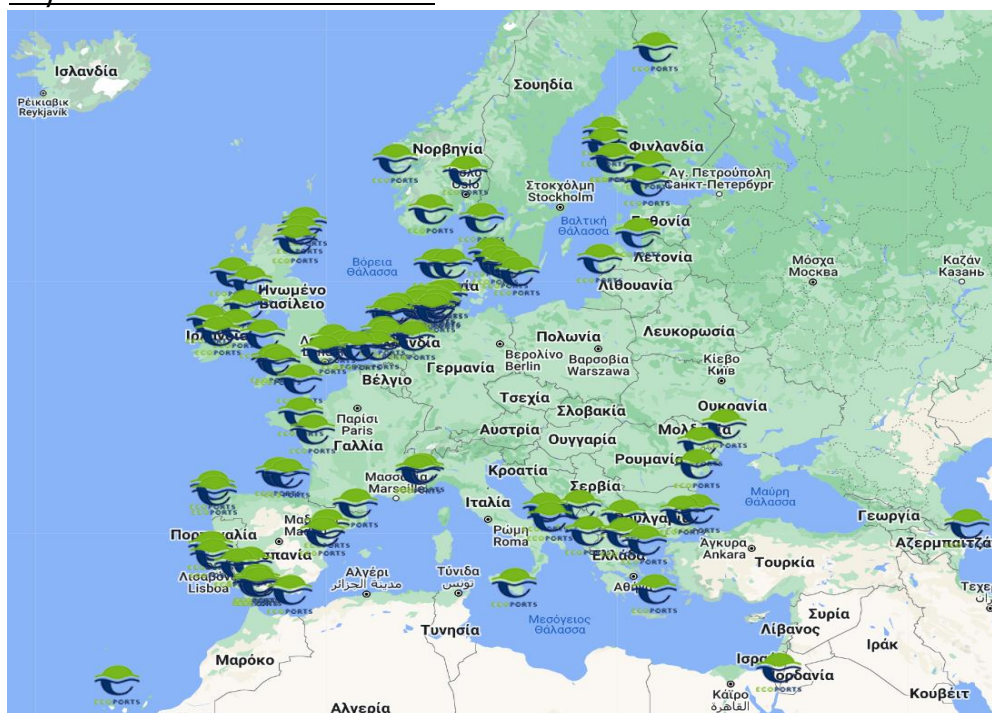
Διάγραμμα 9: Ανάλυση πιστοποιήσεων των ευρωπαϊκών λιμανιών. (ESPO, 2022)

Πίνακας 7: Αριθμός λιμανιών που συμμετέχουν στον ESPO ανά χώρα. (ESPO, 2022)

Χώρα	Αριθμός Λιμανιών	Ποσοστό [%]
Ηνωμένο Βασίλειο	14	15,2
Ισπανία	13	14,1
Γερμανία	11	12,0
Γαλλία	7	7,6

Ολλανδία	7	7,6
Δανία	6	6,5
Ελλάδα	5	5,4
Φινλανδία	5	5,4
Ιρλανδία	4	4,3
Νορβηγία	3	3,3
Πορτογαλία	3	3,3
Ιταλία	3	3,3
Πολωνία	3	3,3
Σουηδία	2	2,2
Λετονία	1	1,1
Εσθονία	1	1,1
Ρουμανία	1	1,1
Λιθουανία	1	1,1
Αλβανία	1	1,1
Μάλτα	1	1,1

2.4 Ευρωπαϊκό Δίκτυο EcoPorts



Εικόνα 7: Δίκτυο λιμανιών με πιστοποίηση EcoPorts.

Το Ευρωπαϊκό Δίκτυο EcoPorts λειτουργεί υπό την αιγίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) από το 2011, όπου ανήκουν σε αυτό τα λιμάνια τα οποία διαθέτουν περιβαλλοντική «συνείδηση». Μέλη του δικτύου “EcoPorts” αποτελούν αρκετά ευρωπαϊκά λιμάνια ανεξαρτήτου μεγέθους. Μέλος του δικτύου αυτού μπορεί να ενταχθεί κάποιο λιμάνι μετά την χρήση των δύο εργαλείων του, την μέθοδο αυτοδιάγνωσης (Self Diagnosis Method – SDM) κατά την οποία:

- Γίνεται εντοπισμός των περιβαλλοντικών κινδύνων
- Γίνεται σύγκριση διαφόρων τιμών με τους μέσους όρους των Ευρωπαϊκών λιμανιών του δικτύου
- Υιοθέτηση εξειδικευμένων οδηγιών για αλλαγές και ορισμένες απαιτήσεις.

Το δεύτερο εργαλείο του δικτύου EcoPorts είναι το σύστημα Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Λιμανιών (Port Environmental Review System – PERS) το οποίο συνδέεται στενά με διάφορα πρότυπα, όπως το ISO 14001 και είναι υπεύθυνο για την εξέλιξη της περιβαλλοντικής ικανότητας των λιμανιών. Το πιστοποιητικό PERS έχει διάρκεια μόλις 2 χρόνια. Έτσι μέσω του PERS δίνεται η δυνατότητα για δημιουργία περιβαλλοντικής πολιτικής στο λιμάνι, καθώς και τυχόν βελτιώσεις που απαιτούνται [32]. Πιο αναλυτικά το δίκτυο EcoPorts σε αριθμούς:

Πίνακας 8: Δίκτυο EcoPorts σε αριθμούς. [32]

EcoPorts in numbers	
Countries represented	26
EcoPorts members	94
Total SDM entries	654
Pers certified ports	32
ISO certified ports	51

Στο δίκτυο EcoPorts υπάρχουν και 5 ελληνικά, όπου ορισμένα από αυτά έχουν λάβει ορισμένες πιστοποιήσεις από τον ESPO. Παλαιότερα στο δίκτυο EcoPorts ανήκαν και το λιμάνια του Πειραιά, το λιμάνι της Κέρκυρας και το λιμάνι της Καβάλας (την περίοδο 2013 – 2015). Σήμερα τα ελληνικά λιμάνια που ανήκουν σε αυτό το δίκτυο αναφέρονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Ελληνικά λιμάνια που ανήκουν στο δίκτυο EcoPorts.

Λιμάνι	Χώρα	Πιστοποίηση PERS	Πιστοποίηση EMAS	Πιστοποίηση ISO
Λιμάνι Ηρακλείου	Ελλάδα			
Λιμάνι Ηγουμενίτσας	Ελλάδα	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ
Λιμάνι Λιναριών (Σκύρος)	Ελλάδα			
Λιμάνι Θεσσαλονίκης	Ελλάδα		ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	
Λιμάνι Βόλου	Ελλάδα	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	

2.5 Κανονισμοί για θόρυβο

Τα λιμάνια για να είναι λειτουργικά και εντός νομοθετικών ορίων πρέπει να ακολουθούν ορισμένα πρότυπα ως προς την ένταση του θορύβου που παράγουν.

Το **Πρωτόκολλο NEPTUNES** αποτελεί ένα πρωτόκολλο-σύστημα το οποίο αφορά την μείωση του θορύβου στα λιμάνια από τα αγκυροβολούμενα πλοία. Το πρωτόκολλο αυτό αναλύει τις πηγές παραγωγής θορύβου και δίνει κίνητρα προκειμένου τα πλοία να παράγουν όσο το δυνατόν λιγότερο θόρυβο. Ο επιπλέον περιορισμός που προσδίδει το πρωτόκολλο αυτό είναι ότι κατά την διάρκεια της νύχτας ο θόρυβος που παράγουν τα σταθμευμένα πλοία δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 40dB. Το σύστημα NEPTUNES περιλαμβάνει 11 λιμάνια, το λιμάνι του Άμστερνταμ (Ολλανδία), του Κορκ (Ιρλανδία), της Κοπεγχάγης (Δανία), του Γκέτενμπεργκ (Σουηδία), του Αμβούργου (Γερμανία), του Κόπερ (Σλοβενία), της Νότιας Ουαλίας (Ουαλία), του Ρότερνταμ (Ολλανδία), της Στοκχόλμης (Σουηδία), του Τόρκου (Φιλανδία), του Βανκούβερ (Καναδάς). [39]

Το πρότυπο **ISO 1996-1:2003** αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO) και αποτελεί την ευρωπαϊκή οδηγία για την αξιολόγησή των λιμανιών στα επίπεδα θορύβου και αποτελεί εργαλείο για τον υπολογισμό της ηχορύπανσης. Καθορίζει τον περιβαλλοντικό θόρυβο και προβλέπει πιθανή ενόχληση των γύρω περιοχών, χωρίς να θέτει ανώτατα όρια θορύβου, αλλά ακολουθώντας τα όρια κάθε χώρας.

Σύμφωνα με την **ΚΥΑ 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384/Β/2006)** πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος και διαχείριση με ακουστικά συστήματα, έτσι ώστε να τηρούνται τα όρια του παγωμένου θορύβου που έχουν τεθεί για τα λιμάνια.

Με βάση την **ΚΥΑ 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/2012)** ορίζει ορισμένα τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια ως προς την ένταση του θορύβου στα λιμάνια, όπου δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 70dB κατά την διάρκεια της μέρας και τα 60dB κατά την διάρκεια της νύχτας. Ο συνολικός θόρυβος του λιμανιού προέρχεται από την κίνηση των αμαξιών και των φορτηγών εντός και πέριξ αυτού, από τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται, καθώς και από τις μηχανές των πλοίων που προσαράζουν σε αυτό.

Σύμφωνα με το **Υ.Α. ΥΠΕΝ/ΔΝΕΠ/27136/1793/2018 (ΦΕΚ 6108/Β/2018)**, τροποποιείται η ΚΥΑ 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384/Β/2006) ως προς την αξιολόγηση και την διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου και ως προς την επανεξέταση των στρατηγικών χαρτών θορύβου.

Για την προστασία των τριγύρω περιοχών του λιμανιού από τον εκπεμπόμενο θόρυβο, τα λιμάνια ακολουθούν πρακτικές ώστε να περιορίζουν ή και να «εγκλωβίζουν» τον θόρυβο. Κάτι τέτοιο συνήθως επιτυγχάνεται με δεντροφύτευση γύρω από το λιμάνι, ώστε να απορροφηθεί ο παραγόμενος θόρυβος. Επιπλέον, οι κτιριακές εγκαταστάσεις των λιμανιών σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην μπορεί να εξαπλωθεί ο θόρυβος πέρα από αυτές. [41]

2.6 Σύνοψη

Παρατηρείται ότι το νομοθετικό πλαίσιο για την χρήση των ανανεώσιμων πηγών είναι αρκετό και διαρκώς ενημερώνεται. Παράλληλα, υπάρχει πλήθος κανονισμών για την υιοθέτηση προτύπων, για τον μετασχηματισμό των λιμανιών και έξυπνα, ενώ οι διεθνείς οργανισμοί IMO, EcoPorts, EMAS έχουν θέσει υψηλά στάνταρς για την εισαγωγή κάποιου λιμανιού σε αυτούς. Το γεγονός ότι υπάρχουν λιμάνια στην Ελλάδα που ανήκουν σε αυτούς του οργανισμούς και έχουν πιστοποιηθεί αποτελεί τεράστιο πλεονέκτημα, ώστε να προσελκύσουν και άλλα ελληνικά λιμάνια στο να ακολουθήσουν τα απαιτητικά αυτά διεθνή πρότυπα. Οι κανονισμοί του ISO έχουν ξεκάθαρους στόχους, οι οποίοι είναι η μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα στα λιμάνια και την μείωση των εκπομπών από τα πλοία.

Θα μπορούσε να αναφερθεί ότι τα έξυπνα λιμάνια έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν με το υπάρχον νομοθετικό σύστημα και κανονισμούς. Παρόλα αυτά υπάρχει πάντοτε η δυνατότητα για βελτίωση, εξέλιξη και προσθήκη νέων κανονισμών που να καλύπτουν οποιαδήποτε κενά υπάρχουν. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει κάποιος κανονισμός που να διαχωρίζει τα λιμάνια ανάλογα με το μέγεθός τους και να καθορίζονται κάποια όρια ως προς την χρήση συστημάτων ΑΠΕ. Επίσης, οι διεθνείς ναυτιλιακοί οργανισμοί θα έπρεπε να είναι σε θέση να προτείνουν λύσεις και προγράμματα επιχορήγησης για εκσυγχρονισμό μικρών απομακρυσμένων νησιωτικών λιμανιών, ούτως ώστε να προσελκύουν περισσότερα λιμάνια σαν μέλη τους και να υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλομορφία λιμανιών.

3. Κεφάλαιο 3^ο: Προτεινόμενα συστήματα για έξυπνα λιμάνια

3.1 Ευφυή συστήματα φωτισμού

Τα συστήματα εξωτερικού φωτισμού είναι από τα πιο ενεργοβόρα συστήματα ενός λιμανιού, καθώς λειτουργούν αδιάκοπα για πολλές ώρες κατά την διάρκεια του εικοσιτετράωρου τόσο περιμετρικά των δρόμων του λιμανιού για την εξυπηρέτηση των οχημάτων που κυκλοφορούν μες το λιμάνι τις νυχτερινές ώρες, όσο και στην περιοχή που λειτουργούν οι γερανοί για τις φορτοεκφορτώσεις των εμπορευματοκιβωτίων. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι ο φωτισμός του λιμανιού απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας, λόγω της υψηλής κατανάλωσης, αφού ο φωτισμός του λιμανιού μπορεί να υπερβεί και το 70% της ενεργειακής κατανάλωσης.

Τα συστήματα έξυπνου φωτισμού σκοπεύουν στην αποτελεσματική χρήση της ενέργειας, δηλαδή μείωση της ενεργειακής σπατάλης (δηλαδή μείωση του ενεργειακού κόστους και μείωση των εκπομπών του άνθρακα). Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενεργειακής σπατάλης αποτελεί το φαινόμενο του διασταυρούμενου φωτισμού (υπερφωτισμός), δηλαδή το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο σε μια περιοχή προσπέφτουν δέσμες φωτός από παραπάνω από έναν λαμπτήρα (Koroglu και Passino, 2014). Ο Schultz, το 2009, ανέπτυξε έναν τύπο ελέγχου PI (Proportional – Integral) προκειμένου να απαλειφθεί ο διασταυρωμένος φωτισμός και να υπάρχει ομοιόμορφος φωτισμός παντού. [42]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω των κανονισμών της προωθεί μία νέα πρακτική σχετικά με τα ευφυή συστήματα φωτισμού, η οποία ονομάζεται SOLCS (Smart Outdoor Lighting Control Systems). Η τεχνική αυτή ακολουθεί μια σειρά δύο βημάτων για την λειτουργία της.

1. Συγκομιδή φωτός κατά την διάρκεια της ημέρας.
2. Έξυπνη εναλλαγή και μετατροπή σε ηλεκτρικό φωτισμό για κάλυψη των αναγκών, με χρήση αλγορίθμων

Στην τεχνική αυτή, το πρώτο κομμάτι της βασίστηκε στην νοοτροπία ON/OFF, όπου κατά την οποία υπάρχουν αισθητήρες οι οποίοι μετρούν την φωτεινότητα του εξωτερικού χώρου και αν η φωτεινότητα είναι πάνω από συγκεκριμένα επίπεδα κλείνουν τους λαμπτήρες. Αντιθέτως, όταν οι τιμές της φωτεινότητας είναι κάτω από καθορισμένα όρια, τότε οι λαμπτήρες ενεργοποιούνται.

Μία άλλη τεχνική ευφυούς συστήματος φωτισμού αποτελεί το Δυναμικό Λευκό TW (Tunable White), το οποίο επιτρέπει την εναλλαγή του χρώματος του φωτός (ανάμεσα σε ζεστό και ψυχρό) καθώς και της φωτεινότητας του. Αυτό βοηθάει στην δημιουργία μίας οικείας και φιλικής ατμόσφαιρας για τον άνθρωπο. Η τεχνική αυτή λειτουργεί καθώς συνδυάζει διάφορες πηγές έντασης και θερμοκρασίες από LED φώτα (ζεστό λευκό 2200K και ψυχρό λευκό 4000K) στον λαμπτήρα, τα οποία ρυθμίζονται σε διαφορετικά επίπεδα [43]. Αυτή η μέθοδος προτείνεται για αυτοκινητόδρομους, αλλά και για πεζόδρομους, καθώς:

- Βελτιώνει την ορατότητα και την ασφάλεια κατά τις νυχτερινές ώρες.
- Εξοικονομεί ενέργεια και μειώνει τα φαινόμενα φωτορύπανσης.

- Βελτιώνει την οδική ασφάλεια, καθώς σε περιπτώσεις ομίχλης ή χιονιού, η μέθοδος αυτή δίνει την δυνατότητα για μεταβολή του χρώματος των λαμπτήρων για να είναι ευδιάκριτοι.
- Μειώνει την λάμψη και τις σκιές, κάτι το οποίο διευκολύνει την κίνηση των ανθρώπων στο αστικό περιβάλλον.

Περιπτώσεις λιμανιών που χρησιμοποιούν συστήματα Δυναμικού Λευκού φωτισμού είναι το λιμάνι του Σόχαρ στο Ομάν και του Moerdijk στην Ολλανδία. Στο λιμάνι του Σόχαρ, από το 2020 έχουν αντικατασταθεί οι συμβατικοί λαμπτήρες με λάμπες LED και έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες κίνησης [44]. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στις λιμενικές αρχές να ρυθμίζουν τον σωστό φωτισμό ανά πάσα στιγμή βοηθώντας έτσι:

- στην οδική ασφάλεια,
- στην εξοικονόμηση ενέργειας,
- μείωση της ενεργειακής σπατάλης,
- μείωση των εκπομπών του άνθρακα,
- δημιουργία ιδανικών συνθηκών εργασίας.



Εικόνα 8: Λιμάνι του Σόχαρ, χρήση συστημάτων ευφυούς φωτισμού. [45]

Στην περίπτωση του Moerdijk της Ολλανδίας, πέρα από την αντικατάσταση των συμβατικών λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικές λάμπες LED και τοποθέτηση αισθητήρων, συνδέθηκαν στο Δίκτυο των Πραγμάτων, κάτι το οποίο οδηγεί στην ενεργειακή εξοικονόμηση και βέλτιστη απόδοση. Στο λιμάνι αυτό, δίνεται η δυνατότητα κάθε πυλώνας με λαμπτήρες να ελέγχεται από απόσταση και ξεχωριστά για την ρύθμιση της έντασης του φωτισμού. [46]



Εικόνα 9: Λιμάνι του Moerdijk, χρήση συστημάτων ευφυούς φωτισμού. [46]

Στην περίπτωση της Ελλάδας, αρκετά λιμάνια (όπως του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης) έχουν υιοθετήσει συστήματα έξυπνου φωτισμού, καθώς και αρκετές περιοχές και Δήμοι της Αττικής, τα οποία περιλαμβάνουν αντικατάσταση των λαμπτήρων με φώτα LED, τηλεδιαχείριση και ασύρματη επικοινωνία. Μετά την χρήση προηγμένων συστημάτων φωτισμού από το λιμάνι του Πειραιά, από το 2020 επεκτάθηκε η αντικατάσταση των λαμπτήρων με φώτα LED σε όλο τον Δήμο Πειραιά.

Εκσυγχρονισμός δημοτικού φωτισμού Δήμου Πειραιά LED
 Έξυπνα τηλεδιαχειριζόμενα φωτιστικά σύγχρονης τεχνολογίας

ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ LED

- πάνω από 75% εξοικονόμηση ενέργειας
- σημαντική εξοικονόμηση πόρων
- αποκατάσταση επιπέδων φωτισμού στην πόλη
- ενισχύση αισθήματος ασφάλειας στους πολίτες

NEOS φωτισμός σε:

- Πλατείες
- Άλση
- Δρόμους
- Κοινόχρηστους χώρους

ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΖΩΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ

ΔΗΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ

Εικόνα 10: Καμπάνια Δήμου Πειραιά για την ανάδειξη των συστημάτων έξυπνου φωτισμού.

Στην Ελλάδα τα περισσότερα συστήματα έξυπνου φωτισμού αποτελούνται από τον τηλεδιαχειριζόμενο στύλο, ο οποίος θα διαθέτει μπαταρία λιθίου ή νικελίου, όπου θα φορτίζονται μέσω προκαθορισμένου φωτοβολταϊκού πάνελ κατά την ημέρα προκειμένου να φωτίζει κατά την διάρκεια της νύχτας. Μάλιστα, θα υπάρχει και ένας τύπος ελεγκτή MPP, ώστε να δίνεται η δυνατότητα να ρυθμίζεται η ένταση του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες. Αναλυτικά, κάθε έξυπνος στύλος φωτισμού αποτελείται από:

1. Γαλβανισμένοι κωνικοί σιδηροιστοί ύψους 8-10 μέτρων.
2. Λαμπτήρες LED υψηλής απόδοσης, με ισχύ μικρότερη από 80KW, κλάσης μόνωσης III.
3. Μπαταρία λιθίου ή νικελίου, η οποία να εξασφαλίζει αυτονομία για περισσότερη από μία ημέρα.
4. Φωτοβολταϊκό πάνελ, για συλλογή ηλιακής ενέργειας και τροφοδότηση της μπαταρίας.
5. Έξυπνο controller τύπου MPPT, για ρύθμιση της έντασης και επικοινωνία με τον κεντρικό λογισμικό ελέγχου.
6. Κεντρικό λογισμικό τηλεδιαχείρισης.
7. Κεντρικό λογισμικό συστήματος προληπτικής συντήρησης του συστήματος.

3.2 Χρήση φορτιστών για πλοία και ηλεκτρικά αυτοκίνητα εντός του λιμανιού

Τα λιμάνια εξελίσσονται με την χρήση νέων τεχνολογιών εντός αυτών. Είναι φανερό ότι η τεχνολογία στρέφεται προς την ηλεκτροκίνηση, για αυτό η παρουσία φορτιστών για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ηλεκτρικά σκάφη είναι συνηθισμένο φαινόμενο στα λιμάνια. Μία πρωτοβουλία που έθεσε ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) και αποτελεί μια έξυπνη πράσινη λύση, τόσο για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου στην ατμόσφαιρα, όσο και για την μείωση του θορύβου εντός του λιμανιού, καθώς οι ηλεκτροκινητήρες των οχημάτων παράγουν σημαντικά χαμηλότερο θόρυβο σε σχέση με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Όσον αφορά τους φορτιστές αυτοκινήτων και την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων εντός του λιμανιού, το λιμάνι της νότιας Καλιφόρνιας αποτελεί για το μεγαλύτερο λιμάνι των ΗΠΑ που έχει ηλεκτρικό στόλο οχημάτων εντός αυτού για μειωμένη εκπομπή αερίων του άνθρακα. Στην Ευρώπη τα μεγαλύτερα λιμάνια που περιλαμβάνουν στον στόλο τους ηλεκτρικά οχήματα είναι το λιμάνι του Ρότερνταμ, της Βαρκελώνης, του Όσλο και του Σοαυθάμπτον.

Πέρα από τους κλασσικούς φορτιστές για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ηλεκτρικά σκάφη, τα λιμάνια πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ένα σύστημα ηλεκτροδότησης, το οποίο να παρέχει ρεύμα στα σκάφη και στα πλοία κατά την αναμονή τους στο λιμάνι, τα λεγόμενα Pillars. Η χρήση τους κρίνεται απαραίτητη διότι κατά την αναμονή των πλοίων/ σκαφών στο λιμάνι χρειάζονται μεγάλα ποσά ρεύματος, τα οποία αν παραγόntonταν από τις γεννήτριες του πλοίου θα εκπέμπαν μεγάλες

ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Στον πίνακα 10 φαίνονται οι ανάγκες των πλοίων σε ηλεκτρική ενέργεια. [48]

Πίνακας 10: Απαραίτητη ενέργεια που χρειάζονται τα πλοία ανάλογα με τον τύπο τους.

Τύπος πλοίου	Μέση τιμή ζήτησης Ισχύος [KW]	Ανώτατη τιμή ζήτησης Ισχύος [KW]	Ανώτατη τιμή ζήτησης Ισχύος για το 95% των πλοίων [KW]
Ιστιοφόρο	1,5	3	2,5
Container vessels (<140m)	170	1000	800
Container vessels (>140m)	1200	8000	5000
Πετρελαιοφόρα/Τάνκερς	1400	2700	2500
Κρουαζιερόπλοια (<200m)	4100	7300	6700
Κρουαζιερόπλοια (>200m)	7500	11000	9500

Τα Pillars για τα μεγάλα αυτά πλοία είναι τεράστιες εγκαταστάσεις οι οποίες δεν είναι φανερές στο λιμάνι. Αντιθέτως, για τα μικρότερα σκάφη υπάρχουν διάφοροι τύποι Pillars για την ηλεκτροδότηση τους και την παροχή τους σε νερό. Τα συστήματα αυτά έχουν ακριβείς μετρήσεις ενεργειακής κατανάλωσης για τις ανάγκες των πλοίων (για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.α.) και η κατανάλωση ρεύματος επιλέγεται από τα 16A έως τα 250A για μονοφασικό ή τριφασικό σύστημα [47]. Τα συστήματα Pillars είναι πιστοποιημένα ως προς:

- Τον κανονισμό ISO 9001:2015
- Την Ευρωπαϊκή Ένωση CE
- IP 65, προστασία στεγανοποίησης έναντι στερεών αντικειμένων και υγρών
- IK 10, προστασία έναντι κρούσης
- Glow wire test, προστασία έναντι φωτιάς



Εικόνα 11: Τυπικά παραδείγματα συστημάτων Pillars. [47]

Τα συστήματα αυτά, πέρα από την δυνατότητα για ηλεκτροδότηση, διαθέτουν και υδραυλική εγκατάσταση για να παρέχουν νερό στα σκάφη. Το τυπικό υδραυλικό σύστημα των Pillars αποτελείται από:

- Σωλήνες για παροχή νερού (συνήθης διαμέτρου ½’')
- Ογκομετρητές νερού τύπου παλμού (παλμογράφους)
- Ηλεκτροβάνες με πηνία χαμηλής τάσης (12 Volt)

3.3 Συστήματα αφαλάτωσης

Το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο για την διατήρηση της ζωής στον πλανήτη. Λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων ή πηγών «καθαρού» νερού και ταυτόχρονη αφθονία του αναξιοποίητου θαλασσινού νερού, είναι απαραίτητη εκμετάλλευση και χρήση του θαλασσινού νερού προς όφελος των πολιτών. Η μετατροπή του θαλασσινού νερού σε πόσιμο-καθαρό νερό αποτελεί την διαδικασία της αφαλάτωσης, δηλαδή η αφαίρεση των αλάτων από το θαλασσινό νερό. Η τροφοδοσία μιας μονάδας αφαλάτωσης γίνεται με νερό το οποίο περιέχει ποσοστά άλατος, μεγαλύτερα από τα επιτρεπτά όρια (συνήθως θαλασσινό νερό) και έχει δύο εξόδους, το καθαρό-πόσιμο νερό και ένα υποπροϊόν που περιέχεται η άλμη εντός του. Η αφαλάτωση είναι μια διαδικασία η οποία διαθέτει πολλές και διαφορετικές τεχνικές για το πως μπορεί να πραγματοποιηθεί.

Η κάλυψη των αναγκών του λιμανιού σε νερό, ειδικά στα νησιά του Αιγαίου γίνεται πολλές φορές με χρήση νερού που προέρχεται από συστήματα αφαλάτωσης. Η Ελλάδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μία χώρα πλούσια σε υδάτινους πόρους, κυρίως στην ενδοχώρα και στις βόρειες και δυτικές περιοχές της (όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 11). Παρατηρείται ότι κυρίως το νότιο τμήμα της Ελλάδας που περιλαμβάνει τα νησιά του Αιγαίου, την Κρήτη και την ανατολική Πελοπόννησο εμφανίζεται ελλειμματικό ισοζύγιο, καθώς η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την προσφορά. Έτσι, η διαδικασία της αφαλάτωσης αποτελεί βιώσιμη λύση για τα προβλήματα λειψυδρίας των νησιών του Αιγαίου και κατά συνέπεια την κάλυψη των αναγκών των λιμανιών στα μικρά ξηρά νησιά των Κυκλάδων. [56], [57]

Πίνακας 11: Γενικευμένο ετήσιο υδρολογικό ισοζύγιο ανά υδατικό διαμέρισμα (2008). [56], [59]

α/α	Υδατικά Διαμερίσματα	Υδατικό Δυναμικό [hm ³]	Προσφορά [hm ³]	Ζήτηση [hm ³]	Παρατηρήσεις
1	Δυτικής Πελοποννήσου	4417	73	55	Πλεονασματικό
2	Βόρειας Πελοποννήσου	3580	122	104	Πλεονασματικό
3	Ανατολικής Πελοποννήσου	3273	56	67	Ελλειμματικό
4	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	8663	415	82	Πλεονασματικό
5	Ηπείρου	10228	193	33	Πλεονασματικό
6	Αττικής	492	56	54	Πλεονασματικό
7	Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας	4259	128	187	Ελλειμματικό
8	Θεσσαλίας	4174	210	335	Ελλειμματικό
9	Δυτικής Μακεδονίας	4816	159	136	Πλεονασματικό
10	Κεντρικής Μακεδονίας	3234	137	130	Πλεονασματικό

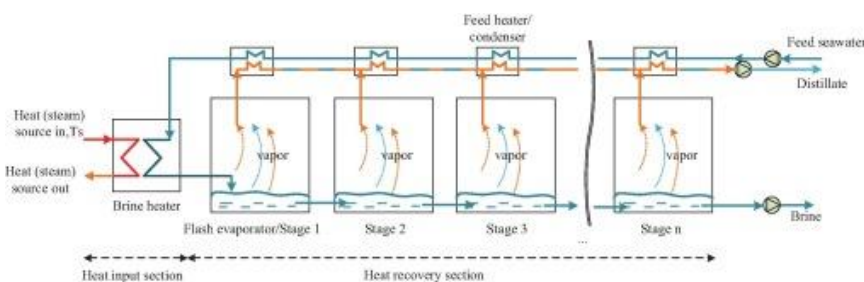
11	Ανατολικής Μακεδονίας	2195	354	132	Πλεονασματικό
12	Θράκης	3249	424	253	Πλεονασματικό
13	Κρήτης	2626	130	133	Ελλειμματικό
14	Νησιών Αιγαίου	2088	7	25	Ελλειμματικό
Σύνολο	Ελλάδα	57094	2464	1726	Πλεονασματικό

Τεχνικές Αφαλάτωσης

Οι τεχνικές της αφαλάτωσης διακρίνονται κυρίως σε τεχνικές θερμικής φύσης και τεχνικές μεμβρανών. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται κυρίως στις περιπτώσεις όπου το θαλασσινό νερό θερμαίνεται, παράγονται υδρατμοί και στην συνέχεια συλλέγονται αυτοί οι υδρατμοί και συμπυκνώνονται προς παραγωγή καθαρού νερού. Οι τεχνικές αυτής της κατηγορίας διακρίνονται σε :

➤ Ταχεία πολυβάθμια εκτόνωση (Multistage Flash – MSF)

Κατά την διαδικασία MSF, το νερό τροφοδοσίας (θαλασσινό νερό) προθερμαίνεται με χρήση ατμών έως ότου φτάσει μία μέγιστη θερμοκρασία η οποία μπορεί να είναι 120°C με χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας. Ο ατμός έρχεται σε επαφή με τις σωληνώσεις που περιέχουν κρύο νερό και υγροποιείται, ενώ η άλμη τροφοδοσίας μεταφέρεται στα επόμενα στάδια, όπου υπάρχουν μεταβολές της πίεσης για να υπάρξει μείωση της θερμοκρασίας και να απομακρυνθεί η άλμη. Στο τελικό στάδιο, το ρεύμα του καθαρού νερού και το ρεύμα της άλμης έχουν παρόμοια θερμοκρασία και η άντληση τους γίνεται περίπου στους 30 με 40°C. [50]

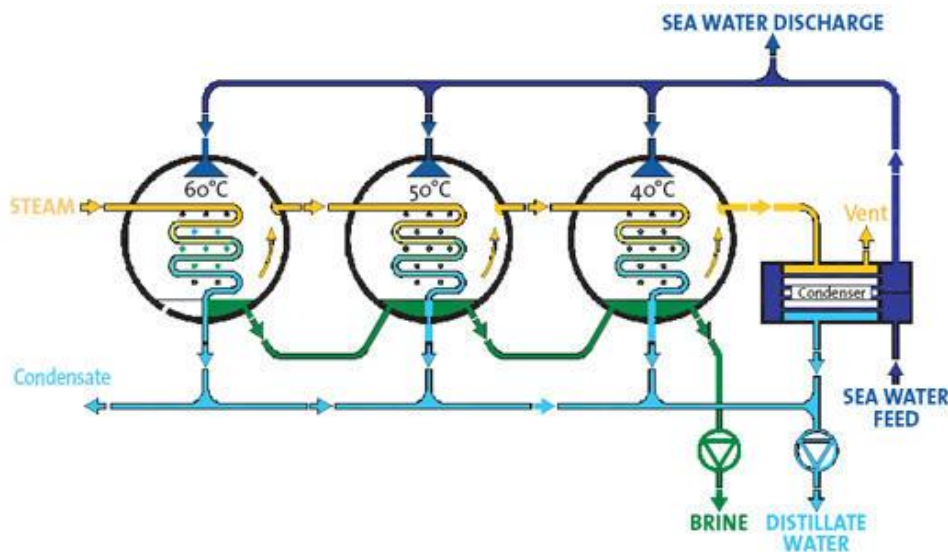


Εικόνα 12: Απεικόνιση διαδικασίας Πολυβάθμιας απόσταξης. [50]

➤ Πολυβάθμια εξάτμιση (Multiple Effect Distillation – MED)

Η διαδικασία MED είναι η πιο διαδομένη μέθοδος θερμικής αφαλάτωσης καθώς αυτή έχει την δυνατότητα παραγωγής νερού υψηλής καθαρότητας. Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι παρόμοια με αυτή της MSF με την διαφορά ότι εντός των σωλήνων κυκλοφορεί ο ατμός και το νερό ψεκάζεται στους σωλήνες και ο ατμός εσωτερικά συμπυκνώνεται εντός των σωλήνων, ενώ το θαλασσινό νερό θερμαίνεται και εν μέρει εξατμίζεται. Ο ατμός που παράγεται από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού συνήθως χρησιμοποιείται ως μέσο θέρμανσης του επόμενου σταδίου, καθώς η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Σε κάθε επόμενο στάδιο παράγεται περισσότερος ατμός

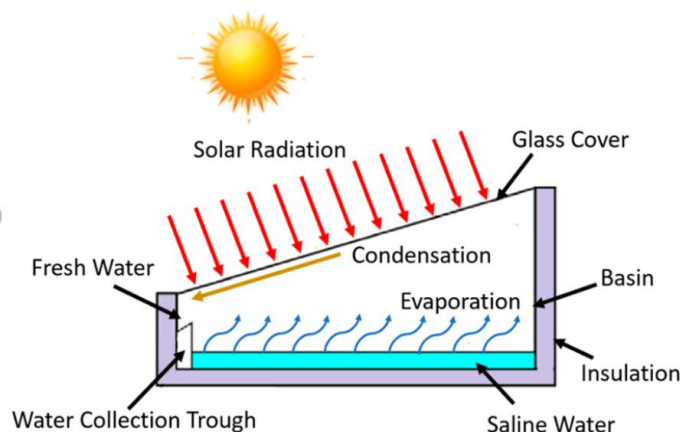
ο οποίος στο τέλος υγροποιείται και παράγει καθαρό νερό. Η άλμη απομακρύνεται από την μονάδα συνήθως με χρήση φυγόκεντρων αντλιών. [52]



Εικόνα 13: Απεικόνιση διαδικασίας MED. [52], [53]

➤ Ηλιακή απόσταξη (Solar Distillation – SO)

Η διαδικασία της ηλιακής απόσταξης είναι μια τεχνική αφαλάτωσης αρκετά παλιά και απλή, καθώς είναι η τεχνική αφαίρεσης του αλατιού από το θαλασσινό νερό με χρήση της ηλιακής ενέργειας, προς παρασκευής καθαρού νερού. Συνήθως η μονάδα περιλαμβάνει ένα τζάμι στο πάνω μέρος προκειμένου να περάσουν οι ηλιακές ακτίνες και να εξατμισουν το νερό, το οποίο θα ανέβει υπό μορφή ατμού στο τζάμι και θα υγροποιηθεί, όπου θα αποτελεί τότε καθαρό νερό. [54]

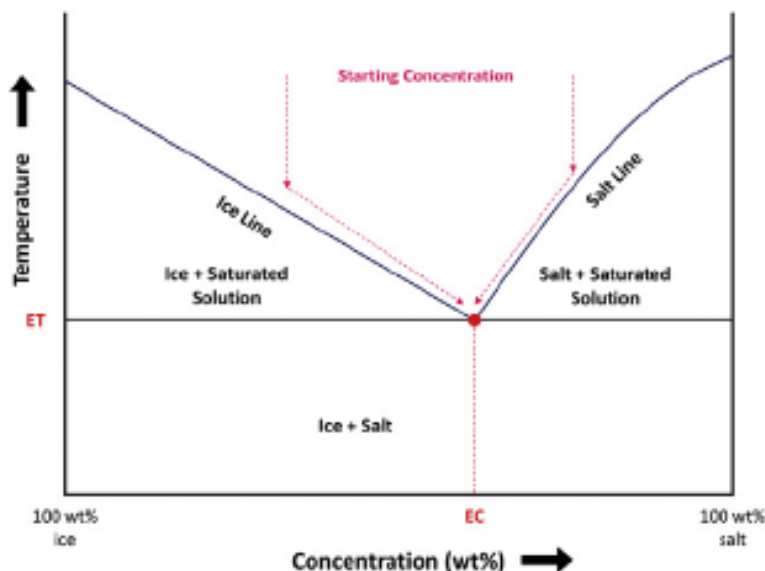


Εικόνα 14: Απεικόνιση ηλιακής απόσταξης. [54]

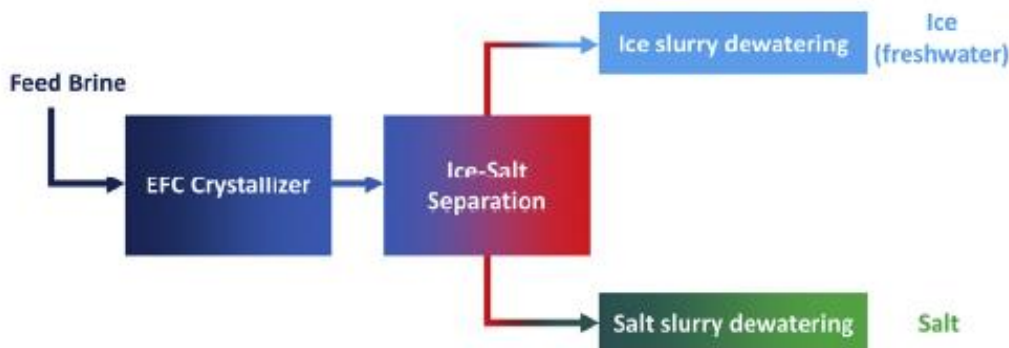
➤ Ευτηκτική κρυστάλλωση κατάψυξης (Eutectic Freeze Crystallization – EFC)

Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε διάλυμα (στην συγκεκριμένη περίπτωση το θαλασσινό νερό) έχει ένα ευτηκτικό σημείο που ορίζει την αλλαγή φάσης των διαλυμένων ουσιών του, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 10. Δηλαδή υπάρχει ισορροπία μεταξύ του πάγου και της άλμης στο διάλυμα. Με EP

συμβολίζεται το σημείο εκείνο στο οποίο υπάρχει ισορροπία στο διάγραμμα και είναι διαφορετικό για διάφορα υδατικά διαλύματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το θαλασσινό νερό που περιέχει χλωριούχο νάτριο- αλάτι (NaCl –21.2 °C and 23.3 wt%).



Διάγραμμα 10: Διάγραμμα φάσης υγρού-στερεού για το θαλασσινό νερό. [52]

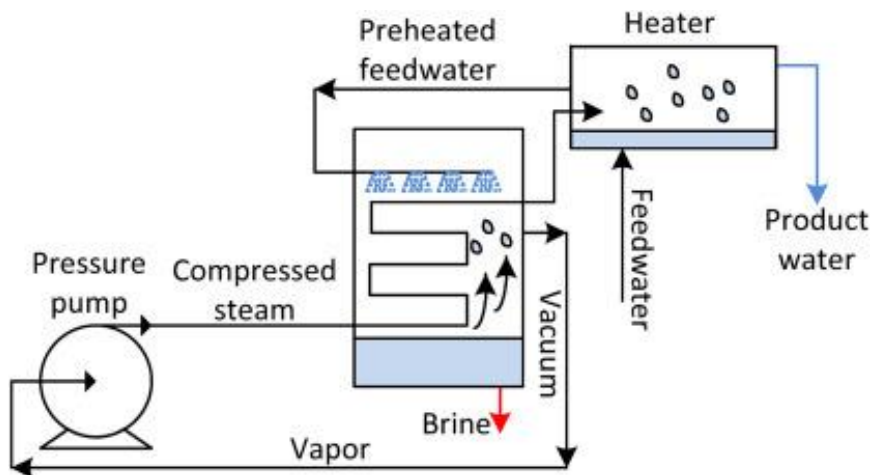


Εικόνα 15: Τυπικό διάγραμμα μονάδας ευτηκτικής κρυστάλλωσης. [52]

➤ Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών (Vapor Compression – VC)

Η διαδικασία της εξάτμισης και επανασυμπίεσης των ατμών, αποτελεί τεχνική με χρήση μηχανικής συμπίεσης, αξιοποιώντας την λανθάνουσα θερμότητα της εξάτμισης με χρήση ενός ενάλλακτη θερμότητας. Έτσι επιτυγχάνεται συμπίεση σε μεγαλύτερη πίεση και επαναθέρμανση των ατμών σε κατάλληλη θερμοκρασία προκειμένου να αντισταθμιστούν οι απώλειες πίεσης από την ενέργεια που προστίθεται στο σύστημα. Σημαντικό είναι το σύστημα να λειτουργεί στην θερμοκρασία βρασμού του διαλύματος, ενώ παράλληλα όταν διακοπεί η τροφοδοσία ενέργειας (την στιγμή

που έχει φτάσει στο σημείο βρασμού) ενέργεια προσφέρεται από τον συμπιεστή και από τις αντλίες για την κυκλοφορία του διαλύματος. [52]

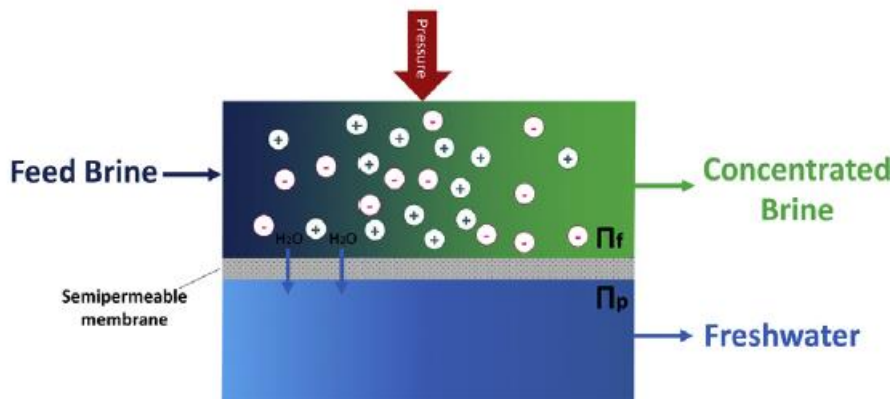


Εικόνα 16: Τυπικό διάγραμμα μονάδας εξάτμισης με επανασυμπίεση ατμών. [52]

Η δεύτερη κατηγορία, με την χρήση τεχνικών μεμβρανών, αποτελεί τις περιπτώσεις όπου το νερό εισέρχεται σε υψηλή πίεση εντός της μονάδας και γίνεται διαχωρισμός των συστατικών του με χρήση των μεμβρανών. Οι τεχνικές αυτής της κατηγορίας διακρίνονται σε:

➤ Αντίστροφης ώσμωσης (Reverse Osmosis – RO)

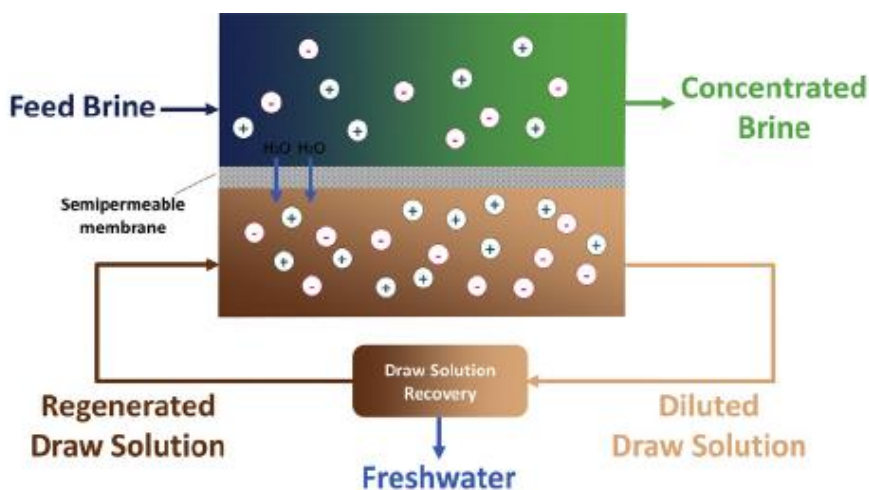
Η τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης αποτελεί την πιο διαδεδομένη τεχνική για τις μονάδες αφαλάτωσης και βασίζεται κυρίως στην υψηλή πίεση. Η υψηλή αυτή πίεση (υδραυλική πίεση) χρησιμοποιείται στον χώρο που βρίσκεται το θαλασσινό νερό (που περιέχει υψηλή συγκέντρωση άλατος), οδηγώντας τα μόρια του νερού προς την ημιπερατή μεμβράνη, όπου διαχωρίζεται το καθαρό νερό από τα μόρια του άλατος. Με Π_f συμβολίζεται η πίεση του θαλασσινού νερού που εισέρχεται και με Π_p η πίεση του καθαρού νερού που εξέρχεται, όπου η διαφορά των δύο αυτών πιέσεων έχει σαν αποτέλεσμα να παραμένει η άλμη στο πρώτο χωρίο και να περνάει στο δεύτερο μόνο το καθαρό νερό. [51]



Εικόνα 17: Απεικόνιση μορίων νερού κατά την αντίστροφη ώσμωση. [51]

➤ Εμπρός ώσμωσης (Forward Osmosis – FO)

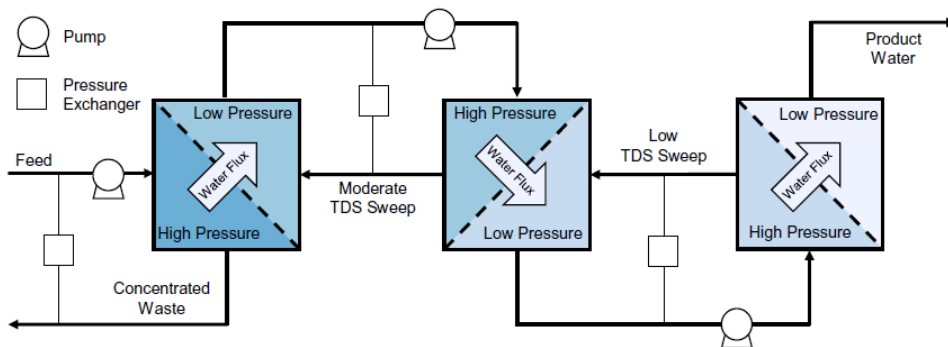
Η εμπρόσθια ώσμωση, σε αντίθεση με την αντίστροφη ώσμωση, χρησιμοποιεί μόνο την ωσμωτική πίεση και όχι την υδραυλική πίεση, δηλαδή την πίεση που ασκείται στο δεύτερο τμήμα προκειμένου να μην επιστρέψει το νερό στο πρώτο. Σε αυτή την διαδικασία, τα μόρια του νερού περνάνε από το πρώτο τμήμα όπου υπάρχει λιγότερο συμπυκνωμένη μορφή διαλύματος, μέσω μίας μεμβράνης, στο δεύτερο τμήμα όπου είναι πιο συμπυκνωμένα. Εκεί διαχωρίζεται το καθαρό νερό από το διάλυμα αλατόνευρο και πραγματοποιείται έξοδος του καθαρού νερού και ανακύκλωση του υπόλοιπου διαλύματος. Μεγάλο πλεονέκτημα της εμπρόσθιας ώσμωσης είναι ότι επειδή δεν χρησιμοποιούνται εξωτερικές πιέσεις, είναι πιο αποδοτική ενεργειακά. [51]



Εικόνα 18: Απεικόνιση μορίων νερού κατά την εμπρός ώσμωση. [51]

➤ Αντίστροφη ώσμωση με υποβοήθηση (Osmotically assisted reverse osmosis – OARO)

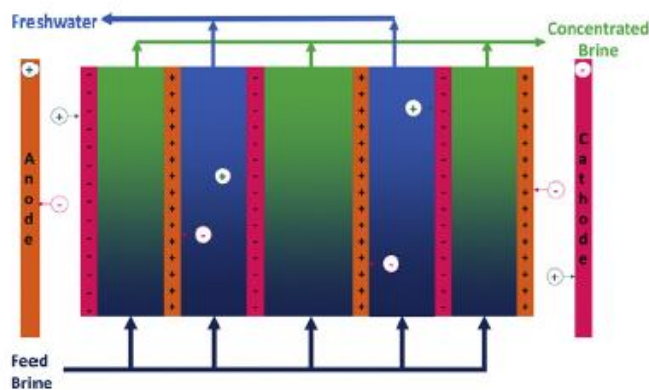
Η τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης με υποβοήθηση, αποτελεί μια εξέλιξη της διαδικασίας της αντίστροφης ώσμωσης, καθώς είναι μία τεχνολογία που είναι βασισμένη στην χρήση της υδραυλικής πίεσης προκειμένου να περάσουν τα μόρια του νερού από την ημιπερατή μεμβράνη, με την διαφορά ότι αποτελείται από πολλά στάδια για την παραγωγή του καθαρού νερού. Από την μία πλευρά της μεμβράνης υπάρχει χαμηλή πίεση και διάλυμα με χαμηλή αλατότητα, ενώ στην άλλη πλευρά υπάρχει υψηλή πίεση και αυτή η διαφορά υδραυλικής πίεσης είναι υψηλότερη από την ωσμωτική πίεση με αποτέλεσμα το διάλυμα να αραιώνεται και η άλμη να απομακρύνεται. Παράλληλα η τεχνική αυτή περιλαμβάνει και ανακύκλωση του νερού. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει είσοδο διαλύματος, έξοδο άλμης, κλειστούς κύκλους ανακύκλωσης και έξοδο καθαρού νερού. Η διαδικασία αυτή μοιάζει περισσότερο διαδικασία αραιώσης του διαλύματος και όχι τόσο διαδικασία αφαλάτωσης. [51], [52]



Εικόνα 19: Απεικόνιση διαδικασίας αντίστροφης ώσμωσης με υποβοήθηση. [52]

➤ Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis – ED)

Η διαδικασία της ηλεκτροδιάλυσης είναι μια τεχνολογία η οποία λειτουργεί με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος στα στάδια μεταξύ των μεμβρανών. Τα μόρια του νερού περνάνε μεταξύ των μεμβρανών που είναι φορτισμένες και «σπάνε» σε κατιόντα και ανιόντα τα οποία κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα ανιόντα κινούνται προς την θετικά φορτισμένη περιοχή, ενώ τα κατιόντα προς την αρνητικά φορτισμένης περιοχή. Κάπως έτσι γίνεται ο διαχωρισμός του θαλασσινού νερού σε καθαρό νερό και άλμη. Το νερό που παράγεται από την διαδικασία αυτή δεν είναι απόλυτα καθαρό καθώς περιέχει ποσοστά άλατος και χαρακτηρίζεται ως υφάλμυρο. Μετά από έρευνες διαπιστώθηκε ότι βέλτιστη περίπτωση της ηλεκτροδιάλυσης είναι ηλεκτροδιάλυση 3 σταδίων, κάτι το οποίο απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας για την πραγματοποίησή του.

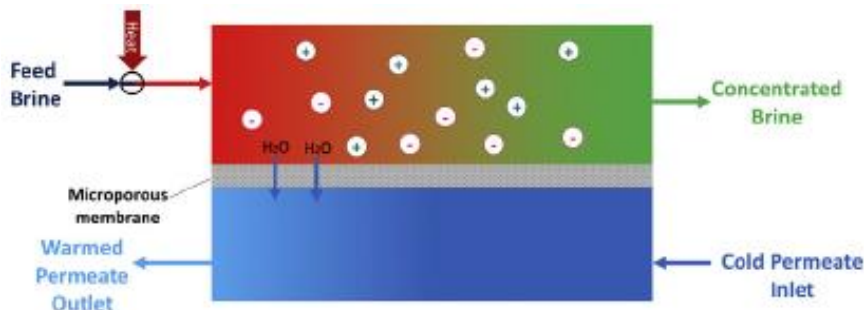


Εικόνα 20: Απεικόνιση διαδικασίας ηλεκτροδιάλυσης. [52]

➤ Απόσταξη με μεμβράνη (Membrane Distillation – MD)

Η διαδικασία της απόσταξης με χρήση μεμβρανών είναι μία τεχνική η οποία στηρίζεται στην θερμική απόσταξη. Η υδροφοβική μεμβράνη δεν επιτρέπει στα μόρια του νερού να περάσουν από τους πόρους της, ενώ αυτό το επιτρέπει μόνο στον ατμό. Έτσι επιτυγχάνεται πλήρης διαχωρισμός του καθαρού νερού από την άλμη, ενώ υπάρχουν πολλές υποκατηγορίες διαμορφώσεων της τεχνολογίας αυτής με την κυριότερη να είναι οι μεμβράνες απόσταξης άμεσης επαφής (Direct Contact Membrane Distillation) για τον διαχωρισμό του θαλασσινού νερού. Σε αυτή την περίπτωση το θαλασσινό νερό θερμαίνεται πριν εισέλθει στο πρώτο τμήμα της μεμβράνης, όπου εκεί επιτρέπεται μόνο στον ατμό να περάσει μέσα από τους πόρους της μεμβράνης και στο

επόμενο τμήμα συμπυκνώνεται και παράγεται νερό υψηλής καθαρότητας. Η άλμη παραμένει στο πρώτο τμήμα και στην μεμβράνη, χωρίς να έχει την δυνατότητα να περάσει στο δεύτερο τμήμα. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μεμβρανών είναι κατά κύριο λόγο το πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο, πολυτετραφθοροαιθυλένιο και πολυβινυλοφλωρίδιο. [52], [58]



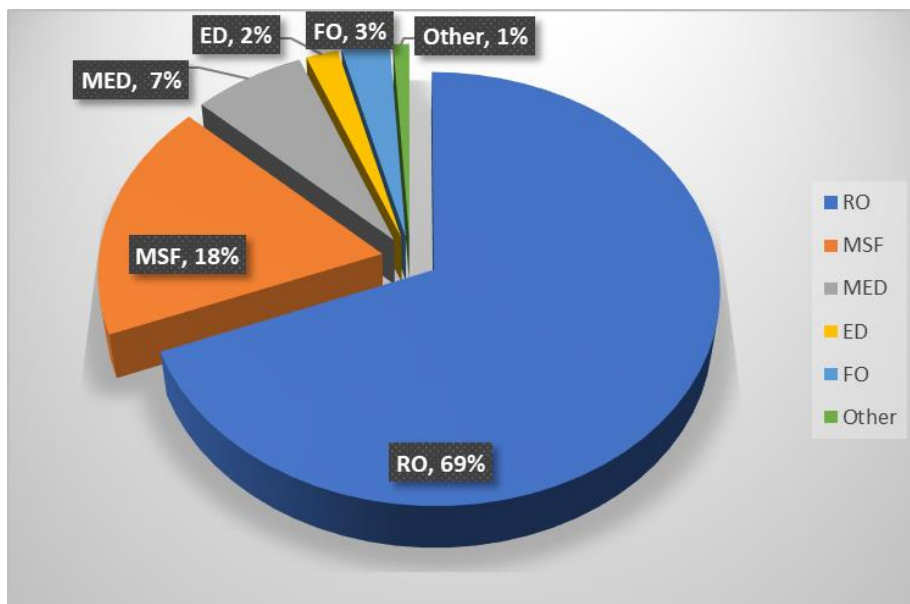
Εικόνα 21: Απεικόνιση διαδικασίας αφαλάτωσης με χρήση μεμβρανών. [52]

Πίνακας 12: Σύγκριση τεχνολογιών αφαλάτωσης.

Μέθοδος		Παραγωγή Καθαρού Νερού[m ³ /day]	Απαιτούμενη Ενέργεια [KWh/m ³]	Καθαρότητα Νερού [ppm TDS]
Θερμικής Φύσης	MSF	1.000-60.000	12,5-24	10
	MED	500-20.000	7,7-21	10
	SO	-	-	10
	EFC	500-10.000	43,8-68,5	10
	VC	25-2.500	8-15	10
Τεχνικές Μεμβρανών	RO	2,5-128.000	3-15	250-500
	FO	-	0,8-13	250-500
	OARO	-	6-19	200-500
	ED	15-50.000	7-15	300-500
	MD	-	39-67	200-500

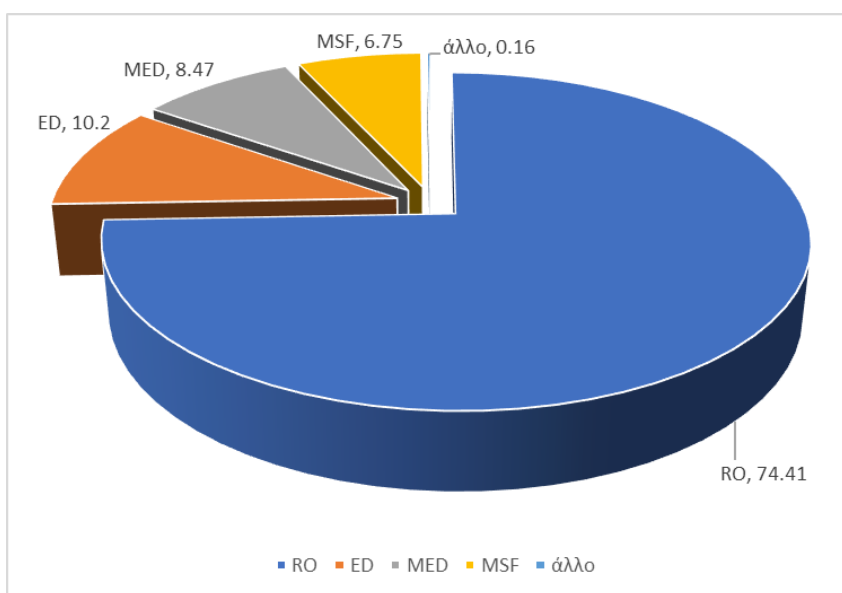
Οι περισσότερες τεχνολογίες από τον πίνακα 12 χρησιμοποιούν ως είσοδο κυρίως θαλασσίνο νερό, με εξαίρεση την ηλεκτροδιάλυση που χρησιμοποιείται κυρίως για υφάλμυρο νερό, ενώ η εμπρός ώσμωση είναι ικανή και για τα δύο ήδη διαλύματα. Οι τεχνολογίες θερμικής φύσης χρησιμοποιούν κυρίως τον ατμό για θέρμανση, σε αντίθεση με τις τεχνολογίες μεμβρανών που χρησιμοποιούν απευθείας το ηλεκτρικό ρεύμα. Παράλληλα παρατηρείται ότι οι τεχνολογίες θερμικής διεργασίας εμφανίζουν καλύτερης ποιότητας νερό (~10 ppm TDS – Total Dissolved Solids), σε αντίθεση με τις τεχνολογίες μεμβρανών. Παρόλο που οι τεχνολογίες των θερμικών διεργασιών χρησιμοποιούνται πολύ περισσότερα χρόνια από τις τεχνολογίες των μεμβρανών, η χρήση των τεχνικών μεμβρανών κυριαρχεί στις μονάδες και εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, ιδιαίτερα η χρήση της αντίστροφης ώσμωσης, διότι το κόστος εγκατάστασης τους είναι σημαντικότερα χαμηλό σε σχέση με το αντίστοιχο κόστος των τεχνολογιών θερμικής φύσης. Παράλληλα αυτή η μέθοδος έχει ευρύ φάσμα μονάδων, από μικρές έως πολύ μεγάλες, οι οποίες εμφανίζουν αρκετά μεγάλη αξιοπιστία. Όπως

φαίνεται και από το Διάγραμμα 11, η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης κυριαρχεί σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον, η μέθοδος αντίστροφης ώσμωσης εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μεθόδων, διότι δεν είναι απαραίτητη η θέρμανση του νερού κατά την είσοδο και εμφανίζονται σημαντικά λιγότερα προβλήματα διάβρωσης. Τέλος οι εγκαταστάσεις αυτές συνήθως είναι αρκετά μικρότερες σε όγκο σε σχέση με τις υπόλοιπες.



Διάγραμμα 11: Τεχνολογίες αφαλάτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο (2020).

Στο Διάγραμμα 12 είναι εμφανές ότι κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται η διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης (RO) ως τεχνική αφαλάτωσης στην ελληνικό χώρο, αμέσως μετά ακολουθεί η ηλεκτροδιάλυση (ED) και σε παρόμοια ποσοστά βρίσκεται η πολυβάθμια εκτόνωση (MSF) και πολυβάθμια εξάτμιση (MED).[59]



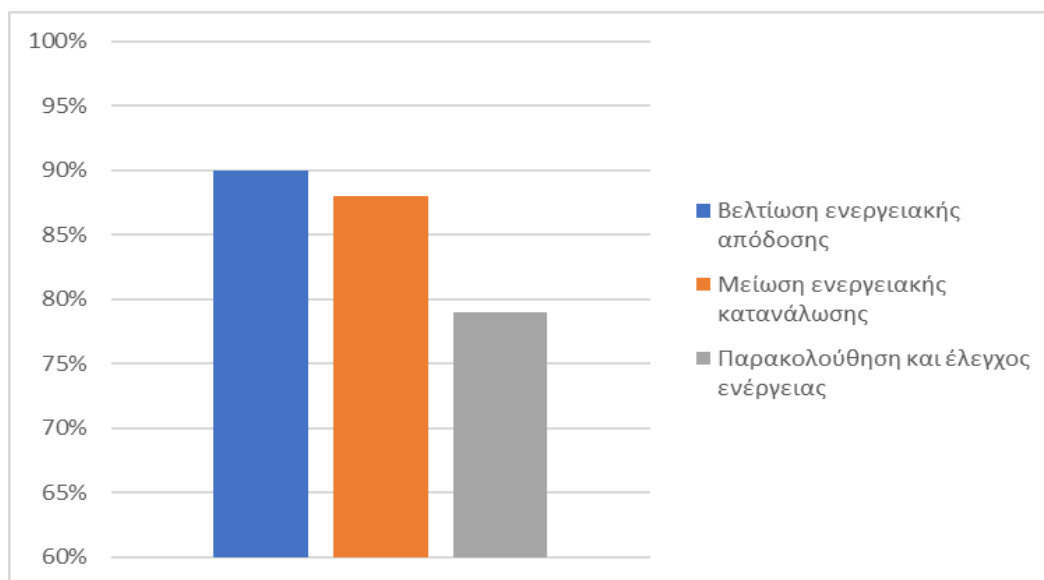
Διάγραμμα 12: Τεχνικές αφαλάτωσης στην Ελλάδα.

3.4 Αξιοποίηση τεχνολογιών για παραγωγή ενέργειας – βιώσιμη ανάπτυξη

Ένα έξυπνο και πράσινο λιμάνι, πέρα από τα διάφορα συστήματα που το περιβάλλουν και τις προσπάθειες μέσω διάφορων τεχνολογιών για μείωση των εκπομπών του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, επιβάλλεται να έχει και να αξιοποιεί συστήματα παραγωγής ενέργειας από φυσικούς πόρους. Όπως έχει γίνει ήδη αναφορά, οι βασικές πηγές αξιοποίησης που έχουν τα λιμάνια είναι ο ήλιος και ο άνεμος. Όταν είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν κατάλληλες υποδομές προκειμένου να συλλέγεται και να αποθηκεύεται αυτή η «πράσινη» ενέργεια.

Η ενεργειακή αγορά επηρεάζεται αρκετά και από διάφορους κοινωνικούς παράγοντες, όπως έχει γίνει φανερό τα τελευταία χρόνια. Μετά από την περίοδο της πανδημίας του Covid-19, καθώς και της ρωσικής εισβολής στην Ουκρανία που οδήγησε την Ευρώπη σε κυρώσεις κατά την Ρωσία, συνεπώς και το ρωσικό πετρέλαιο. Έτσι οι ευρωπαϊκές χώρες σχεδίαζαν ολοκληρωτική αλλαγή για τον ενεργειακό εφοδιασμό τους, κατά συνέπεια μεταρρυθμίσεις ως προς τον ενεργειακό εφοδιασμό των λιμανιών. Ένας επιπλέον παράγοντας για την προσπάθεια απανθρακοποίησης των λιμανιών.

Γενικότερα, σύμφωνα με την περιβαλλοντική έκθεση του ESPO του 2022, για την μείωση των αερίων ρύπων και για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, τέθηκε σαν κύριο μέλημα των φορέων διαχείρισης των λιμένων η ενδυνάμωση της ενεργειακής απόδοσής τους. Πάνω από το 90% των λιμανιών που ανήκουν στον Espro έχουν λάβει μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους, το 88% των λιμανιών ακολουθούν πρωτόκολλα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσής τους, ενώ το 79% των λιμανιών παρακολουθούν και ελέγχουν την ενέργεια που καταναλώνουν (ESPO ANNUAL REPORT 2022). [60]



Διάγραμμα 13: Στατιστικά ESPO για την ενεργειακή απόδοση στα λιμάνια που ανήκουν στον οργανισμό.

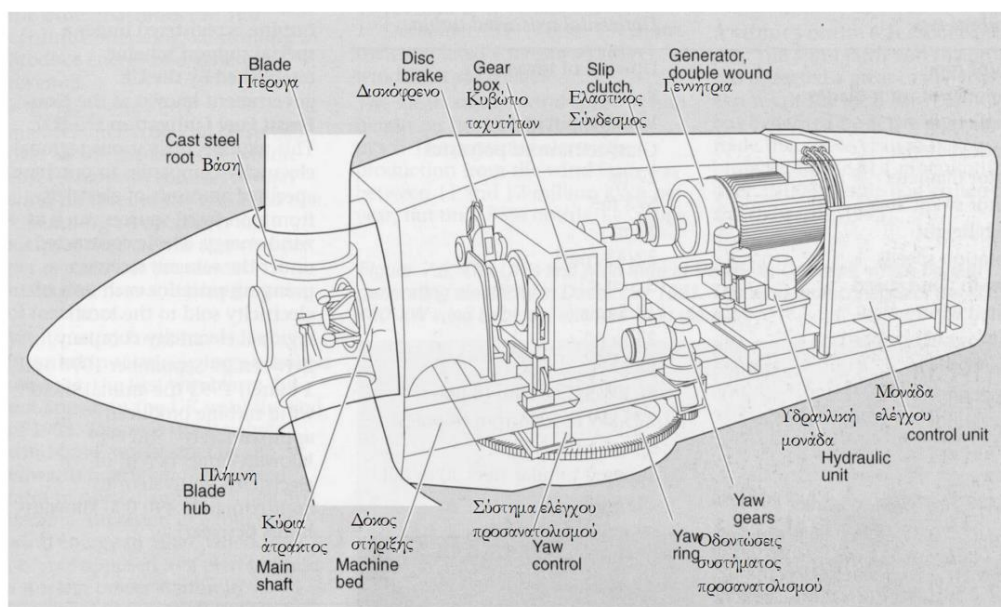
Για την παραγωγή της απαιτούμενης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας, θα μελετηθούν 3 συστήματα. Αξιοποίηση του ήλιου με φωτοβολταϊκά πάνελ, αξιοποίηση του αέρα με χρήση ανεμογεννητριών και αξιοποίηση του νερού με συστήματα

κυματικής ενέργειας. Τέλος, θα μελετηθεί και πιθανός συνδυασμός για την δημιουργία υβριδικού συστήματος ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή αξιοποίησης των φυσικών πόρων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αιολική Ενέργεια

Ο άνεμος χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας από τα αρχαία χρόνια, αξιοποιώντας την αιολική-κινητική ενέργεια του ανέμου. Η κινητική ενέργεια του ανέμου οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία, όπου ένα ελάχιστο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας μετατρέπεται εν τέλει σε αιολική. Ο πιο συνηθισμένος τύπος ανεμογεννήτριας είναι οριζοντίου άξονα, όπου τα κύρια μέρη αυτού του τύπου ανεμογεννήτριας είναι:

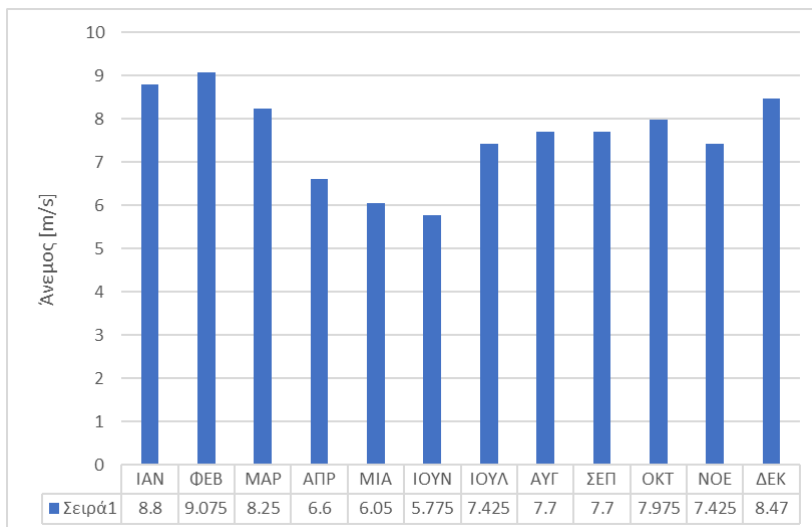
- Ο δρομέας
- Τα περύγια
- Το σύστημα αύξησης στροφών (κιβώτιο ταχυτήτων)
- Το σύστημα πέδησης
- Τα έδρανα του άξονα
- Οι ελαστικοί σύνδεσμοι
- Η ηλεκτρική γεννήτρια
- Το σύστημα προσανατολισμού
- Τα θεμέλια
- Ο πύργος στήριξης



Εικόνα 22: Τομή ανεμογεννήτριας (μάθημα αιολικής ενέργειας). [6]

Σε παράκτιες-νησιωτικές περιοχές, συνηθίζεται να υπάρχει αυξημένο αιολικό δυναμικό, καθιστώντας την χρήση ανεμογεννητριών κατάλληλη μέθοδο για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας και μετατροπή της σε ηλεκτρισμό. Ιδανικές τιμές για το αιολικό δυναμικό είναι πάνω από 5m/s, τιμές οι οποίες είναι συνηθισμένες και ξεπερνιούνται στη νησιωτική Ελλάδα και ιδιαίτερα στα νησιά του Αιγαίου. Στο

Διάγραμμα 14 εμφανίζονται οι μέσες τιμές του ανέμου για την περιφέρεια Αιγαίου σύμφωνα με τις τιμές του 2022. [10]



Διάγραμμα 14: Ανεμολογικά δεδομένα για περιφέρεια νοτίου Αιγαίου (EMY).

Πλέον με την τεχνολογική άνηση, υπάρχουν διάφορα είδη ανεμογεννητριών οικονομικές και αξιόπιστες για κάλυψη όλων των αναγκών. [6] Οι ανεμογεννήτριες ταξινομούνται ανάλογα με την ονομαστική τους ισχύ και το μέγεθός τους σε:

Πίνακας 13: Ταξινόμηση Ανεμογεννητριών.

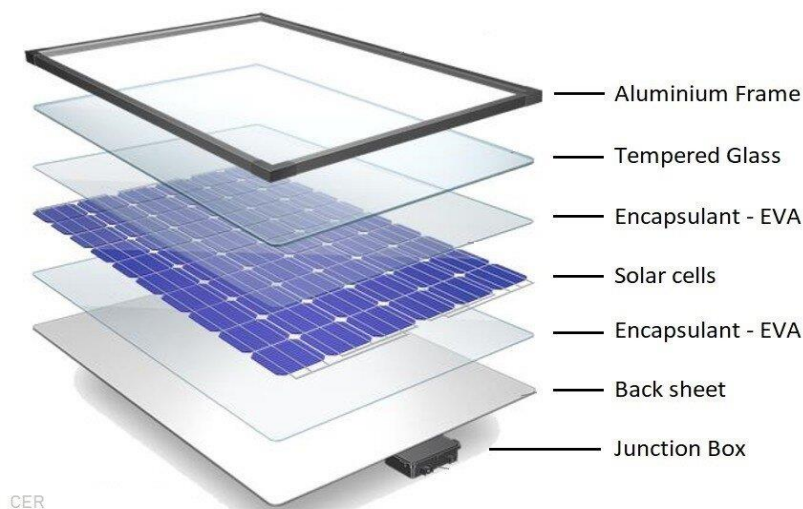
	Ονομαστική Ισχύς [KW]	Ύψος Πύργου [m]
Πολύ μικρού μεγέθους	<10	<30
Μικρού μεγέθους	10-50	<30
Μεσαίου μεγέθους	50-500	30-50
Μεγάλου μεγέθους	500<	50<

Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η κυριότερη πηγή ενέργεια στον πλανήτη και προέρχεται από τον ήλιο. Ένα ποσοστό της ενέργειας αυτής απορροφάται και το υπόλοιπο ανακλάται πίσω στο διάστημα, δημιουργώντας μία κατάσταση ενεργειακής ισορροπίας. Η ηλιακή ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που αξιοποιείται περισσότερο σε σχέση με τις άλλες μορφές και αναπτύσσεται όλο ένα και περισσότερο. Συλλέγεται με χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ, προκειμένου να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο ηλιακός συλλέκτης είναι ειδικής μορφής εναλλάκτης θερμότητας και μεταφέρει ενέργεια υπό την μορφή ακτινοβολίας. Η χρήση των ηλιακών συλλεκτών για την ενεργειακή κάλυψη των λιμανιών αποτελεί την συνηθέστερη τεχνολογία ΑΠΕ, ενώ αξίζει να αναφερθεί ότι το 2022 υπήρξε αύξηση κατά 60% των φωτοβολταϊκών συστημάτων στα λιμάνια της Ευρώπης [11]. Τα κύρια μέρη ενός φωτοβολταϊκού πάνελ είναι:

- Η πλάκα απορρόφησης
- Τα διαφανεί καλύμματα (ένα ή περισσότερα)

- Η μόνωση των παράπλευρων επιφανειών
- Το πλαίσιο του ηλιακού συλλέκτη
- Μετατροπéας για σύνδεση



Εικόνα 23: Κομμάτια ενός τυπικού φωτοβολταϊκού πάνελ. [12]

Παραδείγματα λιμανιών

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) έχει ανακοινώσει ότι το 2022 από τον αριθμό των λιμανιών που περιλαμβάνει, τουλάχιστον το 50% αυτών περιλαμβάνει σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη των αναγκών του λιμανιού. Οι φορείς των λιμανιών στις περισσότερες περιπτώσεις εξασφαλίζουν ξεχωριστά τμήματα γης για να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή «πράσινης» ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα λιμανιού που δεσμεύει εξωτερικά οικόπεδα (θαλάσσια οικόπεδα) αποτελεί το λιμάνι του Esbjerg στην Δανία, το οποίο είναι το πρώτο λιμάνι της Ευρώπης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση ανεμογεννητριών σε υπεράκτιο θαλάσσιο αιολικό πάρκο. Παράλληλα, λόγω της μεγάλης παραγωγής από το θαλάσσιο αιολικό πάρκο, το λιμάνι είναι σε θέση να πουλάει ενέργεια στο δίκτυο, όπου το 17% των εσόδων του προέρχεται από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλάσσιο αιολικό πάρκο. Βέβαια, δεν δίνεται η δυνατότητα σε όλα τα λιμάνια που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται όταν παράγεται περισσότερη από όση καταναλώνεται. Αυτό εξαρτάται από την νομοθεσία της εκάστοτε χώρας. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του ESPO, το 40% των λιμανιών που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια δεν έχουν την δυνατότητα μεταπώλησης της. [61], [62]

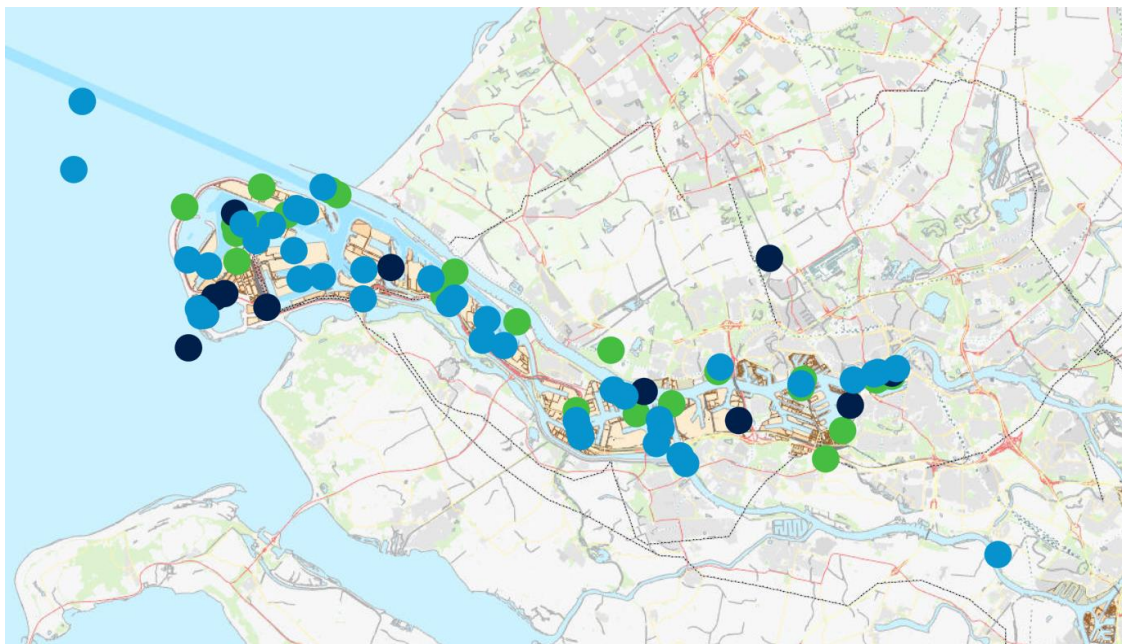


Διάγραμμα 15: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία 6 χρόνια από το θαλάσσιο αιολικό πάρκο στο λιμάνι του Esbjerg. [61]

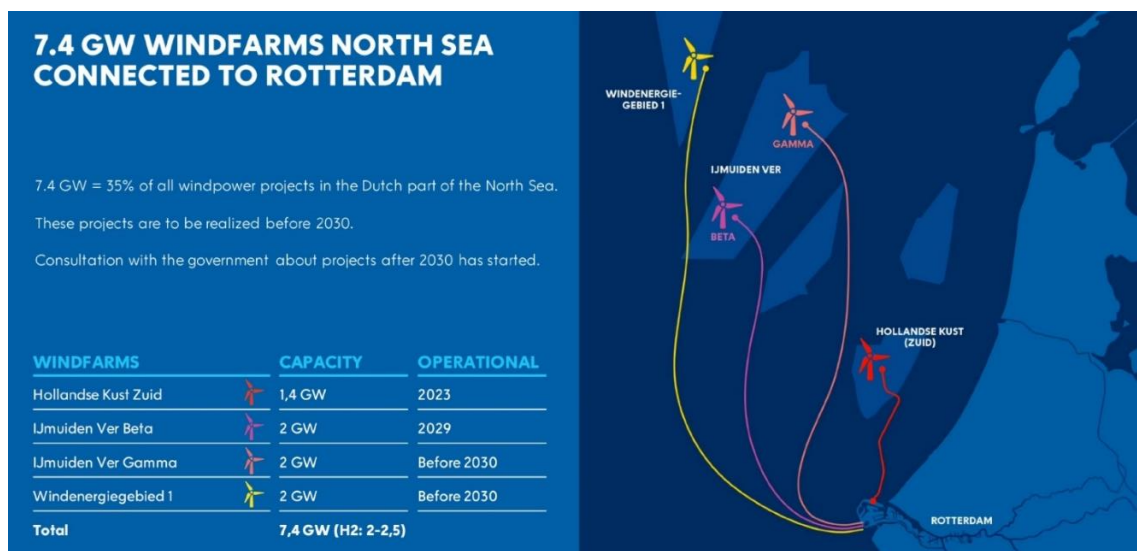
Επιπλέον το λιμάνι του Άμστερνταμ έχει αναπτυχθεί αρκετά στο κομμάτι της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάνελ, πέρα των ανεμογεννητριών που διαθέτει, καθώς στις αρχές του 2023 ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση 4.911 επιπλέον πάνελ στις οροφές των κτιρίων εντός του λιμανιού. Έτσι, η συνολική έκταση που λαμβάνουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι ίση με 260.000 τετραγωνικά μέτρα, ενώ στόχος είναι μέχρι το τέλος του 2024 η συνολική κάλυψη των φωτοβολταϊκών να είναι 350.000 τετραγωνικά μέτρα και η συνολική ισχύς να φτάνει τα 63MW. Παρομοίως, το λιμάνι του Ρότερνταμ έχει φωτοβολταϊκά πάνελ συνολικής ισχύος 89MW, ενώ σύμφωνα με τις λιμενικές αρχές του Ρότερνταμ με κάλυψη όλων των διαθέσιμων χώρων του λιμανιού, η συνολική ισχύς μπορεί να φτάσει τα 130 MW. Παράλληλα, το λιμάνι του Ρότερνταμ διαθέτει αιολικό πάρκο συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1,4GW, ενώ υπάρχει σχέδιο για επέκταση της ισχύος στα 7,4GW μέσω υπεράκτιου αιολικού πάρκου έως το 2030. Το λιμάνι του Ρότερνταμ αποτελεί ένα λιμάνι πλούσιο σε συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [62]. Όπως φαίνεται στην κάτοψη του λιμανιού:

- Πράσινο χρώμα: ενεργειακά συστήματα του λιμανιού σε λειτουργία
- Σκούρο μπλε: ενεργειακά συστήματα του λιμανιού σε εξέλιξη
- Ανοιχτό μπλε: ενεργειακά συστήματα του λιμανιού σε προετοιμασία

Μερικά από τα συστήματα αυτά αποτελούν εκτός από τεχνολογίες ΑΠΕ, συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση υδρογόνου, συστήματα αποθήκευσης υδρογόνου, σταθμοί ηλεκτρόλυσης, σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, θερμικοί σταθμοί με χρήση φυσικού αερίου (LNG), σωλήνες μεταφοράς θερμού νερού (τηλεθέρμανση) στα σπίτια κ.α.



Εικόνα 24: Ενεργειακά συστήματα στο λιμάνι του Ρότερνταμ σε λειτουργία/εξέλιξη/προετοιμασία. [65]



Εικόνα 25: Σχέδιο για υπεράκτιο αιολικό πάρκο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού του Ρότερνταμ. [65]

3.5 Αυτοματοποιημένοι τερματικοί σταθμοί

Η χρήση έξυπνων αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών αποτελεί βέλτιστη λύση για την σωστή, προγραμματισμένη λειτουργία του λιμανιού. Αυτά τα συστήματα είναι πολύ χρήσιμα στα μεγάλα εμπορικά λιμάνια, κυρίως για την μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων. Με την αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών ελέγχονται ανά πάσα στιγμή οι πύλες του λιμανιού, τα μηχανήματα (κυρίως οι γερανοί) και γίνεται έλεγχος της ροής των εμπορευμάτων [63]. Με αυτόν τον τρόπο:

- ενισχύεται η ασφάλεια του λιμανιού,

- μειώνονται οι καθυστερήσεις,
- μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση,
- βελτιώνεται η φόρτωση και εκφόρτωση εμπορευματοκιβωτίων.

Το λιμάνι του Ρότερνταμ διαθέτει αρκετούς αυτοματοποιημένους τερματικούς σταθμούς στο ενεργητικό του και αποτελεί πρώτο λιμάνι στην Ευρώπη στην χρήση αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών. Το λιμάνι αυτό διαθέτει ξεχωριστούς αυτοματοποιημένους τερματικούς σταθμούς για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων, για μεταφορά οικοδομικών υλικών, υγρών καυσίμων και για διαχείριση εμπορευμάτων τύπου breakbulk (εμπορεύματα που δεν είναι δυνατόν να μεταφερθούν μέσα σε container, αλλά μεταφέρονται χύμα στα πλοία, για παράδειγμα τεράστιοι σωλήνες, πτερύγια ανεμογεννητριών, υπερμεγέθη οχήματα). Το λιμάνι του Ρότερνταμ για την μεταφορά των εμπορευμάτων έχει χτίσει ένα ευρύ αυτοματοποιημένο δίκτυο μέσω των τερματικών του σταθμών, καθώς αποτελεί αφετηρία για την οδική και σιδηροδρομική μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σε ολόκληρη την Ευρώπη. [64]



Εικόνα 26: Αυτοματοποιημένα συστήματα τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ.



Εικόνα 27: Δίκτυο μεταφοράς εμπορευμάτων από το λιμάνι του Ρότερνταμ, μέσω φορτηγών. [65]



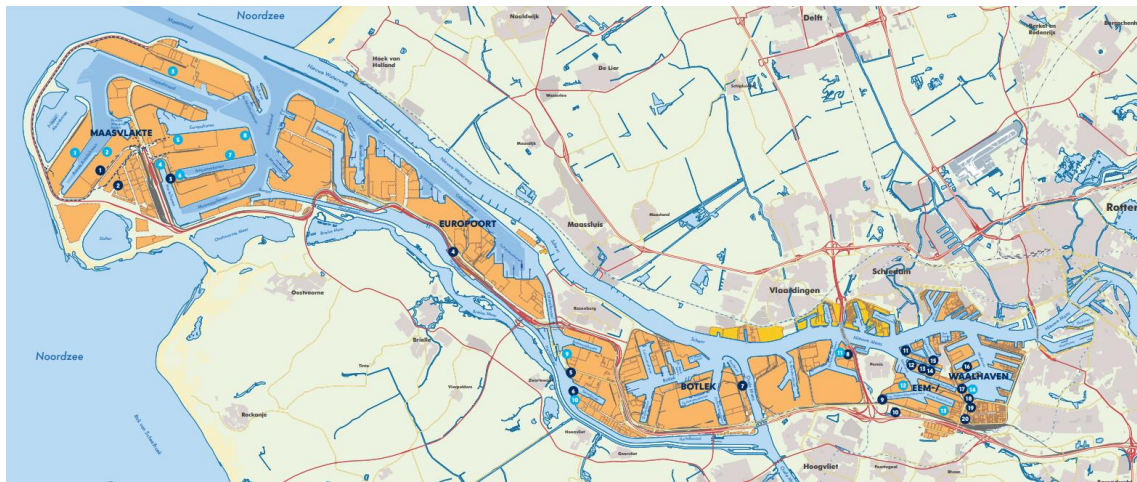
Εικόνα 28:: Δίκτυο μεταφοράς εμπορευμάτων από το λιμάνι του Ρότερνταμ, μέσω σιδηροδρόμου. [65]

Σήμερα, υπάρχουν 53 αυτόματοι τερματικοί σταθμοί σε όλο τον κόσμο, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 4% του παγκόσμιου συνόλου τερματικών σταθμών για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων. Οι περισσότεροι αυτόματοι τερματικοί σταθμοί βρίσκονται στην Ασία, στην οποία λειτουργεί το 32% του συνόλου των αυτόματων τερματικών σταθμών και ακολουθεί η Ευρώπη με ποσοστό 28%. Ο πρώτος αυτόματος τερματικός σταθμός λειτούργησε στο Ρότερνταμ το 1993 με συστήματα AGC (Automated Stacking Crane) και AGV (Automated Guided Vehicles), δηλαδή συστήματα αυτόματων γερανών στοίβαξης εμπορευματοκιβωτίων και αυτοματοποιημένα οχήματα. [64], [66]

Πίνακας 14: Αυτόματοι τερματικοί σταθμοί για κοντέινερ στον κόσμο. [66]

a/a	Terminal	Port	Since
1	ECT Delt	Rotterdam	1993
2	Pasir Panjang	Singapore	1997
3	APMT-R	Rotterdam	2000
4	Thamesport	London	2000
5	Altenwerder	Hamburg	2001
6	Fishermans Island	Brisbane	2002
7	Wai Hai	Tokyo	2003
8	Evergreen Marine	Kaoshiung	2005
9	DPW Gateway	Antwerp	2007
10	Virginia International	Portsmouth	2007
11	Korean Express Busan	Busan	2007
12	Euromax	Rotterdam	2008
13	Tobishima Pier South	Nagoya	2008
14	Newport Hanjin	Busan	2009
15	Newport DPW	Busan	2009
16	Isla Verde	Algeciras	2010
17	Taipei Port CT	Taipei	2010
18	Kao Ming	Kaoshiung	2010
19	Burchardkai	Hamburg	2010
20	Khalifa CT	Abu Dhabi	2012
21	BEST	Barcelona	2012
22	London Gateway	London	2013
23	Global Terminal	New York	2014
24	TraPac	Los Angeles	2014
25	SSA Manzanillo Int.	Colon	2014
26	DP World	Brisbane	2014
27	HPH Brisbane	Brisbane	2014
28	SICT-HPH	Sydney	2014
29	Lamnog Bay	Surabaya	2014
30	Hai	Xiamen	2014
31	Jebel Ali 3	Dubai	2014
32	APMT-MV2	Rotterdam	2015
33	Rotterdam World Gateway	Rotterdam	2015
34	Patrick Stevedoring	Sydney	2015
35	PPT	Singapore	2015
36	Middle Harbor	Long Beach	2016
37	Tuxpan Port Terminal	Tuxpan	2016
38	Hanjin Incheon CT	Incheon	2016
39	APMT Lazaro	Cardenas	2016
40	Liverpool 2	Liverpool	2016
41	Victoria International CT	Melbourne	2016
42	Yangshan Phase 4	Shanghai	2017
43	Qianwai CT	Qingdao	2018
44	AMPT	Vado Ligure	2019

45	Tanger Med 2	Tanger	2019
46	Ferguson Terminal	Auckland	2019
47	Belfast Container Terminal	Belfast	2019
48	Vizhinjam Port	India	2019
49	Tianjin FICT	China	2019
50	Norfolk International Terminal	Virginia	2021
51	Haifa Bay Terminal	Haifa	2021
52	Long Beach CT	Long Beach	2021
53	APMT	Los Angeles	2021



Εικόνα 29: Κάτοψη λιμανιού Ρότερνταμ με τις περιοχές που βρίσκονται οι τερματικοί σταθμοί. [65]

4. Κεφάλαιο 4^ο: Περιπτώσεις λιμανιών Νάξου – Ηρακλείας – Σχοινούσας

4.1 Κατηγοριοποίηση λιμανιών ως προς το μέγεθος και την χρήση τους

Το ελληνικό λιμενικό σύστημα περιλαμβάνει περίπου 900 λιμάνια, σύμφωνα με το Υπουργείο Ναυτιλίας και Αιγαίου, τα οποία διακρίνονται ως προς το μέγεθος, την χρήση και την οργάνωσή τους, καθώς για την σημασία τους για την τοπική και εθνική οικονομία [67]. Η κατηγοριοποίηση των λιμανιών έχει γίνει σύμφωνα με την ΚΥΑ 8315/02/07 (ΦΕΚ Β 202/2007) και κατά την κατηγοριοποίηση έχουν ληφθεί υπόψη:

- Οι ιδιομορφίες του ελληνικού γεωγραφικού χώρου (ιδιομορφίες νησιωτικής ακτογραμμής, ύπαρξη πορθμειακών και ενδονησιωτικών συνδέσεων).
- Στατιστικά στοιχεία του όγκου της διακίνησης εμπορευμάτων και επιβατών των λιμανιών, καθώς και στοιχεία που αφορούν την χρήση των λιμανιών.

Έτσι τα ελληνικά λιμάνια χωρίζονται σε 4 ομάδες:

- Λιμένες Διεθνούς Ενδιαφέροντος: Κατηγορία Κ1 (16 λιμάνια), δηλαδή σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα λιμάνια της Ελλάδας, τα οποία έχουν ιδιαίτερο εμπορικό ενδιαφέρον εντός και εκτός Ελλάδας.

Πίνακας 15: Κατηγορία λιμένων Κ1 (Διεθνούς Ενδιαφέροντος).

Κατηγορία Λιμένων Κ1			
Πειραιώς	Θεσσαλονίκης	Βόλου	Πάτρας
Ηγουμενίτσας	Καβάλας	Αλεξανδρούπολης	Ηρακλείου
Κέρκυρας	Ελευσίνας	Λαυρίου	Ραφήνας
Μυκόνου	Μυτιλήνης	Ρόδου	Σούδας Χανίων

- Λιμένες Εθνικής Σημασίας: Κατηγορία Κ2 (16 λιμάνια), σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα λιμάνια που αποτελούν κόμβους και εμπορικούς σταθμούς για το εγχώριο εμπόριο.

Πίνακας 16: Κατηγορία λιμένων Κ2 (Εθνικής Σημασίας).

Κατηγορία Λιμένων Κ2			
Αργοστολίου	Ζακύνθου	Θήρας	Καλαμάτας
Κατάκολου	Κορίνθου	Κυλλήνης	Κω
Λάγος	Πάρου	Πρέβεζας	Ρεθύμνου
Βαθέως Σάμου	Χίου	Σύρου	Χαλκίδος

- Λιμένες Μείζονος Ενδιαφέροντος: Κατηγορία Κ3 (25 λιμάνια), αυτή η κατηγορία αποτελείται από μικρότερα λιμάνια με αποκλειστικά εγχώρια δρομολόγια πλοίων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το λιμάνι της Νάξου.

Πίνακας 17: Κατηγορία λιμένων Κ3 (Μείζονος Ενδιαφέροντος).

Κατηγορία Λιμένων Κ3				
Αγ. Κηρύκου	Ικαρίας	Αγ. Κωνσταντίνου	Φθιώτιδας	Αγ. Νικολάου
Λασιθίου	Αίγινας	Αιγίου	Γυθείου	Θάσου
Ιτέας	Κύμης	Λευκάδας	Μεσολογγίου	Μύρινας
Λήμνου	Νάξου	Ναυπλίου	Πάτμου	Μουδανιών
Σαμοθράκης	Πόρου	Κεφαλληνίας	Σκιάθου	Σκοπέλου
Σητείας	Σπετσών	Στυλίδας	Τήνου	Ύδρας

- Λιμένες Τοπικής Σημασίας: Κατηγορία Κ4 που αποτελείται από τα υπόλοιπα λιμάνια της Ελλάδας. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα λιμάνια της Ηρακλειάς και της Σχοινούσας.

Παράλληλα, όσον αφορά την χρήση των λιμανιών για τις κατηγορίες Κ1, Κ2, Κ3, γίνεται αναφορά σε 7 συγκεκριμένες χρήσεις που μπορεί να έχει ή όχι ένα λιμάνι και οι χρήσεις αυτές είναι:

- Γενικά Εμπορεύματα (General Cargoes)
- Φορτία Χύδην (Dry and liquid Bulk Cargoes)
- Εμπορευματοκιβώτια – Ε/Κ (Containers)
- Ακτοπλοΐα Εσωτερικού – Εξωτερικού
- Κρουαζιέρα (Cruise)
- Αναψυχής (Leisure – Marinas)
- Αλιευτικά (Fishing)

Πίνακας 18: Χρήσεις λιμένων κατηγορίας Κ1.

Κ1: ΛΙΜΕΝΕΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ								
Α/Α	ΛΙΜΕΝΕΣ	ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ		ΕΚ**	ΑΚΤΟΠΛΟΪΑ (ΕΣΩΤΕΡ./ΕΞΩΤΕΡ.)	ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑ	ΑΝΑΨΥΧΗΣ	ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ
		ΓΕΝΙΚΑ ΕΜΠΟΡ.	ΦΟΡΤΙΑ ΧΥΔΗΝ					
1	ΠΕΙΡΑΙΑ (Ο.Λ.Π. Α.Ε.)	+	+	+	+ ΕΣΩΤΕΡ.+ΕΞΩΤΕΡ.	+	-	+
2	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (Ο.Λ.Θ. Α.Ε.)	+	+	+	+	+	+	-
3	ΒΟΛΟΥ (Ο.Λ.Β. Α.Ε.)	+	+	+	+	+	+	+
4	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ (Ο.Λ.Α. Α.Ε.)	+	+	+	+	-	(+)	+
5	ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ (Ο.Λ.Ε. Α.Ε.)	+	+	-	-	-	+	+
6	ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ (Ο.Λ.ΗΓ. Α.Ε.)	+	-	-	+ ΕΣΩΤΕΡ.+ΕΞΩΤΕΡ.	-	+	-
7	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (Ο.Λ.Η. Α.Ε.)	+	+	+	+	+	+	+
8	ΚΑΒΑΛΑΣ (Ο.Λ.ΚΑ. Α.Ε.)	+	+	-	+	+	+	+
9	ΚΕΡΚΥΡΑΣ (Ο.Λ.ΚΕ. Α.Ε.)	+	+	-	+	+	+	+
10	ΛΑΥΡΙΟΥ (Ο.Λ.ΛΑ. Α.Ε.)	+	+	-	+	+	+	+
11	ΠΑΤΡΩΝ (Ο.Λ.ΠΑ. Α.Ε.)	+	-	+	+	+	+	+
12	ΡΑΦΗΝΑΣ (Ο.Λ.Ρ. Α.Ε.)	+	-	-	+	-	+	+
13	ΜΥΚΟΝΟΥ (Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο)	+	-	-	+	+	+	+
14	ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ (Λιμενικό Ταμείο Λέσβου)	+	+	-	+	+	+	+
15	ΡΟΔΟΥ (Διαδημοτικό Λιμενικό Ταμείο Νοτίου Αιγαίου)	+	-	-	+	+	+	+
16Α	ΧΑΝΙΩΝ ³ Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Νομού Χανίων (Υπουργείο Εσωτερικών)							
16Β	ΣΟΥΔΑΣ ⁴ Λιμενικό Ταμείο Νομού Χανίων (ΥΕΝ)	+	+	-	+	+	-	+

Πίνακας 19: Χρήσεις λιμένων κατηγορίας Κ2.

Κ2: ΛΙΜΕΝΕΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ								
Α/Α	ΛΙΜΕΝΕΣ	ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ		ΕΚ	ΑΚΤΟΠΛΟΪΑ	ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑ	ΑΝΑΨΥΧΗΣ	ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ
		ΓΕΝΙΚΑ ΕΜΠΟΡ.	ΦΟΡΤΙΑ ΧΥΔΗΝ					
1	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΥ	+	-	-	+	-	+	+
2	ΖΑΚΥΝΘΟΥ	+	-	-	+	-	+	-
3	ΘΗΡΑΣ	+	-	-	+	+	-	-
4	ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	+	-	-	+	-	+	+
5	ΚΑΤΑΚΟΛΟΥ	+	-	-	+	+	+	+
6	ΚΟΡΙΝΘΟΥ	+	+	-	-	-	-	-
7	ΚΥΛΛΗΝΗΣ	+	-	-	+	-	+	+
8	ΚΩ	+	-	-	+	-	+	+
9	ΛΑΓΟΣ	+	-	-	-	-	+	+
10	ΠΑΡΟΥ	+	+	-	+	-	+	+
11	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	+	-	-	+	-	+	+
12	ΡΕΘΥΜΝΟΥ	+	-	-	+	+	+	+
13	ΒΑΘΕΩΣ ΣΑΜΟΥ	+	-	-	+	-	+	+
14	ΣΥΡΟΥ	+	-	-	+	-	+	+
15	ΧΑΛΚΙΔΟΣ	+	-	-	-	-	-	+
16	ΧΙΟΥ	+	-	-	+	-	+	+

Πίνακας 20: Χρήσεις λιμανιών κατηγορίας Κ3.

Κ3: ΛΙΜΕΝΕΣ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ									
Α/Α	ΛΙΜΕΝΕΣ		ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ		ΕΚ	ΑΚΤΟΠΛΟΪΑ	ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑ	ΑΝΑΨΥΧΗΣ	ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ
			ΓΕΝΙΚΑ ΕΜΠΟΡ.	ΦΟΡΤΙΑ ΧΥΔΗΝ					
1	ΑΓ.ΚΗΡΥΚΟΥ ΙΚΑΡΙΑΣ		+	-	-	+	-	-	+
2	ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ (ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ)		+	-	-	+	-	-	-
3	ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΛΑΣΙΘΙΟΥ		+	-	-	-	+	+	+
4	ΑΙΓΙΝΑΣ	Κεντρικός Λιμένας	+	-	-	+	-	+	+
		Νέος Λιμένας Λεοντίου	-	-	-	+	-	-	-
5	ΑΙΓΙΟΥ		+	-	-	+	-	-	-
6	ΓΥΘΕΙΟΥ		-	-	-	+	-	+	+
7	ΘΑΣΟΥ		-	-	-	+	-	-	+
8	ΙΤΕΑΣ		+	+	-	+	-	+	+
9	ΚΥΜΗΣ		+	+	-	+	-	+	+
10	ΛΕΥΚΑΔΟΣ		-	-	-	+	-	+	+
11	ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ		+	-	-	-	-	+	+
12	ΛΗΜΝΟΥ (ΜΥΡΙΝΑΣ)		+	-	-	+	-	+	+
13	ΝΑΞΟΥ		+	+	-	+	-	+	+
14	ΝΑΥΠΛΙΟΥ		+	-	-	+	+	+	+
15	Ν.ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ		+	-	-	+	-	+	+
16	ΠΑΤΜΟΥ		+	-	-	+	+	+	+
17	ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ		+	-	-	+	-	-	+
18	ΠΟΡΟΥ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ		-	-	-	+	-	+	+
19	ΣΚΙΑΘΟΥ (Βόρειος και Νότιος)		+	-	-	+	-	+	+
20	ΣΚΟΠΕΛΟΥ		+	-	-	+	-	+	+
						(εναλλακτικό με λιμένα Αγκώνα)			
21	ΣΗΤΕΙΑΣ		+	+	-	-	-	+	+
22	ΣΠΕΤΣΩΝ		+	-	-	+	-	+	+
23	ΣΤΥΛΙΔΑΣ		+	+	-	-	-	+	+
24	ΤΗΝΟΥ		-	+	-	+	+	+	+
25	ΥΔΡΑΣ		-	-	-	+	+	+	+

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται το λιμάνι της Νάξου (Κατηγορία Κ3) και τα λιμάνια της Ηρακλείας και της Σχοινούσας (Κατηγορία Κ4) και στην συνέχεια θα γίνει σύγκριση μεταξύ των λιμανιών αυτών, καθώς υπάρχει σημαντική διαφορά ως προς το μέγεθος, τις υποδομές και τις λειτουργίες των λιμανιών. Ορισμένα επιπλέον κριτήρια για την κατηγοριοποίηση και την σύγκριση αυτών των τριών λιμανιών αποτελούν:

- Έκταση του λιμανιού
- Περίμετρος λιμανιού
- Αριθμός θέσεων στάθμευσης σκαφών
- Βάθος λιμανιού
- Επισκεψιμότητα (αφίξεις – αναχωρήσεις)

Στην συνέχεια θα αναφερθούν αναλυτικά στοιχεία για καθένα από τα κριτήρια αυτά σε κάθε λιμάνι που θα μελετηθεί.

Η επιτυχής λειτουργία του λιμανιού οφείλεται στην ύπαρξη, στις αρμοδιότητες και στην διαχείρισή του λιμανιού από την αντίστοιχη λιμενική αρχή. Η λιμενική αρχή που καθορίζει τις λειτουργίες του λιμανιού της Νάξου, της Ηρακλείας και της Σχοινούσας είναι το Λιμενικό Ταμείο Νάξου, το οποίο υπάγεται στον δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων. Το Λιμενικό Ταμείο Νάξου έχει καθοριστικό ρόλο για την λειτουργία και την αποτελεσματικότητα των λιμανιών αυτών. Αρμοδιότητες του

λιμενικού ταμείου πέρα από την διαχείριση των οικονομικών του λιμανιού (έσοδα – έξοδα), έχει ευθύνες που αφορούν την συντήρηση και τον εξοπλισμό του λιμανιού, τον καθορισμό των λιμενικών τελών για τα πλοία, καθώς και την αναζήτηση επενδύσεων και προγραμμάτων επιχορηγήσεων (ΕΣΠΑ) για αναβαθμίσεις του λιμανιού. [67]

Παράλληλα, η λιμενική αρχή είναι υπεύθυνη για να καθορίζει τα ποσά ελλειμνισμού των σκαφών στο λιμάνι, προκειμένου να ενισχύσει τα έσοδά του λιμανιού. Έτσι, το Λιμενικό Ταμείο Νάξου έχει εγκρίνει το ακόλουθο τιμολόγιο της ζώνη αγκυροβολίου για τα τουριστικά σκάφη στον Πίνακα 21. [68]

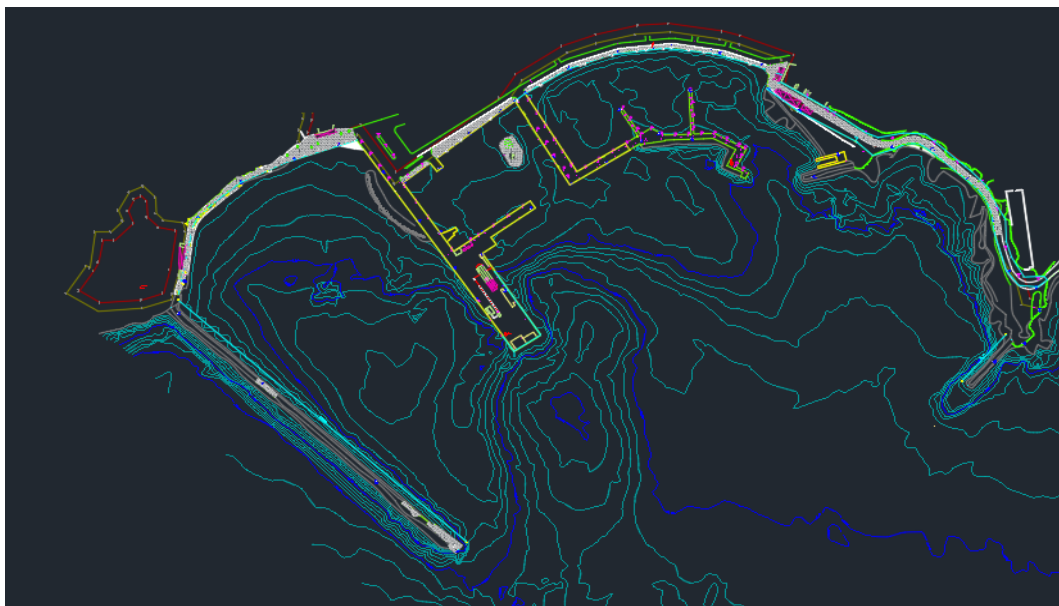
Πίνακας 21: Τιμολόγιο ελλειμνισμού για το λιμάνι της Νάξου.

Μήκος	Περίοδος Ελλειμνισμού													
	1-5 (ανά ημέρα)	6-20 (ανά ημέρα)	21-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240	241-270	271-300	301-330	331-365
8.0-8.9	8	9	200	282	404	517	573	610	648	685	723	760	800	845
9.0-9.9	10	11	250	330	470	600	670	710	753	800	840	885	930	980
10.0-10.9	11	13	290	380	540	690	765	815	865	920	970	1020	1070	1130
11.0-11.9	12	14	315	430	615	786	872	93	986	1045	1100	1160	1215	1290
12.0-12.9	14	16	365	485	695	888	985	1050	1115	1180	1250	1310	1375	1460
13.0-13.9	15	18	405	545	780	998	1107	1180	1250	1325	1400	1470	1545	1640
14.0-14.9	17	20	450	610	872	1115	1236	1320	1400	1480	1560	1645	1725	1825
15.0-15.9	20	23	520	676	970	1240	1375	1465	1560	1645	1745	1830	1920	2030
16.0-16.9	21	25	560	750	1073	1372	1522	1622	1720	1825	1920	2025	2125	2245
17.0-17.9	23	27	610	825	1184	1514	1680	1789	1900	2010	2120	2230	2340	2480
18.0-18.9	25	30	675	910	1301	1664	1845	1970	2090	2210	2330	2455	2575	2725
19.0-19.9	28	33	740	995	1426	1824	2023	2156	2290	2420	2560	2690	2820	3000
20.0-20.9	30	36	810	1088	1600	2000	2212	2357	2505	2650	2750	2950	3085	3265
21.0-21.9	34	40	900	1187	1701	2175	2413	2570	2730	2890	3050	3205	3365	3600
22.0-22.9	36	43	970	1290	1852	2370	2626	2800	2970	3145	3320	3490	3660	3880
23.0-23.9	40	47	1060	1403	2010	2570	2852	3040	3230	3415	3600	3790	4005	4210
24.0-24.9	43	51	1150	1521	2180	2800	3093	3295	3500	3700	3905	4100	4310	4570

4.2 Λιμάνι της Νάξου

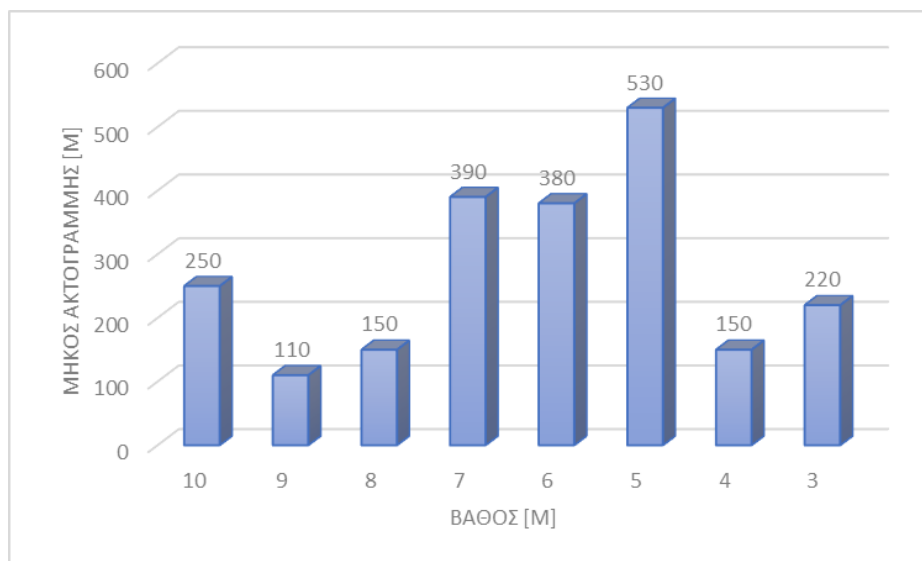
Χωροταξικά

Το λιμάνι της Νάξου έχει χαρακτηριστεί από το Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιώτικης Πολιτικής ως λιμάνι Μείζονος Ενδιαφέροντος, σύμφωνα με τον ΦΕΚ 202/16.02.2007 και αποτελεί ένα σημαντικό λιμάνι-κόμβο για τις Κυκλάδες.



Εικόνα 30: Κάτοψη λιμανιού Νάξου.

Το λιμάνι διαθέτει 1 μεγάλη προβλήτα, όπου χωράει για ταυτόχρονη πρόσδεση έως και 3 μεγάλα επιβατικά πλοία και μία μικρότερη προβλήτα για πρόσδεση μικρότερων επιβατικών πλοίων και σκαφών μεγάλου μήκους. Η συνολική έκταση του λιμανιού είναι τα 26.500 τετραγωνικά μέτρα περίπου με μήκος ακτογραμμής περίπου 2.200 μέτρα. Το βάθος περιμετρικά του λιμανιού κυμαίνεται από 3 έως 10 μέτρα, όπου το μεγαλύτερο μέρος του λιμανιού έχει βάθος περίπου 5-7 μέτρα, ένα μικρό τμήμα έχει βάθος 3 μέτρα σε σημεία του λιμανιού που είναι αποκλειστικά για μικρά σκάφη, ενώ στην προβλήτα για τα μεγάλα επιβατικά πλοία το βάθος φτάνει τα 10 μέτρα. Επιπλέον, στην μαρίνα που σταθμεύουν τα ιδιωτικά και τουριστικά σκάφη το βάθος φτάνει τα 4 με 5 μέτρα. Στο διάγραμμα 16 παρουσιάζεται το μήκος της ακτογραμμής που ανήκει σε κάθε βάθος περιμετρικά του λιμανιού.



Διάγραμμα 16: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Νάξου.

Σύμφωνα με στοιχεία του Λιμενικού Ταμείου Νάξου, οι συνολικές θέσεις ελλιμενισμού σκαφών στο λιμάνι της Νάξου είναι 88. Στην πραγματικότητα μπορούν

να ελλιμενισθούν ταυτόχρονα πάνω από 120 σκάφη, καθώς στα στοιχεία του λιμενικού ταμείου δεν περιλαμβάνονται σκάφη μικρότερα των 8 μέτρων και βάρκες.

Πίνακας 22: Κατηγορίες σκαφών για ελλιμενισμό στο λιμάνι της Νάξου

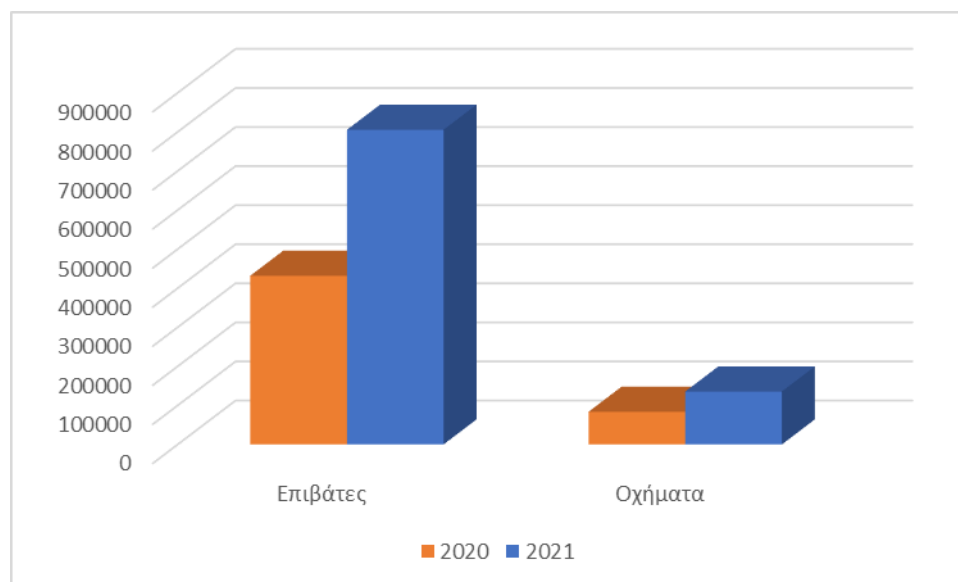
Κατηγορία	Μέσο Πλάτος [m]	Μέσο Μήκος [m]	Αριθμός Θέσεων
II	3,20	8-10	50
III	3,50	10-12	18
IV	4,25	12-15	17
V	5,00	15-18	3

Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Νάξου

Το νησί της Νάξου αποτελεί πόλο έλξης τουριστών, καθώς όπως φαίνεται από στατιστικά στοιχεία του Λιμενικού Ταμείου Νάξου, η επισκεψιμότητα του νησιού έχει διπλασιασθεί με βάσει δεδομένα του 2021 και 2020 και επισημαίνεται ότι έχει διαρκή ανοδική πορεία.

Πίνακας 23: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Νάξου 2020 και 2021.

Νάξος	Επιβάτες		Φορτηγά		Αυτοκίνητα		Δίκυκλα	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Αφίξεις	219.591	405.622	8.336	9.479	28.575	48.157	6.251	8.013
Αναχωρήσεις	212.169	399.578	7.085	8.061	27.382	53.789	6.052	7.890
Σύνολο	431.760	805.200	15.421	17.540	55.957	101.946	12.303	15.903



Διάγραμμα 17: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Νάξου 2020 και 2021.

Όσον αφορά τα έσοδα και τα έξοδα του λιμανιού για το 2021, τα έσοδα ανήλθαν στα **1.615.763,36€**, ενώ τα έξοδα ήταν **1.216.942,26€**.

Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού

Από τα σημαντικότερα στοιχεία που πρέπει να βρίσκονται εντός του λιμανιού για την ηλεκτροδότηση των πλοίων και των σκαφών αποτελούν τα πύλας. Κατά μήκος του κεντρικού λιμανιού της Νάξου έχουν εγκατασταθεί συνολικά 36 σταθμοί παροχής ηλεκτρισμού και νερού για σκάφη και 3 για μεγαλύτερα επιβατικά πλοία. Κάθε σταθμός πύλας διαθέτει 4 θέσεις παροχής ρεύματος (μονοφασικού ή τριφασικού). Οι 36 σταθμοί παροχής ηλεκτρισμού έχουν παροχή ρεύματος 16Α (κάθε σταθμός έχει 4x16Α), ενώ τα 3 που είναι για επιβατικά πλοία έχουν δυνατότητα για παροχή ρεύματος έντασης 32Α. Πέρα από τα πύλας, υπάρχουν στο δημοτικό πάρκινγκ του λιμανιού 2 θέσεις με φορτιστές για ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Στα σημεία που υπάρχουν οι εγκαταστάσεις των πύλας, υπάρχουν 36 πυροσβεστικές φωλιές με σύστημα αντλίας που αναρροφά νερό από το λιμάνι, σε περίπτωση πυρκαγιάς ή ατυχήματος εντός του λιμένα.

Στις εγκαταστάσεις του λιμανιού υπάρχουν και 3 μονάδες αφαλάτωσης με τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης, όπου έχουν δυναμική για μετατροπή έως και 2000 κυβικών μέτρων θαλασσινού νερού σε πόσιμο. Η εγκατάσταση αυτή ανήκει στον δήμο Νάξου, αλλά την διαχειρίζεται και βρίσκεται εντός λιμανιού, οπότε την διαχειρίζεται το Λιμενικό Ταμείο Νάξου.



Εικόνα 31: Θέσεις σταθμών πύλας στο λιμάνι της Νάξου.

Φωτισμός

Λαμπτήρες φωτισμού υπάρχουν κατά μήκος όλου του λιμανιού, ενώ η ισχύς τους δεν είναι ομοιόμορφη, αλλά υπάρχουν λαμπτήρες φωτισμού με 3 διαφορετικά είδη ισχύος. Παράλληλα, ο φωτισμός στις πλατείες του λιμανιού είναι έντονος λευκός, ενώ κατά μήκος της παραλιακής οδού είναι διακριτικός κίτρινος για να ταιριάζει με το παραδοσιακό της πόλης. Για τις τιμές της ισχύος στους λαμπτήρες και τον αριθμό των λαμπτήρων της παραλιακής οδού ισχύει ότι:

- Ισχύος 10W → 14 στύλοι φωτισμού με 2 λάμπες ο καθένας

- Ισχύος 50W → 94 στύλοι φωτισμού με 1 λάμπα ο καθένας
- Ισχύος 80W → 38 στύλοι φωτισμού με 1 λάμπα ο καθένας

Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού

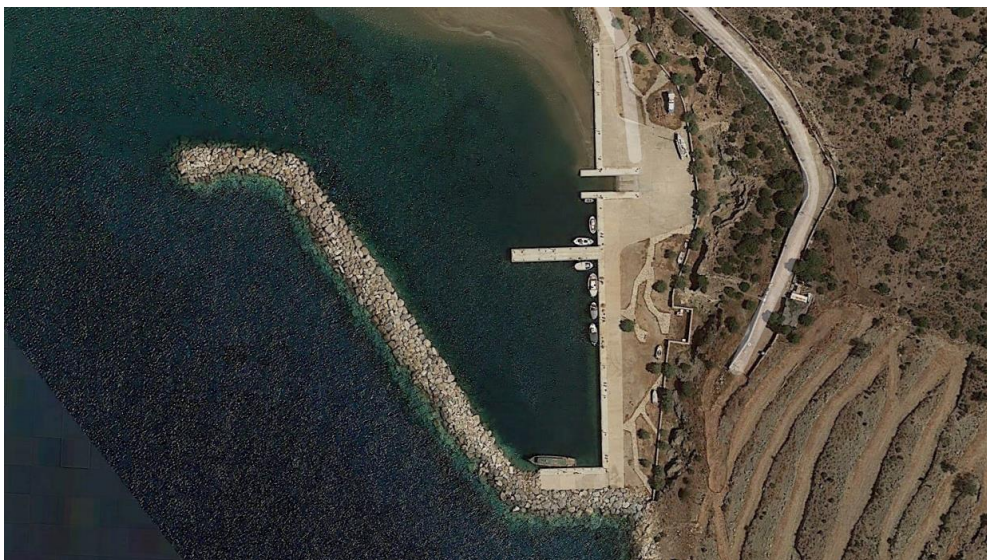
Θέλοντας να μετατρέψουμε το λιμάνι της Νάξου σε ένα πράσινο-έξυπνο λιμάνι είναι απαραίτητες ορισμένες αναβαθμίσεις και προσθήκες στο λιμάνι. Το λιμάνι δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως εμπορικό, καθώς δεν εξυπηρετεί σκοπούς φόρτωσης και εκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων, ενώ τα εμπορεύματα μεταφέρονται με φορτηγά νταλίκες από τα πλοία. Έτσι λοιπόν ο ρόλος του λιμανιού παραμένει κατεξοχήν τουριστικός. Οι προτάσεις που γίνονται και έχουν στόχο την αναβάθμιση του λιμανιού ως ένα λιμάνι 5^{ης} γενιάς.

- Αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση σύγχρονων φωτιστικών συστημάτων τύπου LED, όπου τα φωτιστικά αυτά έχουν την δυνατότητα για διαχείριση του φωτισμού και προσφέρουν εξαιρετικής ποιότητας φωτισμό. Μάλιστα, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι παρέχουν την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας καθώς μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του λιμανιού σε φως με μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση.
- Χρήση και εγκατάσταση περισσότερων φορτιστών για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ηλεκτρικά σκάφη, προκειμένου να μειωθεί το αποτύπωμα του άνθρακα του λιμανιού και να ενισχυθεί ο στόλος του λιμανιού με περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.
- Εκπόνηση «έξυπνης» κυκλοφοριακής κίνησης στο λιμάνι, προκειμένου να γίνεται αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας σε ώρες αιχμής και μείωση του θορύβου που εκπέμπεται από το λιμάνι.
- Ψηφιοποίηση του λιμανιού με χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων και χρήση εφαρμογών τύπου cloud από τον φορέα του λιμανιού για γρήγορο και ακριβή έλεγχο, αλλά και ακριβή και ασφαλή ανταλλαγή δεδομένων εντός του λιμανιού.
- Χρήση συστημάτων ΑΠΕ προκειμένου να μετατραπεί το λιμάνι σε «πράσινο», να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα που έχει το λιμάνι και να έχει την δυνατότητα να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες. Η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ είναι η μοναδική λύση για παραγωγή καθαρής ενέργειας και αξιοποίησης της από το λιμάνι.

4.3 Λιμάνι Καλαντού Νάξου

Χωροταξικά

Το λιμάνι του Καλαντού αποτελεί ένα μικρό λιμάνι στο νότιο κομμάτι της Νάξου, όπου η αξιοποίησή του για σύνδεση της Νάξου με τις μικρές Κυκλάδες αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της τουριστικής αναβάθμισης του νησιού.



Εικόνα 32: Κάτοψη λιμανιού Καλαντού στη Νάξο.

Το λιμάνι διαθέτει 2 μικρές προβλήτες, όπου προς το παρόν προσαράζουν σκάφη και μικρά επιβατικά πλοία (δυναμικότητας λιγότερων των 100 επιβατών) τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως σαν ημερήσιες κρουαζιέρες και για την τουριστική εξερεύνηση του παράκτιου τμήματος της νότιας Νάξου. Η συνολική έκταση του λιμανιού είναι τα 3.500 τετραγωνικά μέτρα περίπου με μήκος ακτογραμμής περίπου 250 μέτρα. Το βάθος περιμετρικά του λιμανιού κυμαίνεται από 1 έως 5 μέτρα, όπου το μεγαλύτερο μέρος του λιμανιού έχει βάθος περίπου 2-3 μέτρα και είναι το κομμάτι της μαρίνας που σταθμεύουν τα ιδιωτικά και τουριστικά σκάφη, ένα μικρό τμήμα έχει βάθος 5 μέτρα για να προσαράζουν τα μικρά επιβατικά πλοία.

Υπάρχον εξοπλισμός και φωτισμός του λιμανιού

Παρά το μικρό του μέγεθος σαν λιμάνι, ο Καλαντός διαθέτει σταθμούς παροχής ρεύματος (πίλλαρς) για τα σκάφη που σταθμεύουν. Κατά μήκος του λιμανιού του Καλαντού είναι εγκαταστημένοι 7 σταθμοί παροχής ηλεκτρισμού και νερού για σκάφη. Κάθε σταθμός πύλαρ διαθέτει 4 θέσεις παροχής ρεύματος (μονοφασικού ή τριφασικού) και έχουν παροχή ρεύματος 16Α (κάθε σταθμός έχει 4x16Α).

Λαμπτήρες φωτισμού υπάρχουν κατά μήκος όλου του λιμανιού, με σταθερή δυναμικότητα ισχύος, ενώ παράλληλα για τον φωτισμό έχει επιλεγθεί στύλοι φωτισμού με μία λάμπα ο καθένας διακριτικού κίτρινου χρώματος, 21 συνολικά σε αριθμό ισχύος 50W.

Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού

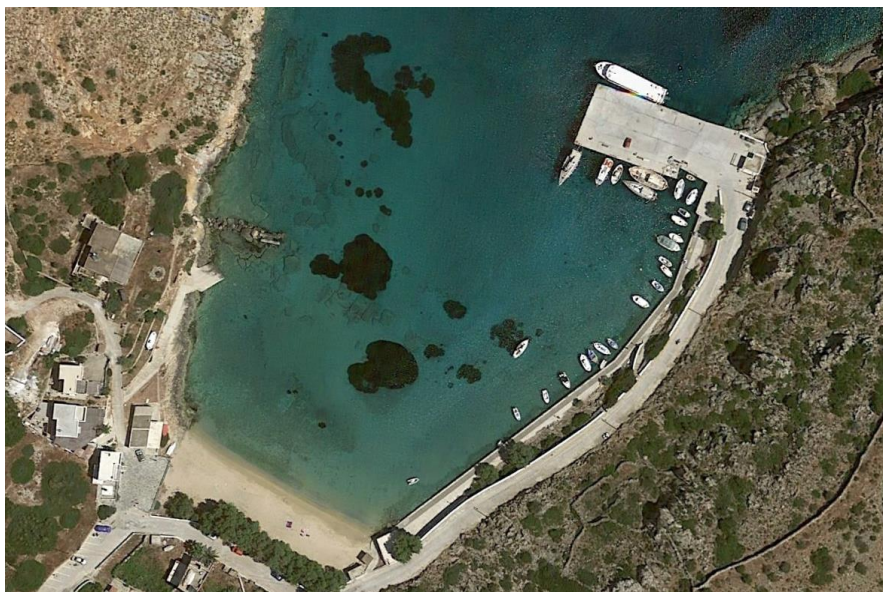
Θέλοντας να αναβαθμίσουμε το λιμάνι του Καλαντού και να το μετατρέψουμε σε λιμάνι 5^{ης} γενιάς, αλλά και κύριο λιμάνι για την ένωση της Νάξου με τις μικρές Κυκλάδες, έχουν γίνει κάποιες προτάσεις για βελτίωση των υποδομών και αναβάθμιση του λιμανιού.

- Αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση σύγχρονων φωτιστικών συστημάτων τύπου LED, όπου τα φωτιστικά αυτά έχουν την δυνατότητα για διαχείριση του φωτισμού και προσφέρουν εξαιρετικής ποιότητας φωτισμό. Μάλιστα, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι παρέχουν την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας καθώς μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του λιμανιού σε φως με μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση.
- Εγκατάσταση φορτιστών για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και σκάφη, προκειμένου να προσελκύονται σκάφη για τον ανεφοδιασμό τους και την φόρτισή τους, και με αυτό τον τρόπο να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα.
- Δημιουργία χώρου αναμονής των επιβατών, κατά τα πρότυπα των ενεργειακά παθητικών κτιρίων (χρήση θερμοπρόσωσης, κάλυψη θερμικών γεφυρών κλπ), έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν λιγότερη η σπατάλη της ενέργειας.
- Τοποθέτηση συστήματος αντλιών και πυροσβεστικών φωλιών κατά μήκος του λιμανιού και της παραλιακής οδού, προκειμένου να είναι ασφαλές το λιμάνι και τα σκάφη σε περίπτωση ατυχήματος/πυρκαγιάς.
- Χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων και εφαρμογών cloud για την ψηφιοποίηση του λιμανιού, καθώς και την ασφαλή συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων εντός του λιμανιού.
- Χρήση συστημάτων ΑΠΕ προκειμένου να μετατραπεί το λιμάνι σε «πράσινο», να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα που έχει το λιμάνι και να έχει την δυνατότητα να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες.

4.4 Λιμάνι Ηρακλείας

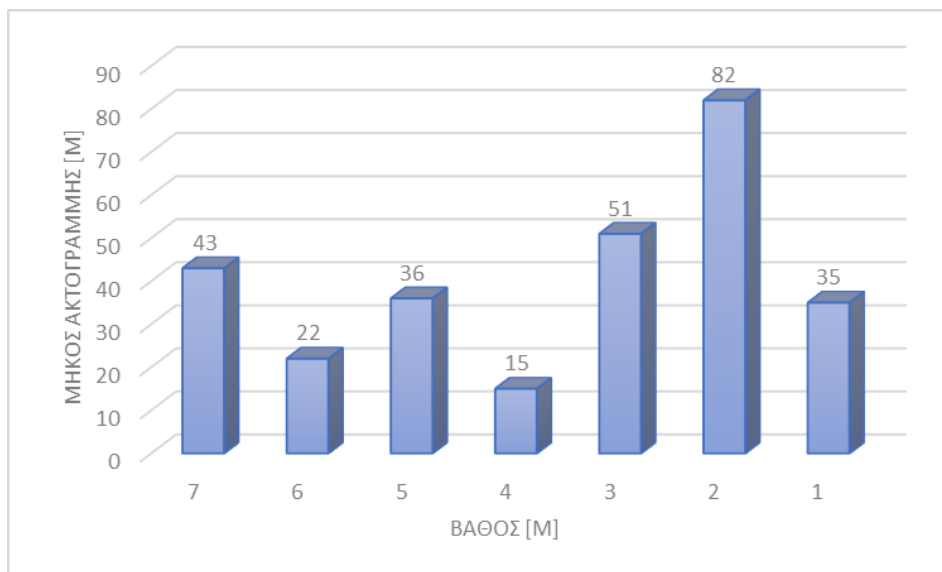
Χωροταξικά

Το λιμάνι της Ηρακλείας θεωρείται από το Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής ως λιμάνι Τοπικού Ενδιαφέροντος (Κατηγορία Κ4), σύμφωνα με τον ΦΕΚ 202/16.02.2007 και αποτελεί την πύλη για την είσοδο στην Ηρακλεία.



Εικόνα 33: Κάτοψη λιμανιού Ηρακλείας.

Το λιμάνι διαθέτει 1 μεγάλη προβλήτα, η οποία έχει την δυνατότητα να φιλοξενεί έως και 2 επιβατικά πλοία ταυτόχρονα, ενώ παράλληλα η περιοχή στάθμευσης των ιδιωτικών σκαφών και βαρκών είναι αρκετά περιορισμένη σε σχέση με άλλα λιμάνια. Η συνολική έκταση του λιμανιού είναι τα 5.100 τετραγωνικά μέτρα περίπου με μήκος ακτογραμμής περίπου 280 μέτρα. Το βάθος περιμετρικά του λιμανιού κυμαίνεται από 1 έως 7 μέτρα. Τριγύρω από την προβλήτα το βάθος είναι από 4 έως 7 μέτρα, ενώ κατά μήκος της παραλιακής οδού όπου σταθμεύουν τα σκάφη το βάθος φτάνει από το 1 μέτρο έως τα 4 μέτρα καθώς το βάθος μειώνεται όσο πλησιάζουμε στην παραλία του Αγίου Γεωργίου. Στο διάγραμμα 18 παρουσιάζεται το μήκος της ακτογραμμής που ανήκει σε κάθε βάθος περιμετρικά του λιμανιού.



Διάγραμμα 18: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Ηρακλείας.

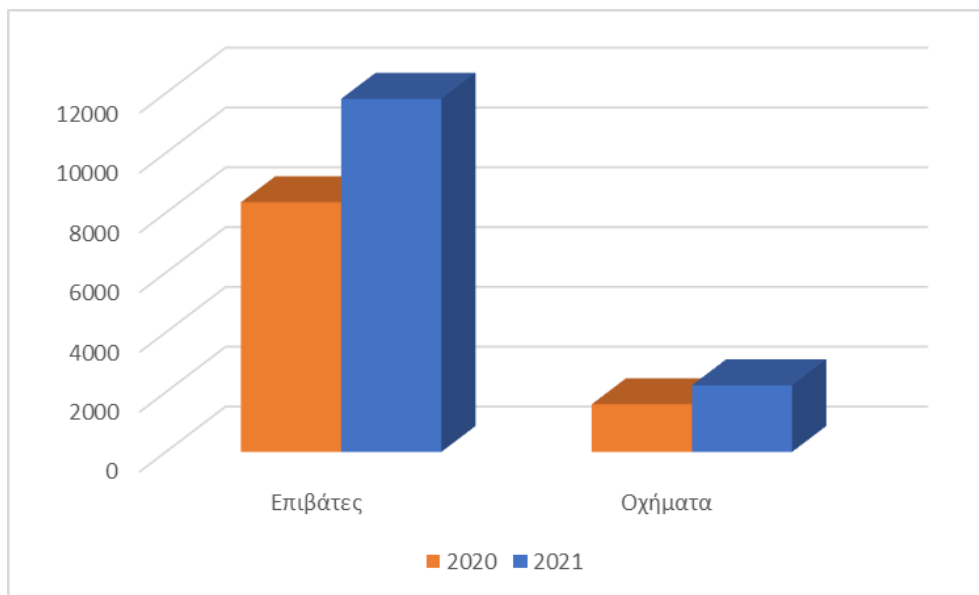
Επειδή το λιμάνι της Ηρακλείας κατά κύριο λόγο έχει μικρό βάθος, έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει έως και 35 μικρά σκάφη/βάρκες ταυτόχρονα στο παραλιακό τμήμα του, ενώ ο χώρος για μεγαλύτερα σκάφη είναι πιο περιορισμένος.

Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Ηρακλείας

Παρόλο που το νησί της Ηρακλείας είναι μικρό σε μέγεθος και δεν δέχεται πολλά επιβατικά πλοία κατά την διάρκεια της μέρας, δέχεται αρκετό κόσμο και τουρίστες κατά την διάρκεια του έτους. Σύμφωνα με στοιχεία του Λιμενικού Ταμείου Νάξου, η επισκεψιμότητα στο νησί είναι ως εξής:

Πίνακας 24: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Ηρακλείας 2020 και 2021.

	Επιβάτες		Φορτηγά		Αυτοκίνητα		Δίκυκλα	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Ηρακλεία								
Αφίξεις	4.027	5.685	126	153	500	735	178	233
Αναχωρήσεις	4.323	6.126	115	147	495	729	180	232
Σύνολο	8.350	11.811	241	300	995	1.464	358	465



Διάγραμμα 19: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Ηρακλείας 2020 και 2021.

Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού

Από τα σημαντικότερα συστήματα που πρέπει να στελεχώνουν ένα λιμάνι για τον ανεφοδιασμό των πλοίων και των σκαφών με ηλεκτρικό ρεύμα και νερό αποτελούν τα πύλας. Κατά μήκος του κεντρικού λιμανιού της Ηρακλείας έχουν εγκατασταθεί συνολικά 5 πύλας, 4 σταθμοί παροχής ηλεκτρισμού και νερού για σκάφη και άλλος ένας για επιβατικά πλοία. Κάθε σταθμός πύλας διαθέτει 4 θέσεις παροχής ρεύματος (μονοφασικού ή τριφασικού), με δυναμικότητα παροχής ρεύματος 16Α (κάθε σταθμός έχει 4x16Α), ενώ αυτό που είναι για επιβατικά πλοία έχει δυνατότητα για παροχή ρεύματος έντασης 32Α.



Εικόνα 34: Θέσεις σταθμών πύλας στο λιμάνι της Ηρακλείας.

Λαμπτήρες φωτισμού υπάρχουν κατά μήκος όλου του λιμανιού και της παραλιακής οδού, με σταθερή δυναμικότητα ισχύος, ενώ παράλληλα για τον φωτισμό έχει επιλεγθεί στύλοι φωτισμού με μία λάμπα ο καθένας διακριτικού κίτρινου χρώματος, 15 περίπου συνολικά σε αριθμό ισχύος 80W.

Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού

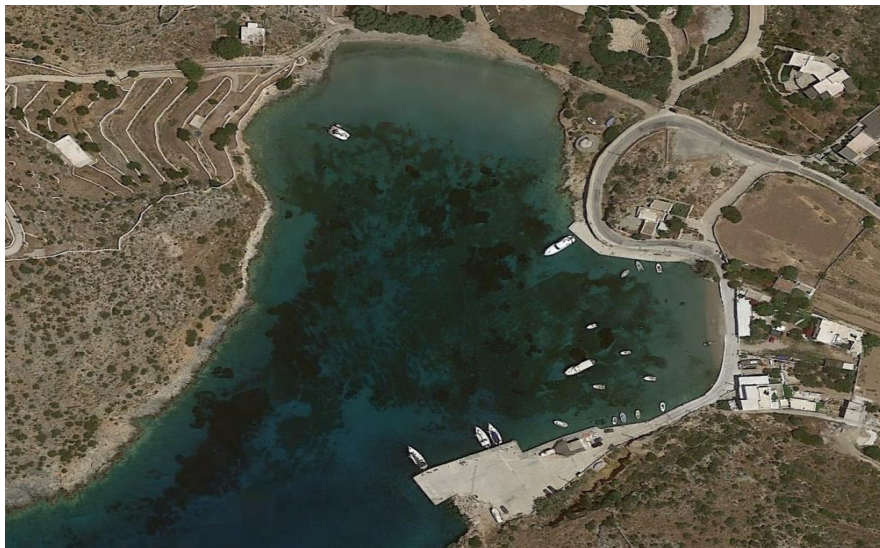
Θέλοντας να μετατρέψουμε το λιμάνι της Ηρακλείας σε ένα πράσινο-έξυπνο λιμάνι είναι απαραίτητες ορισμένες αναβαθμίσεις και προσθήκες στο λιμάνι. Το λιμάνι εξυπηρετεί αποκλειστικά τουριστικούς σκοπούς, ενώ θα αποτελεί και την πρώτη στάση από την ένωση του λιμανιού του Καλαντού με τις Μικρές Κυκλάδες. Οι προτάσεις που γίνονται και έχουν στόχο την αναβάθμιση του λιμανιού ως ένα λιμάνι 5^{ης} γενιάς.

- Αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση σύγχρονων φωτιστικών συστημάτων τύπου LED, όπου τα φωτιστικά αυτά έχουν την δυνατότητα για διαχείριση του φωτισμού και προσφέρουν εξαιρετικής ποιότητας φωτισμό. Μάλιστα, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι παρέχουν την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας καθώς μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του λιμανιού σε φως με μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση.
- Εγκατάσταση σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ηλεκτρικά σκάφη, προκειμένου να μειωθεί το αποτύπωμα του άνθρακα του λιμανιού και να ενισχυθεί ο στόλος του λιμανιού με ορισμένα ηλεκτρικά οχήματα.
- Ψηφιοποίηση του λιμανιού με χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων και χρήση εφαρμογών τύπου cloud από τον φορέα του λιμανιού για γρήγορο και ακριβή έλεγχο, αλλά και ακριβή και ασφαλή ανταλλαγή δεδομένων εντός του λιμανιού.
- Δημιουργία χώρου αναμονής των επιβατών, κατά τα πρότυπα των ενεργειακά παθητικών κτιρίων (χρήση θερμοπρόσωσης, κάλυψη θερμικών γεφυρών κλπ), ώστε να μειωθεί η ενεργειακή σπατάλη.
- Ανακαίνιση του χώρου που στεγάζονται οι υπηρεσίες του λιμένα, κατά τα πρότυπα των ενεργειακά παθητικών κτηρίων.
- Τοποθέτηση συστήματος αντλιών και πυροσβεστικών φωλιών κατά μήκος του λιμανιού και της παραλιακής οδού, προκειμένου να είναι ασφαλές το λιμάνι και τα σκάφη σε περίπτωση ατυχήματος/πυρκαγιάς.
- Χρήση συστημάτων ΑΠΕ προκειμένου να μετατραπεί το λιμάνι σε «πράσινο», να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα που έχει το λιμάνι και να έχει την δυνατότητα να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες. Η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ είναι η μοναδική λύση για παραγωγή καθαρής ενέργειας και αξιοποίησης της από το λιμάνι.

4.5 Το λιμάνι της Σχοινούσας

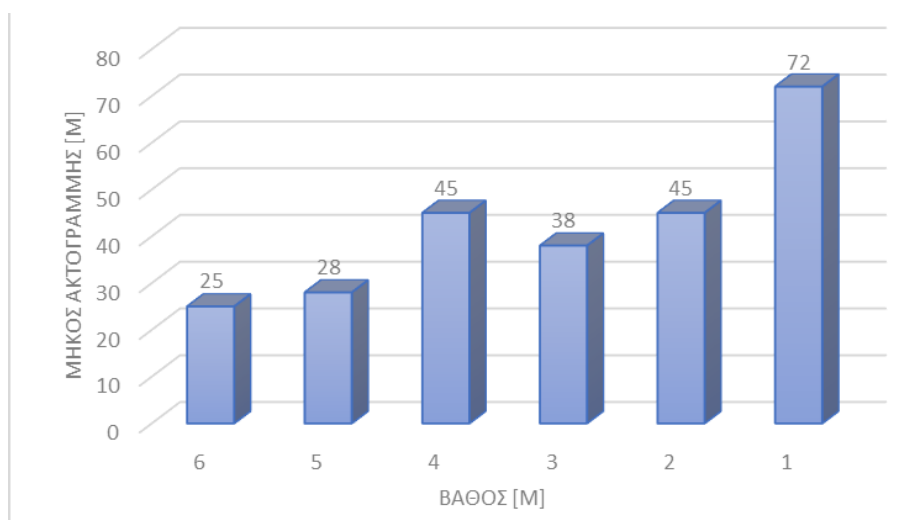
Χωροταξικά

Το λιμάνι της Σχοινούσας θεωρείται από το Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιώτικης Πολιτικής ως λιμάνι Τοπικού Ενδιαφέροντος (Κατηγορία Κ4), σύμφωνα με τον ΦΕΚ 202/16.02.2007 και αποτελεί είσοδο των επισκεπτών στη Σχοινούσα.



Εικόνα 35: Κάτοψη λιμανιού Σχοινούσας.

Το λιμάνι διαθέτει 1 μεγάλη προβλήτα, όπου δίνει την δυνατότητα πρόσδεσης ενός μεγάλου επιβατικού πλοίου την φορά, ενώ διαθέτει δύο αποβάθρες για την πρόσδεση των μικρότερων σκαφών. Η συνολική έκταση του λιμανιού είναι τα 6.200 τετραγωνικά μέτρα περίπου με μήκος ακτογραμμής περίπου 260 μέτρα. Το βάθος περιμετρικά του λιμανιού κυμαίνεται από 1 έως 6 μέτρα. Τριγύρω από την προβλήτα το βάθος είναι από 4 έως 6 μέτρα, ενώ κατά μήκος της παραλιακής οδού όπου σταθμεύουν τα σκάφη το βάθος φτάνει από το 1 μέτρο έως τα 4 μέτρα, όπου υπάρχει και ένα τμήμα όπου το βάθος του λιμένα είναι μηδενικό, καθώς αποτελεί το τμήμα που εισάγονται τα σκάφη και οι βάρκες στην θάλασσα. Στο διάγραμμα 20 παρουσιάζεται το μήκος της ακτογραμμής που ανήκει σε κάθε βάθος περιμετρικά του λιμανιού.



Διάγραμμα 20: Αντιστοιχία βάθους με μήκος ακτογραμμής περιμετρικά του λιμανιού της Σχοινούσας.

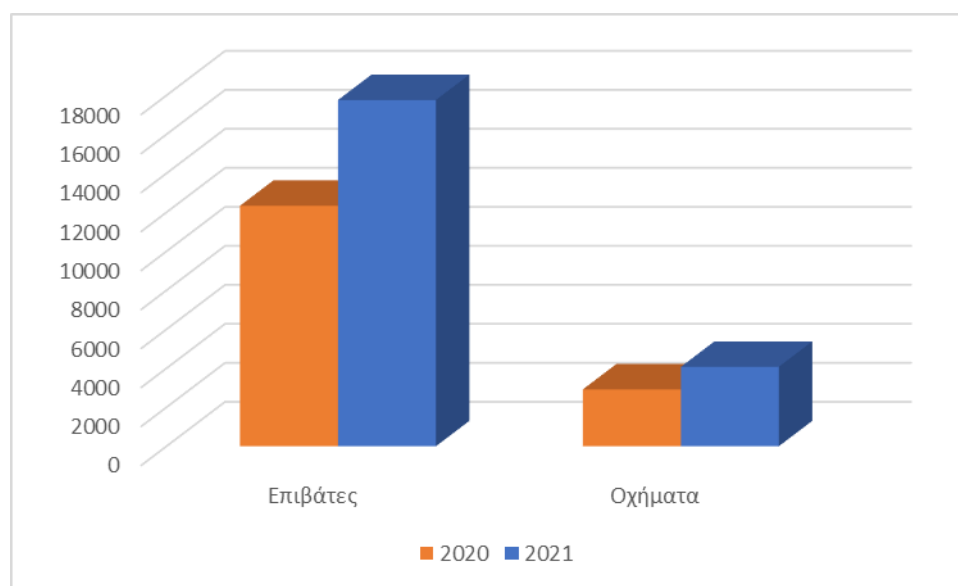
Το λιμάνι της Σχοινούσας, όπως και της Ηρακλειάς, το μεγαλύτερο τμήμα του είναι με μικρό βάθος, έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει γύρω στα 5 μεγαλύτερα σκάφη (μήκους άνω των 15 μέτρων), ενώ μπορούν να φιλοξενηθούν έως και 30 με 35 μικρότερα σκάφη/βάρκες ταυτόχρονα στο παραλιακό τμήμα του.

Ναυτιλιακή κίνηση Λιμανιού Σχοινούσας

Η Σχοινούσα, όπως και η Ηρακλειά, παρόλο που είναι νησιά μικρά σε μέγεθος και δεν δέχονται πολλά επιβατικά πλοία κατά την διάρκεια της μέρας, δέχεται αρκετό κόσμο και τουρίστες κατά την διάρκεια του έτους. Σύμφωνα με στοιχεία του Λιμενικού Ταμείου Νάξου, η επισκεψιμότητα στο νησί είναι ως εξής:

Πίνακας 25: Στατιστικά στοιχεία αφίξεων/αναχωρήσεων λιμανιού Σχοινούσας 2020 και 2021.

	Επιβάτες		Φορτηγά		Αυτοκίνητα		Δίκυκλα	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Ηρακλειά								
Αφίξεις	5.916	8.660	229	288	932	1.425	273	320
Αναχωρήσεις	6.421	9.100	242	308	943	1.380	298	352
Σύνολο	12.337	17.760	471	596	1.875	2.805	571	672

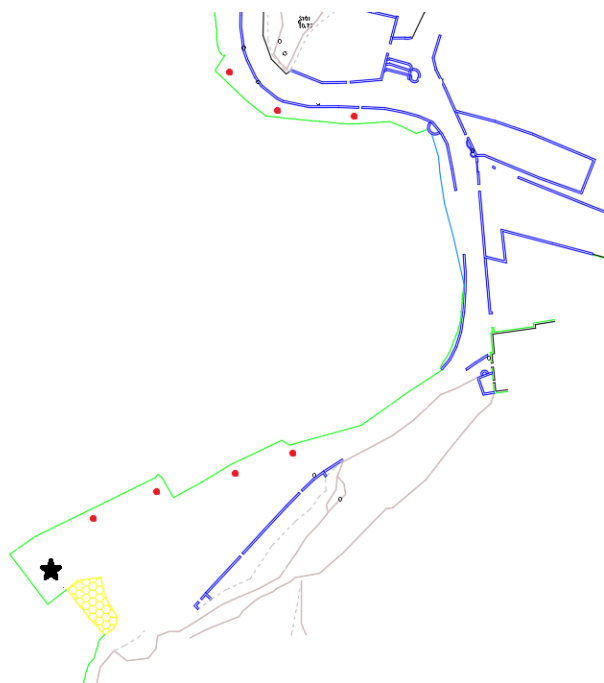


Διάγραμμα 21: Αφίξεις και αναχωρήσεις επιβατών/οχημάτων στο λιμάνι της Σχοινούσας 2020 και 2021.

Υπάρχον εξοπλισμός και τεχνολογίες του λιμανιού

Από τα σημαντικότερα συστήματα που πρέπει να στελεχώνουν ένα λιμάνι για τον ανεφοδιασμό των πλοίων και των σκαφών με ηλεκτρικό ρεύμα και νερό αποτελούν τα πύλλαρς. Κατά μήκος του λιμανιού και της παραλιακής οδού της Σχοινούσας έχουν εγκατασταθεί συνολικά 7 πύλλαρς, δηλαδή σταθμοί παροχής ηλεκτρισμού και νερού για σκάφη και άλλος ένας για επιβατικά πλοία. Κάθε σταθμός πύλλαρ διαθέτει 4 θέσεις παροχής ρεύματος (μονοφασικού ή τριφασικού), με

δυναμικότητα παροχής ρεύματος 16Α (κάθε σταθμός έχει 4x16Α), ενώ αυτό που είναι για επιβατικά πλοία έχει δυνατότητα για παροχή ρεύματος έντασης 32Α.



Εικόνα 36: Θέσεις σταθμών πύλαρ στο λιμάνι της Σχοινούσας.

Λαμπτήρες φωτισμού υπάρχουν κατά μήκος όλου του λιμανιού και της παραλιακής οδού, με σταθερή δυναμικότητα ισχύος, ενώ παράλληλα για τον φωτισμό έχει επιλεγεί στύλοι φωτισμού με μία λάμπα ο καθένας διακριτικού κίτρινου χρώματος, 35 συνολικά σε αριθμό ισχύος 80W.

Προτάσεις για αναβάθμιση του λιμανιού

Θέλοντας να μετατρέψουμε το λιμάνι της Σχοινούσας σε ένα πράσινο-έξυπνο (5^{ης} γενιάς) λιμάνι είναι απαραίτητες ορισμένες αναβαθμίσεις και προσθήκες στο λιμάνι, οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές του λιμανιού της Ηρακλείας.

- Αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση σύγχρονων φωτιστικών συστημάτων τύπου LED, όπου τα φωτιστικά αυτά έχουν την δυνατότητα για διαχείριση του φωτισμού και προσφέρουν εξαιρετικής ποιότητας φωτισμό. Μάλιστα, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι παρέχουν την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας καθώς μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του λιμανιού σε φως με μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση.
- Εγκατάσταση σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ηλεκτρικά σκάφη, προκειμένου να μειωθεί το αποτύπωμα του άνθρακα του λιμανιού και να ενισχυθεί ο στόλος του λιμανιού με ορισμένα ηλεκτρικά οχήματα.
- Ψηφιοποίηση του λιμανιού με χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων και χρήση εφαρμογών τύπου cloud από τον φορέα του λιμανιού για γρήγορο και ακριβή έλεγχο, αλλά και ακριβή και ασφαλή ανταλλαγή δεδομένων εντός του λιμανιού.
- Ανακαίνιση χώρου αναμονής των επιβατών και των κτιρίων που στεγάζουν τις υπηρεσίες του λιμανιού, κατά τα πρότυπα των ενεργειακά παθητικών κτιρίων

(χρήση θερμοπρόσωψης, κάλυψη θερμικών γεφυρών κλπ), ώστε να μειωθεί η ενεργειακή σπατάλη.

- Τοποθέτηση συστήματος αντλιών και πυροσβεστικών φωλιών κατά μήκος του λιμανιού και της παραλιακής οδού, προκειμένου να είναι ασφαλές το λιμάνι και τα σκάφη σε περίπτωση ατυχήματος/πυρκαγιάς.
- Χρήση συστημάτων ΑΠΕ προκειμένου να μετατραπεί το λιμάνι σε «πράσινο», να γίνει μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα που έχει το λιμάνι και να έχει την δυνατότητα να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες. Η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ είναι η μοναδική λύση για παραγωγή καθαρής ενέργειας και αξιοποίησης της από το λιμάνι.

4.6 Στόχος ένωσης Νάξου – Ηρακλειάς – Σχοινούσας.

Το νησί της Νάξου αποτελεί κόμβο για την τουριστική και εμπορική κίνηση των πλοίων στις Κυκλάδες, καθώς αποτελεί το μεγαλύτερο σε έκταση νησί των Κυκλάδων (429.785 km²), με πληθυσμός 19.812 κατοίκους (απογραφή 2021) και βρίσκεται στο κέντρο των Κυκλάδων. Καθώς βρίσκεται σε ευνοϊκή θέση, συνδέεται με σχεδόν όλα τα νησιά τριγύρω της. Τα νησιά των μικρών Κυκλάδων που θα μελετηθούν, η Σχοινούσα (έκταση 8.144 km² – πληθυσμός 256 κάτοικοι) και η Ηρακλειά (έκταση 18.078 km² – πληθυσμός 157 κάτοικοι) ανήκουν στον Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων και διαθέτουν καθημερινή σύνδεση με το λιμάνι της Νάξου, με ενδοκυκλαδικό επιβατικό πλοίο το οποίο έχει ένα δρομολόγιο την ημέρα από το λιμάνι της Νάξου, ενώ από το λιμάνι του Πειραιά υπάρχει πλοίο που έχει 3 δρομολόγια την εβδομάδα για τα νησιά αυτά, μέσω Νάξου. Η χιλιομετρική απόσταση των λιμανιών Νάξου – Σχοινούσας είναι 20 ναυτικά μίλια, ενώ το λιμάνι της Νάξου απέχει από το λιμάνι της Ηρακλειάς 18 ναυτικά μίλια.

Πίνακας 26: Πληροφορίες νησιών Νάξου, Σχοινούσας, Ηρακλειάς.

Νησιά	Έκταση [km ²]	Πληθυσμός	Δρομολόγια Πλοίων από το λιμάνι της Νάξου	Λεπτά από λιμάνι της Νάξου [λεπτά]	Απόσταση από λιμάνι της Νάξου [ναυτ. μίλια]
Νάξος	429.785	19.812	-	-	-
Σχοινούσα	8.144	256	Καθημερινά 1	50	20
Ηρακλειά	18.078	157	Καθημερινά 1	90	18

Η απόσταση μεταξύ των νησιών δεν είναι μεγάλη, βέβαια για τους ταξιδιώτες που ξεκινούν από το λιμάνι του Πειραιά το ταξίδι τους διαρκεί έως και 8 ώρες, αλλά θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά εφόσον αξιοποιόταν μία μικρή μαρίνα που

βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Νάξου, στην περιοχή του Καλαντού. Ο Καλαντός αποτελεί έναν μικρό οικισμό στη νότια πλευρά του νησιού, όχι πολύ ανεπτυγμένη καθώς αποτελείται από μερικά μόνο σπίτια, εστιατόρια-ταβέρνες και ξενοδοχεία. Απέχει περίπου 45 χιλιόμετρα από την πόλη της Νάξου και υπάρχει ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο από την πόλη και από τα χωριά της Νάξου προς αυτόν. Η χιλιομετρική απόσταση μεταξύ του λιμανιού του Καλαντού και των νησιών είναι 5 ναυτικά μίλια με την Ηρακλειά και 5,5 ναυτικά μίλια με την Σχοινούσα. Στην εικόνα 37 παρουσιάζονται οι θαλάσσιοι οδοί από το λιμάνι της Νάξου (με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή) και από το λιμάνι του Καλαντού (με πράσινη συνεχή γραμμή) με προορισμούς τα λιμάνια της Σχοινούσας και Ηρακλειάς.



Εικόνα 37: Δρομολόγιο προς Σχοινούσα και Ηρακλειά από το λιμάνι της Νάξου και το λιμάνι του Καλαντού.

Η εδραίωση του λιμανιού του Καλαντού ως τουριστικό λιμάνι για την ένωση της Νάξου με την Ηρακλειά και την Σχοινούσα αποτελεί σημαντικό βήμα για την αναβάθμιση του νησιού. Βασικοί στόχοι της υλοποίησης αυτού του έργου είναι οι εξής:

- Μείωση απόστασης συνεπάγεται και μείωση ωρών ταξιδιού. Η απόσταση του λιμανιού του Καλαντού από τα νησιά Ηρακλειά και Σχοινούσα είναι 5 και 5,5 ναυτικά μίλια (σημαντικά μικρότερη σε σχέση με το κεντρικό λιμάνι της Νάξου που ήταν 18 και 20 αντίστοιχα).

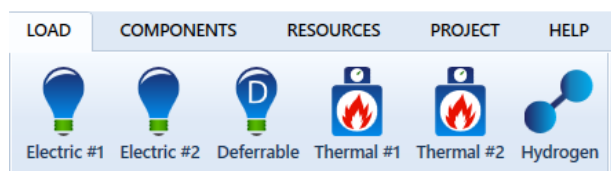
- Μείωση αποτυπώματος άνθρακα από τα πλοία, καθώς η απόσταση μειώνεται στο $\frac{1}{4}$ της ήδη υπάρχουσας. Οπότε, τα επιβατικά πλοία θα καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα.
- Περισσότερα δρομολόγια μέσα στην ημέρα για εξυπηρέτηση μεγαλύτερου πλήθους επιβατών, καθώς και δυνατότητα επιστροφής τους την ίδια μέρα. Έτσι τα νησιά αυτά θα δέχονται περισσότερο επισκέπτες.
- Ανάπτυξη τουρισμού και στο νότιο και κεντρικό τμήμα της Νάξου, καθώς για την μετάβαση στην περιοχή του Καλαντού, οι επισκέπτες να περνούν από το κεντρικό τμήμα της Νάξου.
- Με την ύπαρξη και λειτουργία του λιμανιού αυτού, θα είναι δυνατή η μεταφορά έκτακτων περιστατικών και κατά τους χειμερινούς μήνες, καθώς μετά της τουριστική περίοδο τα δρομολόγια παύουν να είναι καθημερινά.

5. Κεφάλαιο 5^ο: Μοντελοποίηση – Ανάλυση περιπτώσεων

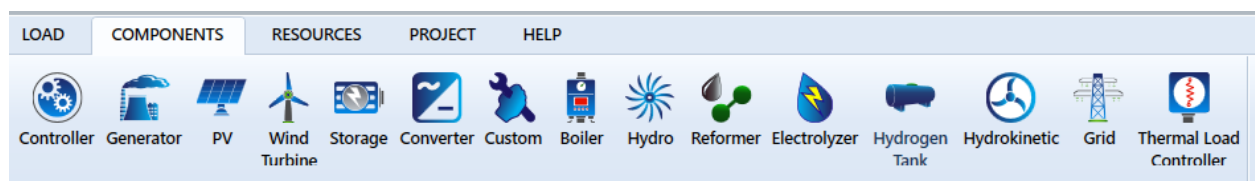
5.1 Εισαγωγή στο λογισμικό HomerPro

Στην παρούσα διπλωματική, το υπολογιστικό κομμάτι θα γίνει με χρήση του λογισμικού HomerPro (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources). Το λογισμικό HomerPro αποτελεί ένα πρότυπο λογισμικό βελτιστοποίησης συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας και βοηθάει στο σχεδιασμό συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μοντελοποιεί την φυσική συμπεριφορά και το κόστος κύκλου ζωής (συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των συστημάτων), καθώς και συγκρίνει διάφορα μοντέλα με οικονομικά και τεχνικά κριτήρια. Δίνει την δυνατότητα για επιλογή του δικτύου και των εφαρμογών που θα χρησιμοποιηθούν και αφορούν την αξιοποίηση των φυσικών πόρων. Η γραμμή εργαλείων του αποτελείται από: Τα φορτία που εισάγονται, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται, του πόρους που αξιοποιούνται και το project. [69] Το λογισμικό μπορεί να μοντελοποιήσει οποιαδήποτε συστήματα τα οποία μπορεί να αποτελούνται από:

- Φωτοβολταϊκά πάνελ
- Ανεμογεννήτριες
- Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα
- Γεννήτριες βιομάζας
- Παλινδρομικούς κινητήρες – Γεννήτριες
- Μικρογεννήτριες κυψέλες καυσίμου
- Μπαταρίες
- Αποθήκευση υδρογόνου



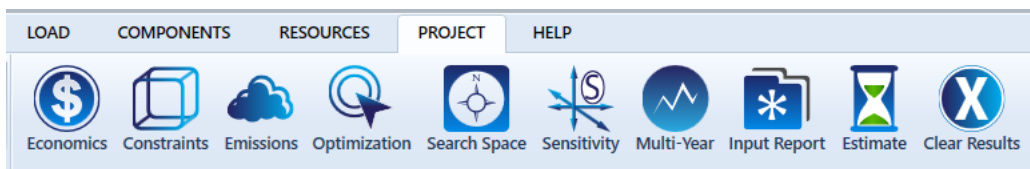
Εικόνα 38: Καρτέλα για τα φορτία λογισμικού HomerPro.



Εικόνα 39: Καρτέλα για τα συστήματα που εντάσσονται στα project στο λογισμικό.



Εικόνα 40: Καρτέλα για την ένταξη φυσικών πόρων.



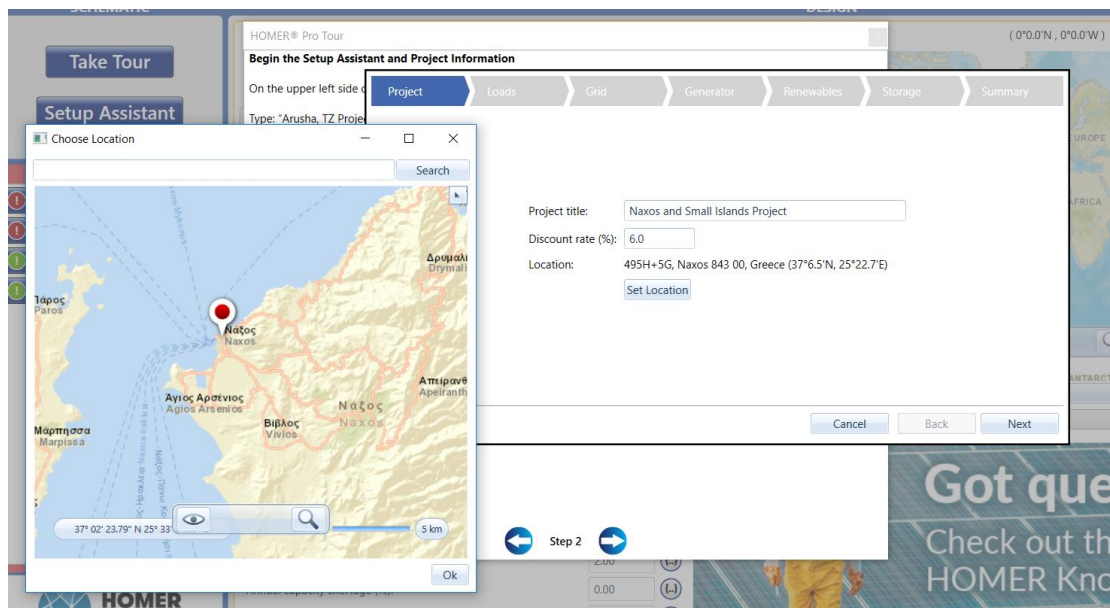
Εικόνα 41: Καρτέλα για το project του λογισμικού.

Σε σχέση με άλλα λογισμικά που υπάρχουν, τα οποία χρησιμοποιούν χρονοσειρές για ανάλυση της λειτουργίας τους, το HomerPro είναι πιο απλό στην λειτουργία του και πιο λεπτομερές στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων του, καθώς δίνει περισσότερες δυνατότητες ανάλυσης των συστημάτων.

Το λογισμικό δίνει την δυνατότητα ένταξης της ακριβής τοποθεσίας όπου θα εγκατασταθεί το έργο όπως φαίνεται παρακάτω, και στην συνέχεια τα βήματα για ένταξη των φορτίων, επιλογής κατάλληλου χρονοδιαγράμματος (σχετικά με την διακύμανση των φορτίων, όπου δίνει ορισμένα προκατασκευασμένα χρονοδιαγράμματα, αλλιώς έχουμε την δυνατότητα να καθορίσουμε εμείς την κατανομή των φορτίων κατά την διάρκεια της μέρας. Στην συνέχεια ακολουθούν τα κομμάτια της συνδεσιμότητας του έργου στο δίκτυο (ή αν προβλέπεται για κάποιο αυτόνομο δίκτυο) και η επιλογή των τεχνολογιών ΑΠΕ. Παράλληλα, δίνει την δυνατότητα για επιλογή αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες ή προσφορά της ενέργειας αυτής στο δίκτυο. Τέλος, μας συνοψίζει όλες τις επιλογές που θέσαμε προκειμένου να γίνει επαλήθευσή τους.

Κατά την διαδικασία της προσομοίωσης το Homer μοντελοποιεί την λειτουργία ενός συστήματος χρησιμοποιώντας όλους τους ενεργειακούς υπολογισμούς που έχουν γίνει για κάθε μια από τις 8.760 ώρες ενός έτους. Για κάθε ώρα, το Homer συγκρίνει την ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με την αντίστοιχη ωριαία παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Το Homer υπολογίζει τη διαθέσιμη ισχύ από ανανεώσιμες πηγές τις συγκρίνει με το ηλεκτρικό φορτίο και αποφασίζει πως θα γίνει η διαχείριση της πλεονάζουσας ενέργειας ή πως θα πραγματοποιηθεί η καλύτερη παραγωγή της. Επιπλέον καθορίζει αν το προτεινόμενο σύστημα ικανοποιεί τους περιορισμούς που τίθενται από τον χρήστη σε όρους συνολικής απαίτησης ηλεκτρικής ενέργειας, παραγόμενης ισχύος από ανανεώσιμες πηγές.

Μετά την διαδικασία προσομοίωσης όλων των πιθανών συνδυασμών των συστημάτων ενέργειας, ακολουθεί η διαδικασία της βελτιστοποίησης κατά την οποία το HomerPro επιδεικνύει έναν κατάλογο συνδυασμών που ταξινομούνται σύμφωνα με το καθαρό παρόν κόστος, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει σύγκριση των επιλογών που έχουν γίνει προκειμένου να υιοθετηθεί το κατάλληλο σύστημα ενέργειας. Η ταξινόμηση των συστημάτων ενέργειας είναι πλήρης, δηλαδή έχουν εξεταστεί και αποτυπωθεί όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί εφικτών συστημάτων. Για το Homer το βέλτιστο σύστημα είναι αυτό που ικανοποιεί τους περιορισμούς που τίθενται από το χρήστη και αποδίδει το μικρότερο συνολικό καθαρό κόστος αξίας (total net present cost) που περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες και τα έσοδα που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του έργου και την προεξόφληση των μελλοντικών ταμειακών ροών. Στόχος της βελτιστοποίησης είναι ο καθορισμός της βέλτιστης τιμής κάθε μεταβλητής απόφασης που τίθεται από το χρήστη. Ως μεταβλητές απόφασης σε ένα σύστημα φωτοβολταϊκών για παράδειγμα μπορεί να είναι το μέγεθος των φωτοβολταϊκών. [69]



Εικόνα 42: Προβολή βημάτων για την προσθήκη δεδομένων στο λογισμικό.

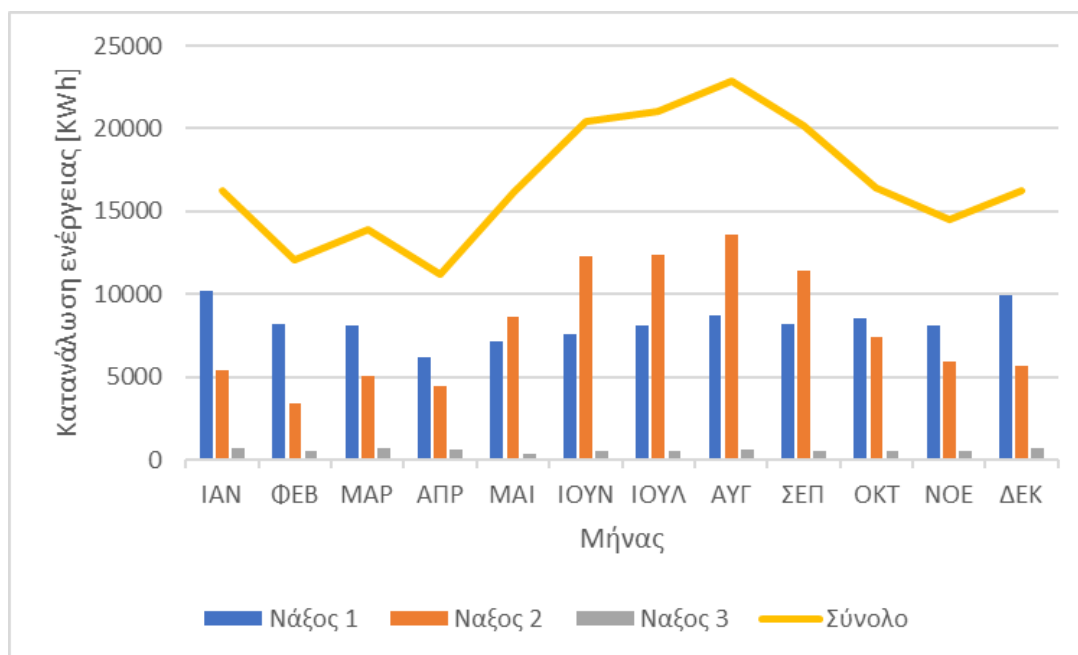
Στην συνέχεια, το λογισμικό ακολουθεί ένα δικό του αλγόριθμο, ο οποίος μπορεί να του προσδιορίσει το χαμηλότερο καθαρό κόστος ανάλογα με την περιοχή και τα φορτία που έχουν εισαχθεί. Το λογισμικό χρησιμοποιεί τα δεδομένα κλίμακας (scale data) για τους υπολογισμούς του. Τα αποτελέσματα καταγράφονται με μορφή πινάκων, αλλά και με χρήση διαγραμμάτων, ενδεικτικά είναι:

- Ωριαίες χρονοσειρές
- Μηνιαίες εκτιμήσεις για την ζήτηση
- Προφίλ ανά ώρα και ανά μέρα του μήνα
- Ιστογράμματα ζήτησης
- Καμπύλη διάρκειας

5.2 Φορτία των λιμανιών για ένα έτος

Τα δεδομένα για την ενεργειακή κατανάλωση των λιμανιών δόθηκαν από τον αρμόδιο λιμενικό φορέα, το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Νάξου, που είναι υπεύθυνο και για τα τρία λιμάνια. Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ, όπως υπολογίζονται από τα ρολόγια της ΔΕΗ σε κάθε λιμάνι, για το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2021 έως και τον Νοέμβριο του 2022.

Όσον αφορά το λιμάνι της Νάξου, επειδή αποτελεί μεγαλύτερο λιμάνι από τα άλλα δύο, είναι χωρισμένο σε 3 μέρη με ένα ρολόι της ΔΕΗ για καθένα από αυτά. Οι καταναλώσεις φαίνονται ανά μήνα στο παρακάτω διάγραμμα και εμφανίζεται ελάχιστη κατανάλωση ρεύματος τον Απρίλη και περίπου 12000 KWh και μήνας με μέγιστη κατανάλωση ο Αύγουστος με περίπου 22000 KWh συνολικά. Παρατηρείται ότι του καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει ιδιαίτερη αύξηση της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος, κάτι το οποίο οφείλεται στην τουριστική σεζόν, ενώ μάλιστα τις πιο φανερές διακυμάνσεις τις έχει το 2^ο ρολόι του λιμανιού, ενώ τα άλλα δύο κυμαίνονται σε πιο στενά πλαίσια.



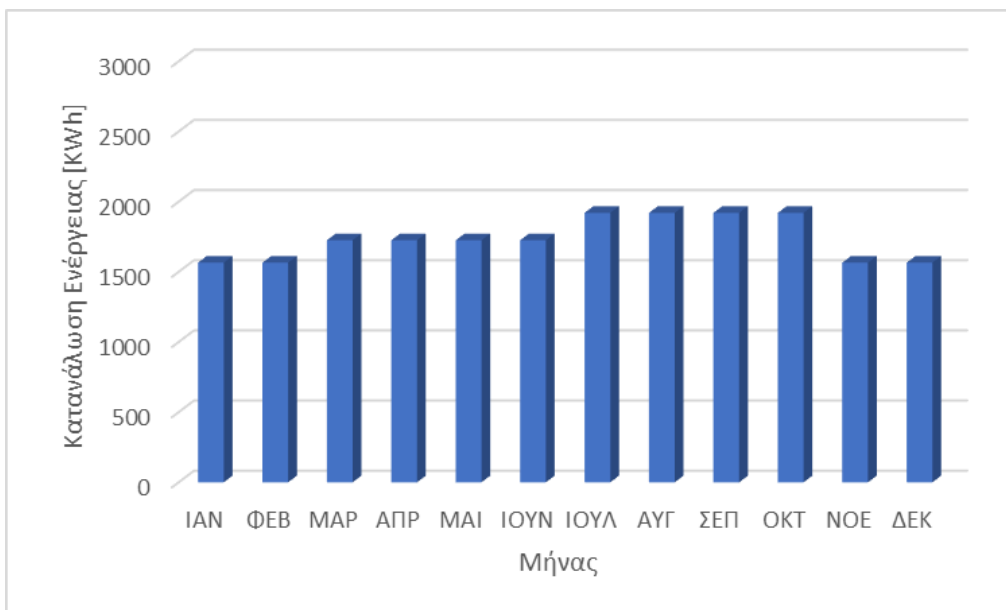
Διάγραμμα 22: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού της Νάξου ανά μήνα.

Για τα άλλα δύο νησιά (Ηρακλειά και Σχοινούσα), τα φορτία που καταναλώνονται είναι παρόμοια μεταξύ τους, καθώς και το μέγεθος των λιμανιών της Σχοινούσας και της Ηρακλειάς είναι περίπου το ίδιο, όπως και τα συστήματα που περιέχονται σε αυτά. Τα δεδομένα που είχαμε για τα νησιά αυτά ήταν λογαριασμοί τετράμηνου για το λιμάνι της Σχοινούσας σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 27: Ηλεκτρικές καταναλώσεις λιμανιού Σχοινούσας ανά τετράμηνο.

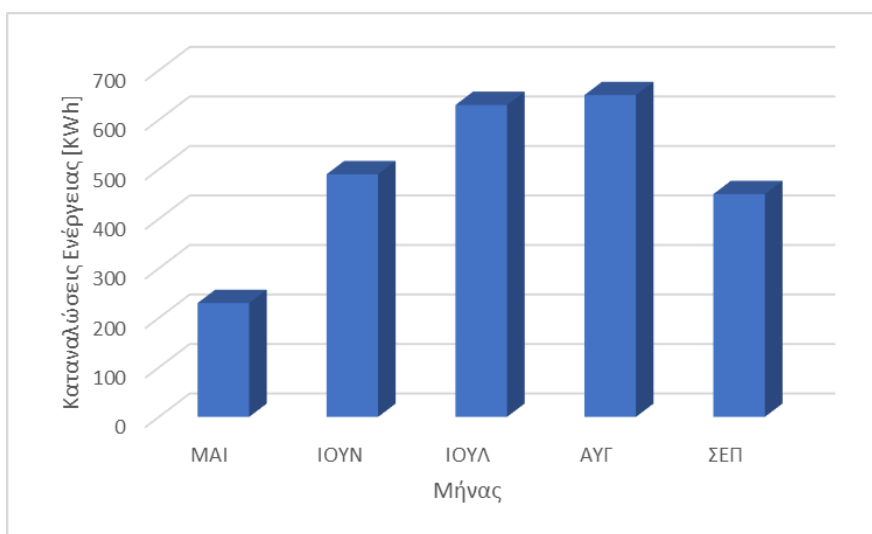
	Λιμάνι Σχοινούσας
Νοέμβριος – Φεβρουάριος	6261 KWh
Μάρτης – Ιούνιος	6900 KWh
Ιούλιος – Οκτώβρης	7681 KWh

Μετατρέποντας τις τετράμηνες καταναλώσεις ρεύματος σε μηνιαίες, θεωρούμε ότι για κάθε μήνα από τους 4 του λογαριασμού υπάρχει σταθερή κατανάλωση ρεύματος, οπότε προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα. Φαίνεται ότι η διακύμανση των καταναλώσεων είναι πιο ήπια σε σχέση με την περίπτωση του λιμανιού της Νάξου, ίσως διότι αποτελεί μικρότερο λιμάνι, έχει μικρότερες ανάγκες σε ρεύμα και σε σχέση με το λιμάνι της Νάξου δεν έχει την ίδια επισκευσιμότητα.



Διάγραμμα 23: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού της Σχοινούσας ανά μήνα.

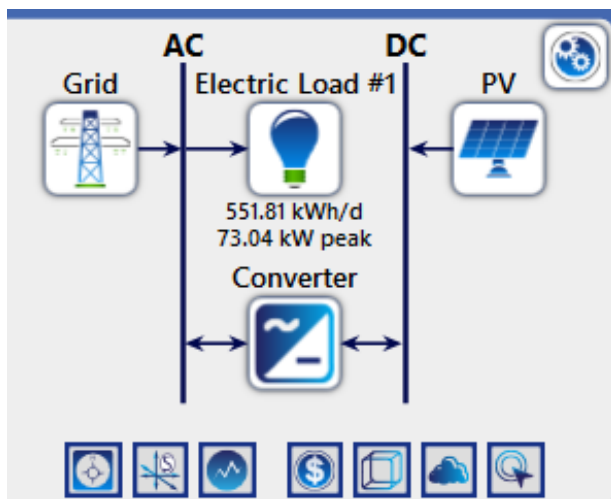
Για το λιμάνι του Καλαντού, φορτία βρέθηκαν μόνο για την περίοδο του Μαΐου μέχρι και τον Σεπτέμβρη, τα οποία είναι σημαντικά μικρότερα από αυτά του κεντρικού λιμανιού της Νάξου και δεν είναι παρόμοια αλλά μπορούν να συγκριθούν με αυτά των 2 άλλων νησιών. Οι καταναλώσεις, λοιπόν, του λιμανιού είναι φανερές στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 24: Ηλεκτρικές καταναλώσεις του λιμανιού του Καλαντού.

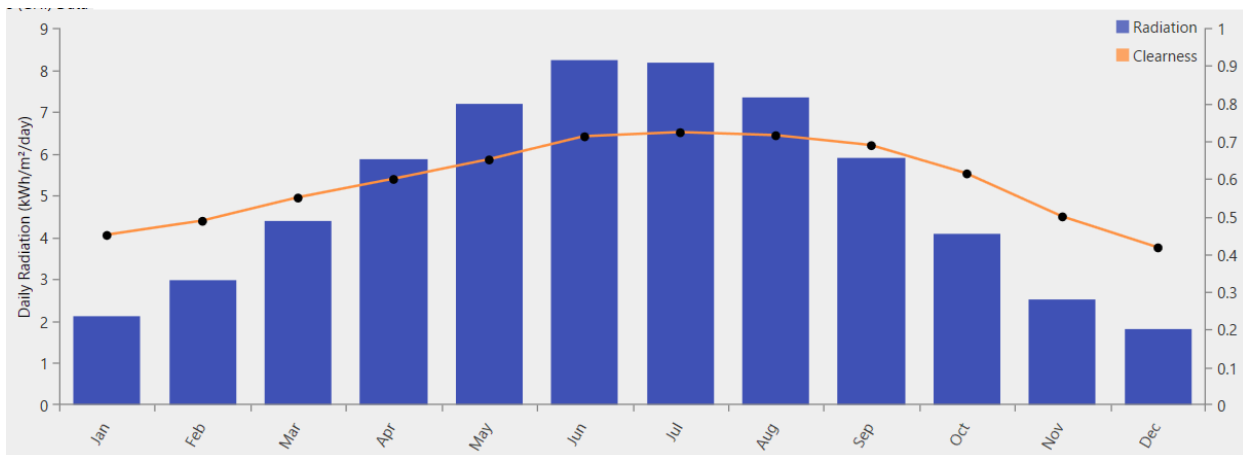
5.3 Μελέτη περίπτωσης φωτοβολταϊκών

Αρχικά γίνεται μελέτη για την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών των λιμανιών. Το λιμάνι παίρνει το ηλεκτρικό ρεύμα από το δίκτυο και από τα φωτοβολταϊκά πάνελ, χωρίς την χρήση κάποιου συστήματος αποθήκευσης ενέργειας, όπως για παράδειγμα μπαταριών.



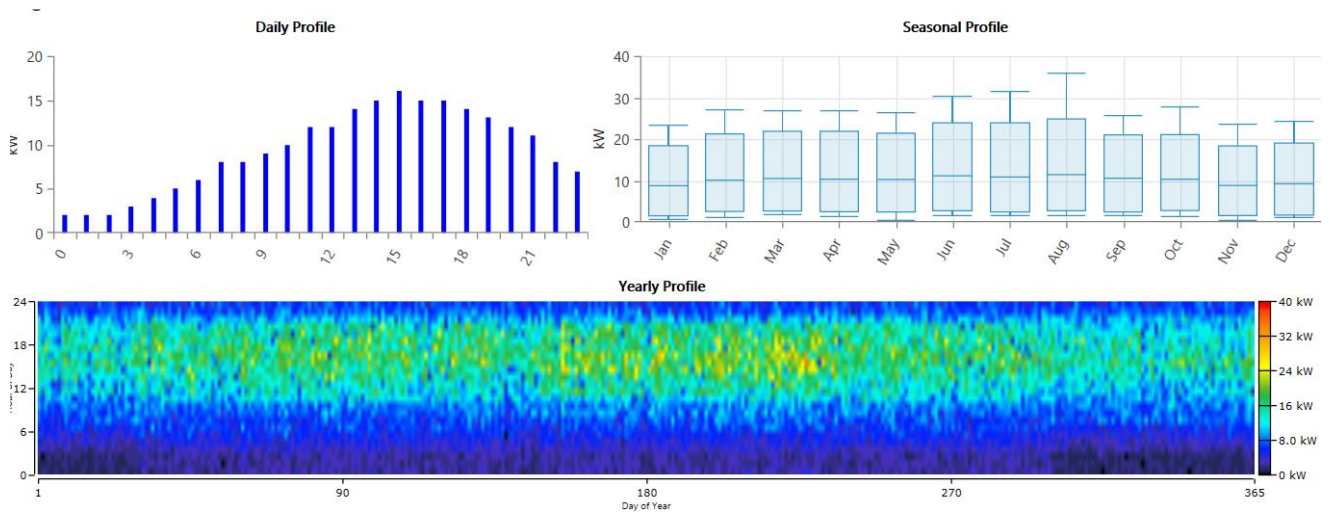
Εικόνα 43: Μοντελοποιημένο σύστημα για τα λιμάνια (ΦΒ).

Το προφίλ που επιλέχθηκε για την κατανομή των φορτίων κατά την διάρκεια της ημέρας είναι το προφίλ μιας τυπικής κοινωνίας (community), καθώς όλες οι ενέργειες του λιμανιού γίνονται στο διάστημα 9:00 – 22:00, ενώ τις υπόλοιπες ώρες γίνεται τυπική κατανάλωση (φωτισμός, παροχή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω πιλλαρς). Το προφίλ της Νάξου όσον αφορά τα ηλιακά φορτία δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο είναι επικυρωμένο από το λογισμικό και το NASA Prediction of Worldwide Energy Resource database.



Διάγραμμα 25: Ηλιακά φορτία στο νησί της Νάξου.

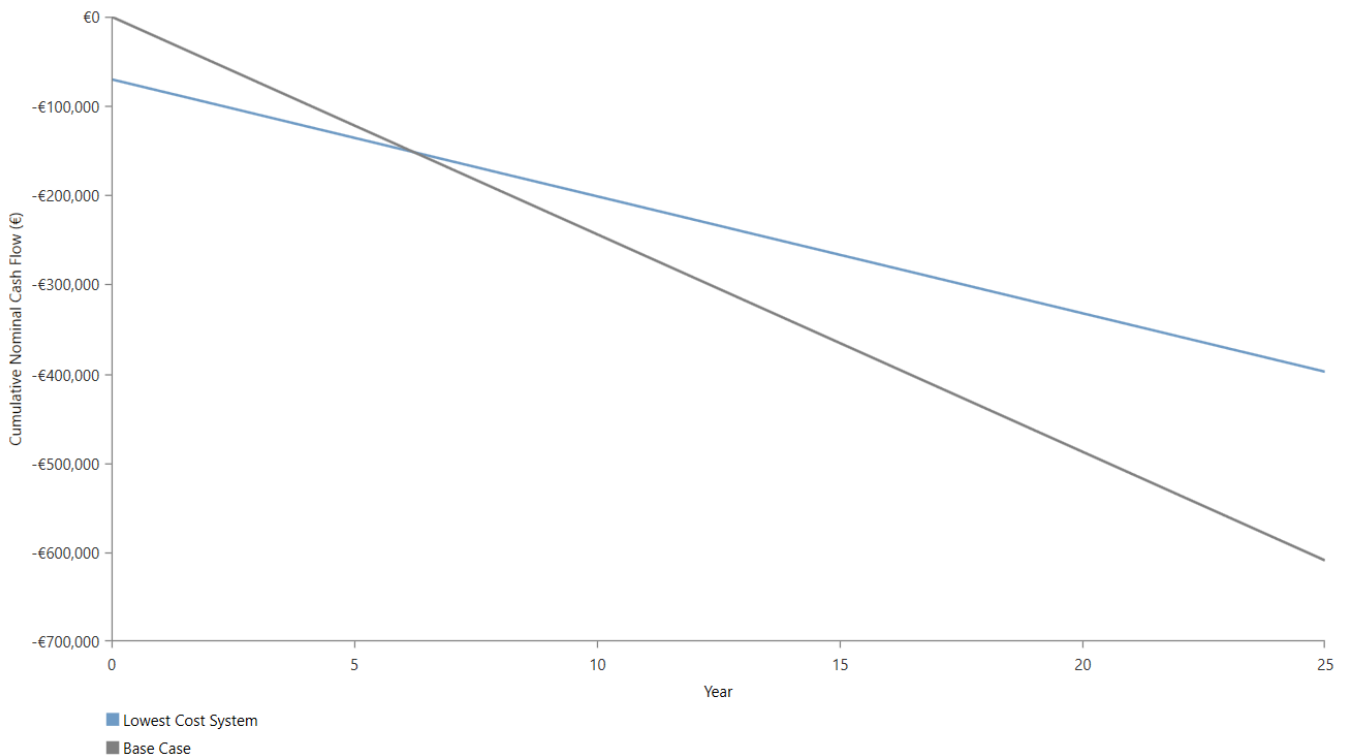
Οι ανάγκες του λιμανιού σε ρεύμα φαίνονται παρακάτω, όπου παρατηρείται ότι υπάρχει ιδιαίτερη αύξηση των φορτίων κατά του καλοκαιρινούς μήνες και πιο ανοιχτά-θερμά χρώματα συνάπτονται τις ώρες αιχμής, δηλαδή τους τουριστικούς μήνες από τις 9:00 έως τις 22:00 περίπου, ενώ τους υπόλοιπους μήνες από το χρονικό διάστημα 12:00 με 22:00.



Διάγραμμα 26: Ανάγκες σε ρεύμα του λιμανιού κατά την διάρκεια του χρόνου.

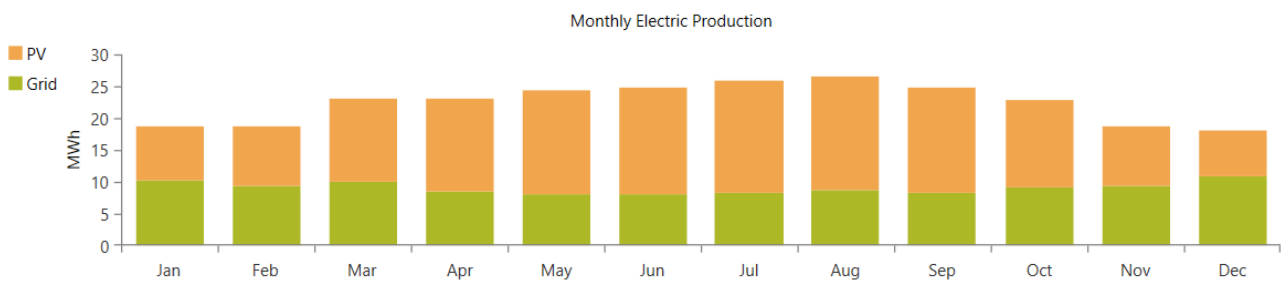
Για το λιμάνι της Νάξου

Τα δεδομένα έχουν τεθεί στο πρόγραμμα σε τρεις μορφές: μέση ωριαία ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια (kW/m^2), μηνιαία μέση ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια ($\text{kW}/\text{m}^2/\text{day}$) ή ως μέσος μηνιαίος συντελεστής καθαρότητας. Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 551,81 KWh την ημέρα και έχει δυναμικότητα 22,99 KW. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σε διάγραμμα η οικονομική σύγκριση του φωτοβολταικού συστήματος που έχεις τεθεί σε σχέση με την μη ύπαρξή του (δηλαδή να παίρνει ρεύμα μόνο από το δίκτυο).



Διάγραμμα 27: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταικών συστημάτων.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από το φωτοβολταϊκό σύστημα. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται του χειμερινούς μήνες που υπάρχει λιγότερη ηλιοφάνεια, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα και το δίκτυο είναι περίπου 59,5% με 40,5% αντίστοιχα.

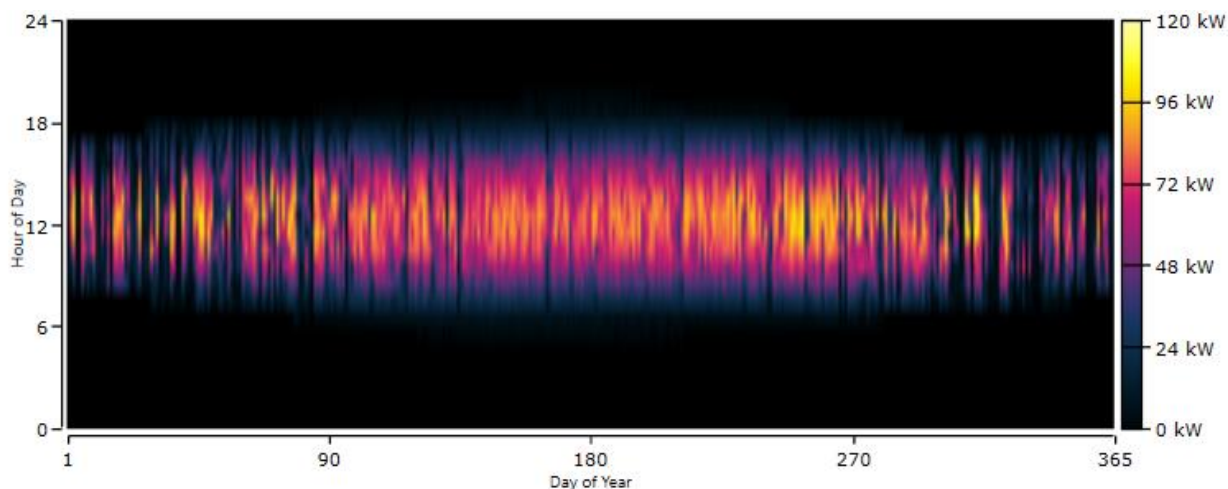


Διάγραμμα 28: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Νάξος)

Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια. Η μέση ισχύς εμφανίζεται τόσο χαμηλή, διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας δεν βρίσκεται σε λειτουργία.

Πίνακας 28: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι της Νάξου.

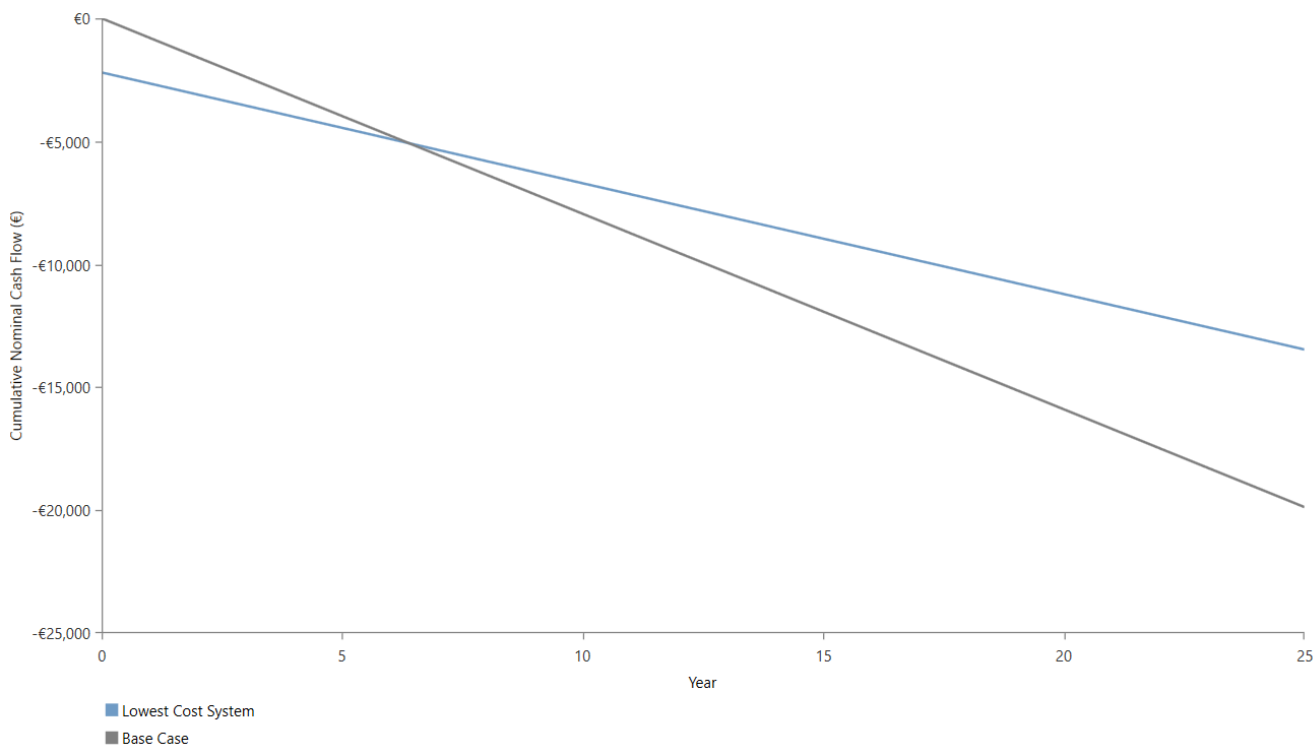
	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	99,2	KW
Μέση Ισχύς	18,3	KW
Μέση Ισχύς	440	KWh/day
Μέγιστη Ισχύς	99,2	KW
Βαθμός Απόδοσης	18,5	%
Συνολική παραγωγή	160.493	KWh/yr
Ωρες μηδενικής παραγωγής	4.376	hr/year



Διάγραμμα 29: Παροχή ισχύος από το φωτοβολταϊκό σύστημα.

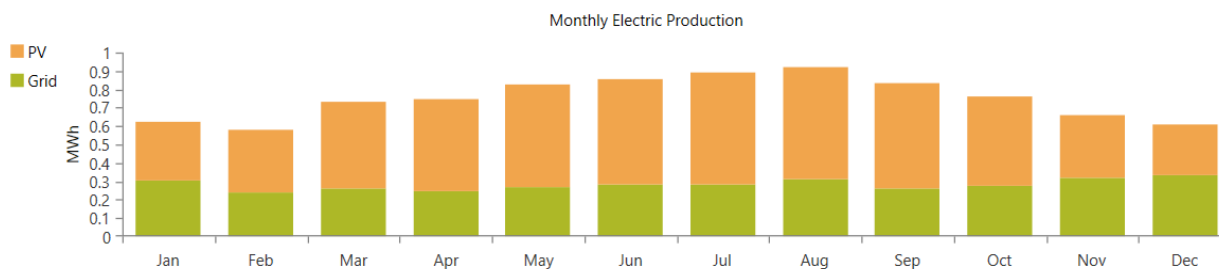
Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου

Τα δεδομένα έχουν τεθεί στο πρόγραμμα σε τρεις μορφές: μέση ωριαία ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια (kW/m²), μηνιαία μέση ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια (kW/m²/day) ή ως μέσος μηνιαίος συντελεστής καθαρότητας, παρόμοια με αυτά του κεντρικού λιμανιού της Νάξου. Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 18 KWh την ημέρα και έχει δυναμικότητα 2,77 KW. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σε διάγραμμα η οικονομική σύγκριση του φωτοβολταϊκού συστήματος που έχει τεθεί σε σχέση με την μη ύπαρξή του (δηλαδή να παίρνει ρεύμα μόνο από το δίκτυο).



Διάγραμμα 30: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από το φωτοβολταϊκό σύστημα. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται του χειμερινούς μήνες που υπάρχει λιγότερη ηλιοφάνεια, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα και το δίκτυο είναι περίπου 63% με 37% αντίστοιχα.



Διάγραμμα 31: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Καλαντός)

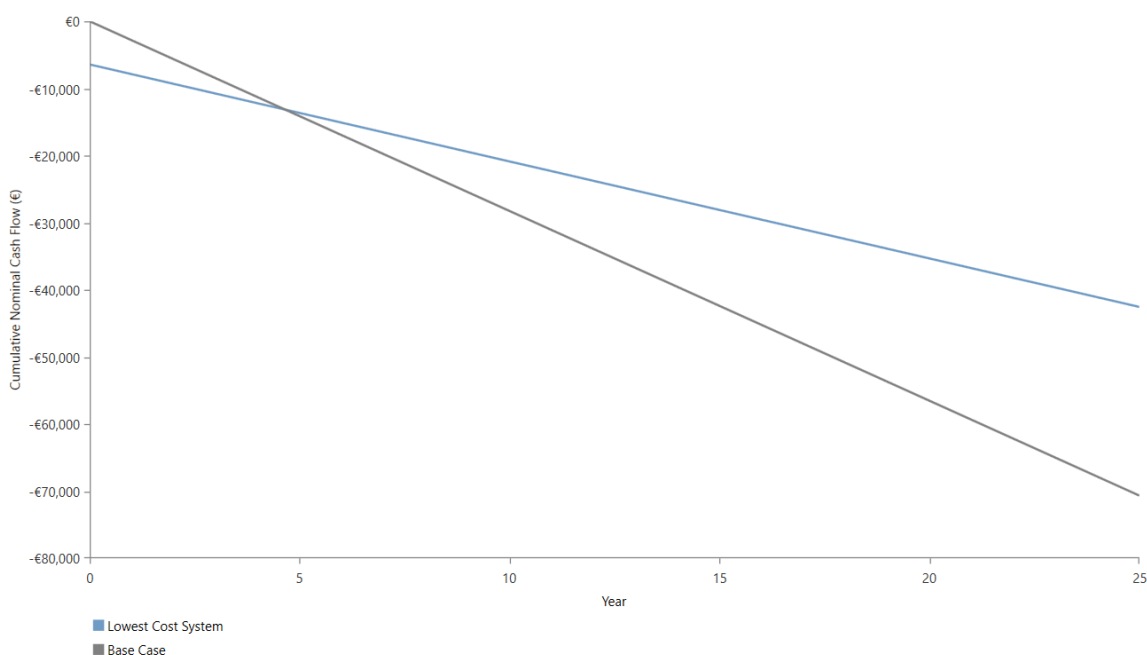
Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια. Η μέση ισχύς εμφανίζεται τόσο χαμηλή, διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας δεν βρίσκεται σε λειτουργία.

Πίνακας 29: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου.

	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	3,33	KW
Μέση Ισχύς	0,64	KW
Μέση Ισχύς	17,5	KWh/day
Μέγιστη Ισχύς	3,46	KW
Βαθμός Απόδοσης	19,3	%
Συνολική παραγωγή	6.382	KWh/yr
Ωρες μηδενικής παραγωγής	4.374	hr/year

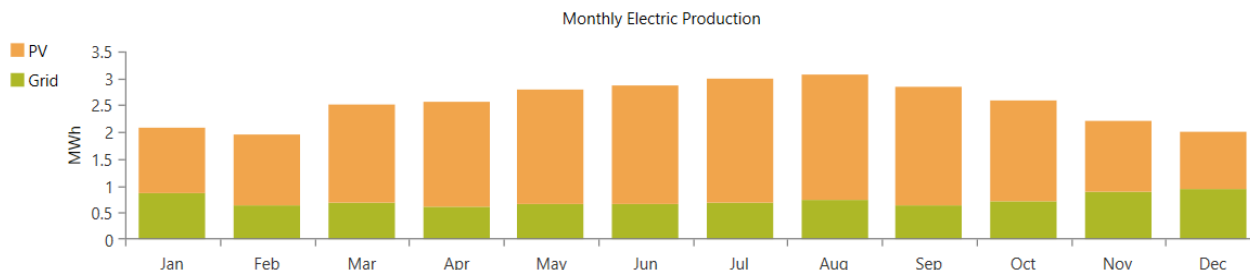
Για τα λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς

Τα δεδομένα έχουν τεθεί στο πρόγραμμα σε τρεις μορφές: μέση ωριαία ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια (kW/m²), μηνιαία μέση ηλιακή ακτινοβολία στην οριζόντια επιφάνεια (kW/m²/day) ή ως μέσος μηνιαίος συντελεστής καθαρότητας, παρόμοια με αυτά των προηγούμενων περιπτώσεων. Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 64 KWh την ημέρα και έχει δυναμικότητα 12,9 KW. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σε διάγραμμα η οικονομική σύγκριση του φωτοβολταϊκού συστήματος που έχεις τεθεί σε σχέση με την μη ύπαρξή του (δηλαδή να παίρνει ρεύμα μόνο από το δίκτυο).



Διάγραμμα 32: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς για την περίπτωση ή μη παρουσίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από το φωτοβολταϊκό σύστημα. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται του χειμερινούς μήνες που υπάρχει λιγότερη ηλιοφάνεια, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα και το δίκτυο είναι περίπου 63% με 37% αντίστοιχα.



Διάγραμμα 33: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και φωτοβολταϊκό σύστημα. (Σχοινούσα/Ηρακλεία)

Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια. Η μέση ισχύς εμφανίζεται τόσο χαμηλή, διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας δεν βρίσκεται σε λειτουργία.

Πίνακας 30: Δεδομένα φωτοβολταϊκού συστήματος για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας.

	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	12,9	KW
Μέση Ισχύς	2,59	KW
Μέση Ισχύς	63,7	KWh/day
Μέγιστη Ισχύς	12,9	KW
Βαθμός Απόδοσης	19,3	%
Συνολική παραγωγή	23.250	KWh/yr
Ωρες μηδενικής παραγωγής	4.373	hr/year

Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών

Ορισμένα σημαντικά στοιχεία που χρειάζεται να αναφερθούν για κάθε περίπτωση αποτελούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά, τα οποία θα αποτυπωθούν σε πίνακα.

- IRR – Internal Rate of Return → Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης γνωστός με τα αρχικά IRR (Internal rate of return) είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο (εσωτερική αποδοτικότητα) με το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Δηλαδή η άθροιση των καθαρών χρηματοροών όλου του χρονικού ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης είναι ίση με το μηδέν.
- ROI – Return of Investment → Η απόδοση την επένδυσης είναι η ετήσια εξοικονόμηση του κόστους, σε σχέση με την αρχική επένδυση.

- PBP – Pay Back Period → Αποτελεί τον αριθμό των χρόνων που χρειάζεται η ταμειακή ροή προκειμένου να αλλάξει το πρόσημό της από αρνητικό σε θετικό και να έχουμε κέρδος.
- LCOE – Levelized Cost of Energy → Αποτελεί το μέτρο του μέσου καθαρού παρόντος κόστους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ορίζεται ως το μέσο κόστος ανά KWh χρήσιμης παραγόμενης ενέργειας.
- Cash Flow → Ο όρος χρηματοροή ή ταμειακή ροή (Cash flow) αναφέρεται στο χρηματικό ποσό που εισέρχεται ή εξέρχεται σε μια δεδομένη χρονική στιγμή από την επιχείρηση που θα επενδύσει στο σύστημα ΑΠΕ.
- NPC – Net Present Cost → Η καθαρή παρούσα αξία γνωστή με τα αρχικά NPC (Net Present Cost) εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες, που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν όλων των καθαρών χρηματοροών κάθε έτους (διαφορά των μελλοντικών ταμειακών εισροών ή εσόδων και εκροών ή εξόδων) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης.

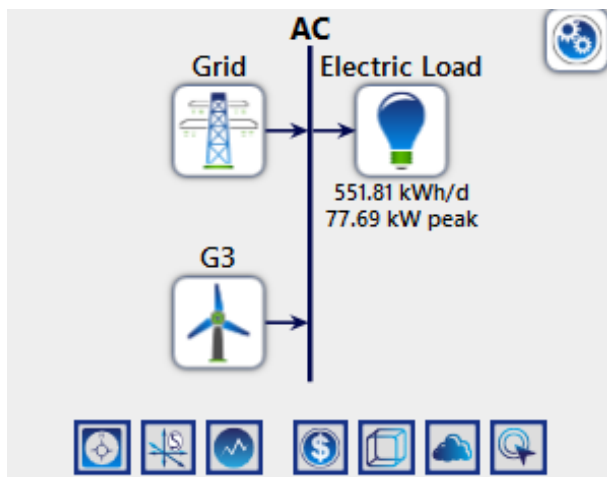
Πίνακας 31: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά (ΦΒ).

	Νάξος	Σχοινούσα/ Ηρακλειά	Καλαντός	Μονάδες
IRR	15,6	21	14,8	%
NPC	239.618	24.903	9.625	€
ROI	12	17	11	%
PBP	6,23	4,7	6.65	Years
LCOE	0,0710	0,0640	0,0884	€/KWh
Αρχικό Κεφάλαιο	~70.000	~6.500	~2.500	€
Διείσδυση ΑΠΕ	59	71	63	%

Παρατηρείται ότι και οι τρεις περιπτώσεις είναι συμφέρουσες καθώς έχουν γρήγορη απόσβεση, χωρίς όμως να εμφανίζεται στην συνέχεια κέρδος, αλλά απλά να εξοικονομούνται χρήματα. Παρατηρείται ότι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία παρέχουν πολύ καλή και συμφέρουσα αναλογία για την διείσδυση των συστημάτων ΑΠΕ στην ενεργειακή κάλυψη των λιμανιών.

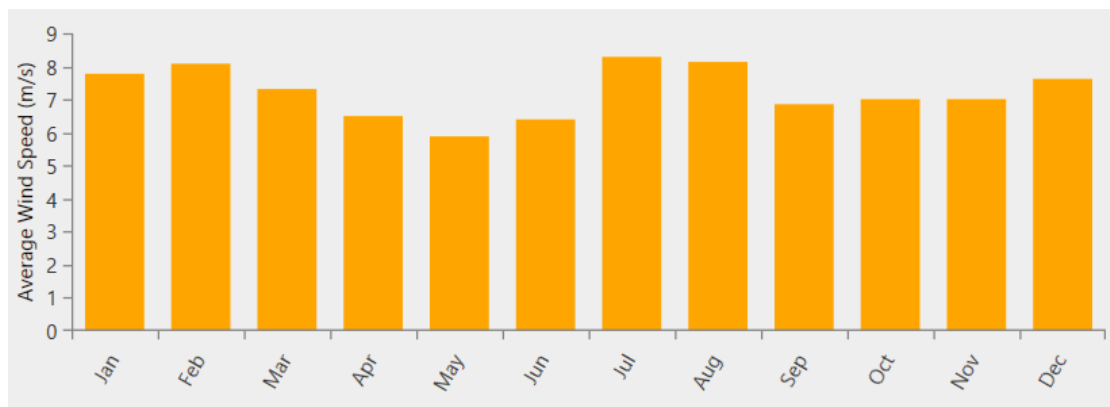
5.4 Μελέτη περίπτωσης αιολικών

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μελέτη για την εγκατάσταση μικρού αριθμού ανεμογεννητριών για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών των λιμανιών. Στην περίπτωση αυτή το λιμάνι θα παίρνει το ηλεκτρικό ρεύμα από το δίκτυο και από τα το αιολικό πάρκο, χωρίς την χρήση κάποιου συστήματος αποθήκευσης ενέργειας, όπως για παράδειγμα μπαταριών.



Εικόνα 44: Μοντελοποιημένο σύστημα για τα λιμάνια (αιολικά).

Όπως και στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάνελ, το προφίλ που επιλέχθηκε για την κατανομή των φορτίων κατά την διάρκεια της ημέρας είναι το προφίλ μιας τυπικής κοινωνίας (community), καθώς όλες οι ενέργειες του λιμανιού γίνονται στο διάστημα 9:00 – 22:00, ενώ τις υπόλοιπες ώρες γίνεται τυπική κατανάλωση (φωτισμός, παροχή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω πύλων). Το προφίλ της Νάξου σχετικά με το αιολικό δυναμικό δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο είναι επικυρωμένο από το λογισμικό και το NASA Prediction of Worldwide Energy Resource database. Παράλληλα, αναφέρεται ότι οι ανάγκες του λιμανιού σε ρεύμα είναι οι ίδιες που μελετήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, όπου έγινε χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

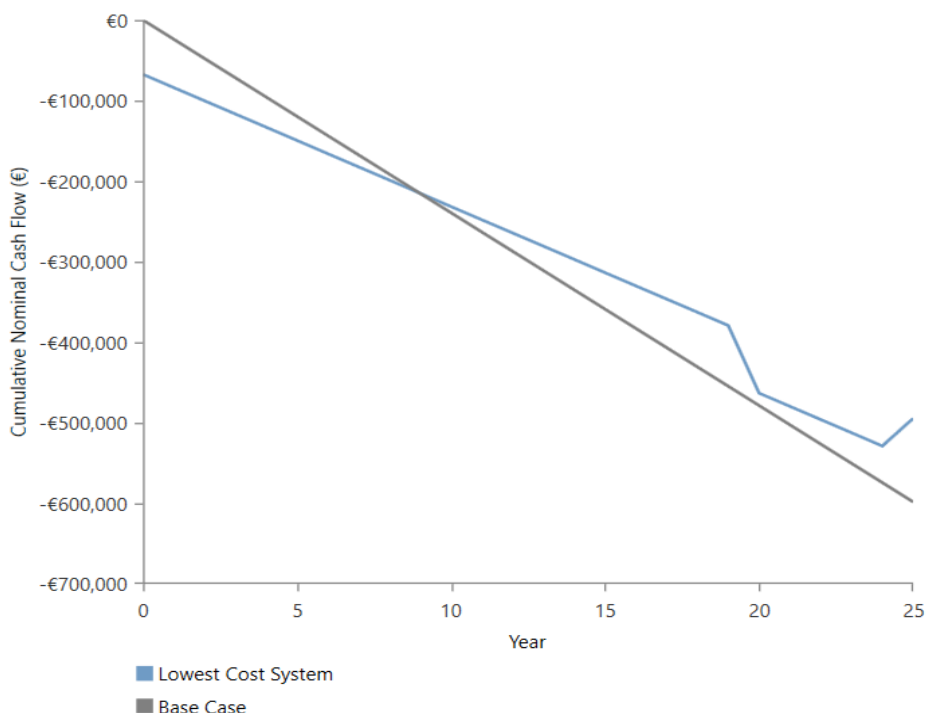


Διάγραμμα 34: Αιολικό δυναμικό για το νησί της Νάξου.

Για το λιμάνι της Νάξου

Καθώς μελετήθηκε το νησί της Νάξου πρώτο, έγιναν διάφορες υποθέσεις ως προς τον αριθμό των ανεμογεννητριών και την ισχύ κάθε μίας. Καθώς το λογισμικό περιέχει τεράστια ποικιλία από διάφορους τύπους και μάρκες ανεμογεννητριών, επιλέχθηκαν για μελέτη μια τυπική ανεμογεννήτρια – Generic Turbine με δυναμικότητα ισχύος 1KW, 3KW, 10KW και 1,5MW (με διάφορους αριθμούς μονάδων για κάθε ισχύ). Διαπιστώθηκε ότι η βέλτιστη περίπτωση ήταν η χρήση 9

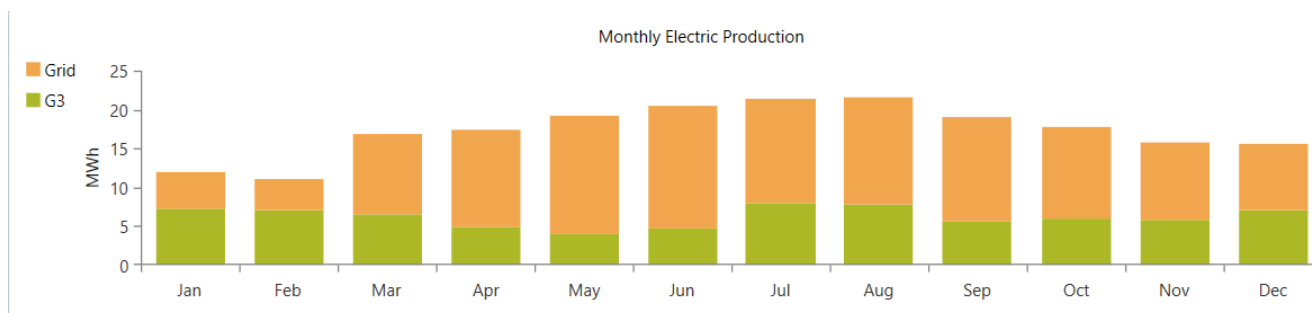
ανεμογεννητριών 3KW, διότι εμφάνιζαν μεγαλύτερο κέρδος, μικρό PBP, ψηλότερο δείκτη IRR και σχετικά μικρότερο LCOE σε σχέση με τις υπόλοιπες περιπτώσεις.



Διάγραμμα 35: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας ανεμογεννητριών.

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχει αυτή η απότομη πτώση της χρηματοροής, διότι έχει τεθεί ότι η διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών είναι τα 20 χρόνια, οπότε μετά τα 20 χρόνια γίνεται αντικατάστασή τους. Η άνοδος που υπάρχει στον τελευταίο χρόνο προέρχεται από επιστροφές που προσφέρουν οι ανεμογεννήτριες.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από τις ανεμογεννήτριες. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται τους μήνες της άνοιξης και του του καλοκαιριού, διότι δεν υπάρχουν τόσο ισχυροί άνεμοι σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο και το δίκτυο είναι περίπου 36% με 64% αντίστοιχα.

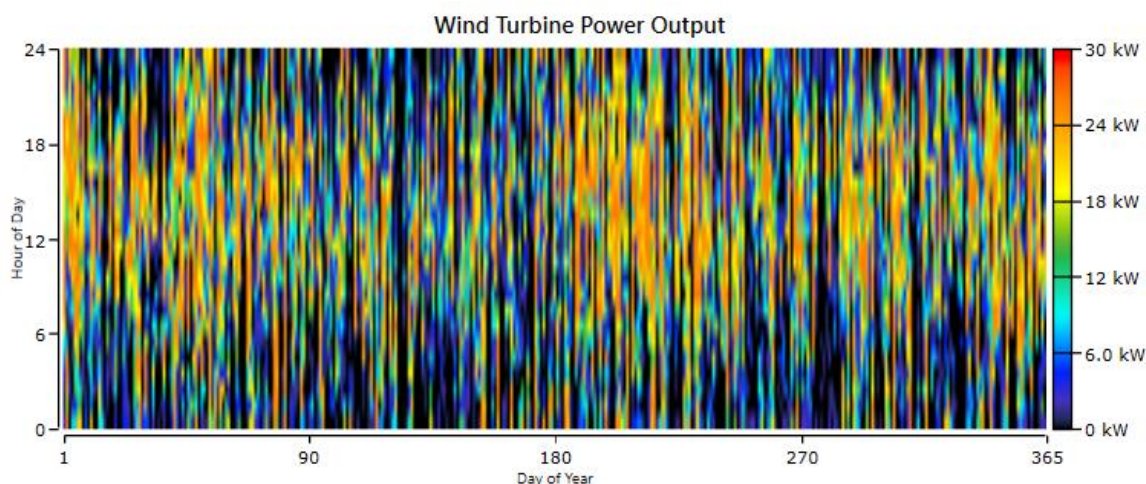


Διάγραμμα 36: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Νάξος)

Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το μικρό αιολικό πάρκο παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια.

Πίνακας 32: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι της Νάξου.

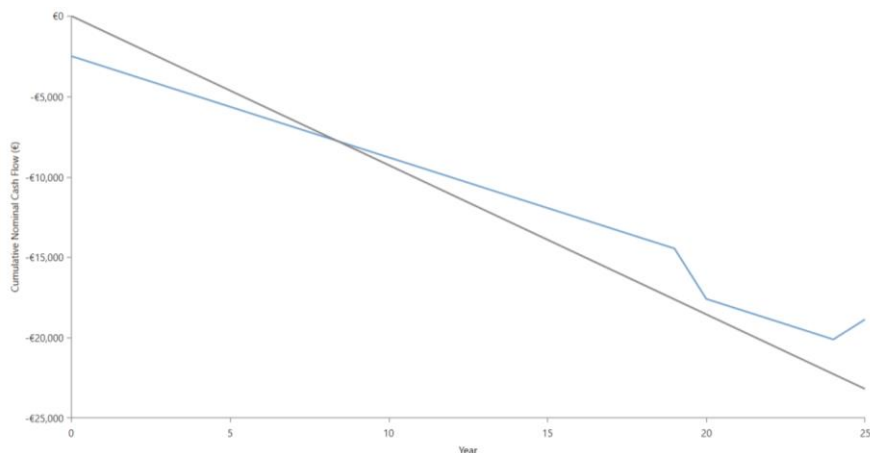
	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	27	KW
Μέση Ισχύς	8,52	KW
Μέση Ισχύς	74.617	KWh/year
Μέγιστη Ισχύς	27	KW
Βαθμός Απόδοσης	31,5	%
Ώρες μηδενικής παραγωγής	1.185	hr/year



Διάγραμμα 37: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Νάξος).

Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου

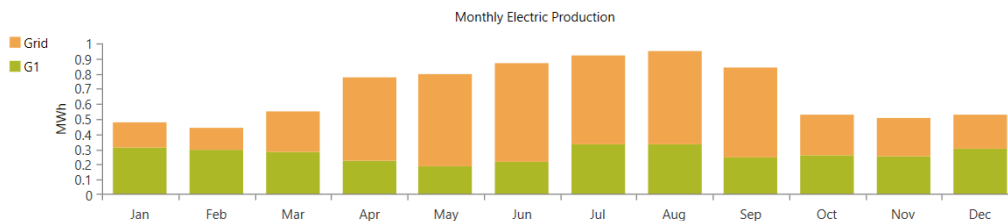
Όπως και στην περίπτωση της Νάξου, έτσι και για το λιμάνι του Καλαντού έγιναν διάφορες υποθέσεις ως προς τον αριθμό των ανεμογεννητριών και την ισχύ κάθε μίας. Λόγω του γεγονότος ότι τα φορτία που χρειάζονται για την κάλυψη των αναγκών είναι πολύ μικρότερα από αυτά του κεντρικού λιμανιού της Νάξου, έγιναν λιγότερες υποθέσεις για την κάλυψή τους με ανεμογεννήτριες ισχύος 1KW και 3KW. Διαπιστώθηκε ότι η βέλτιστη περίπτωση ήταν η χρήση 2 ανεμογεννητριών 1KW, οι οποίες εμφανίζονται στο εμπόριο και ως «οικιακές» ανεμογεννήτριες.



Διάγραμμα 38: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας αιολικού πάρκου.

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχει αυτή η απότομη πτώση της χρηματοροής, διότι έχει τεθεί ότι η διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών είναι τα 20 χρόνια, οπότε μετά τα 20 χρόνια γίνεται αντικατάστασή τους. Η άνοδος που υπάρχει στον τελευταίο χρόνο προέρχεται από επιστροφές που προσφέρουν οι ανεμογεννήτριες.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από τις ανεμογεννήτριες. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται τους μήνες της άνοιξης και του καλοκαιριού, διότι δεν υπάρχουν τόσο ισχυροί άνεμοι σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο και το δίκτυο είναι περίπου 40% με 60% αντίστοιχα.

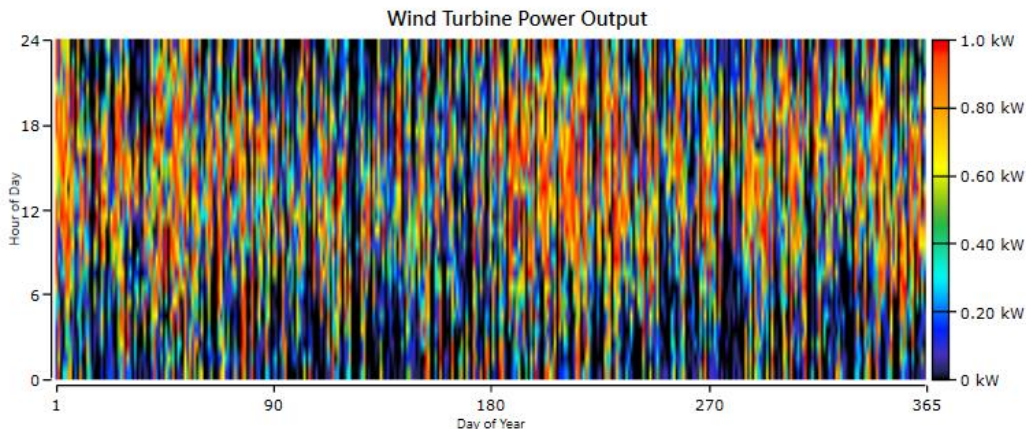


Διάγραμμα 39: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Καλαντός)

Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια. Η μέση ισχύς εμφανίζεται τόσο χαμηλή, διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας δεν βρίσκεται σε λειτουργία.

Πίνακας 33: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι του Καλαντού.

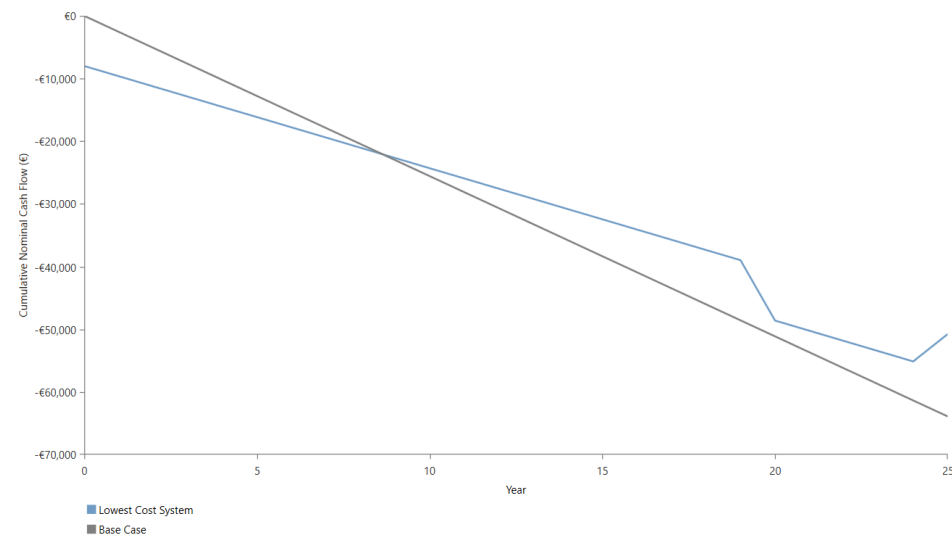
	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	2	KW
Μέση Ισχύς	0,37	KW
Μέση Ισχύς	3.253	KWh/year
Μέγιστη Ισχύς	2	KW
Βαθμός Απόδοσης	37,1	%
Ώρες μηδενικής παραγωγής	996	hr/year



Διάγραμμα 40: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Καλαντός).

Για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς

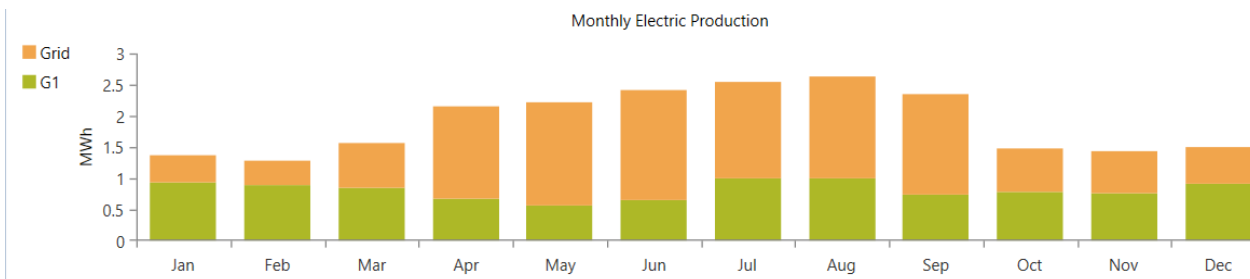
Όπως και στην περίπτωση της Νάξου, έτσι και για τα λιμάνια της Σχοινούσας και Ηρακλειάς έγιναν διάφορες υποθέσεις ως προς τον αριθμό των ανεμογεννητριών και την ισχύ κάθε μίας. Λόγω του γεγονότος ότι τα φορτία που χρειάζονται για την κάλυψη των αναγκών είναι πολύ μικρότερα από αυτά του κεντρικού λιμανιού της Νάξου, έγιναν λιγότερες υποθέσεις για την κάλυψή τους με ανεμογεννήτριες ισχύος 1KW και 3KW. Διαπιστώθηκε ότι η βέλτιστη περίπτωση ήταν η χρήση 3 ανεμογεννητριών 1KW και προκύπτουν λίγο καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την περίπτωση του Καλαντού.



Διάγραμμα 41: Σύγκριση χρηματοροής για τα λιμάνια του Σχοινούσας/Ηρακλειάς για την περίπτωση ή μη παρουσίας αιολικού πάρκου.

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχει αυτή η απότομη πτώση της χρηματοροής, διότι έχει τεθεί ότι η διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών είναι τα 20 χρόνια, οπότε μετά τα 20 χρόνια γίνεται αντικατάστασή τους. Η άνοδος που υπάρχει στον τελευταίο χρόνο προέρχεται από επιστροφές που προσφέρουν οι ανεμογεννήτριες.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο και από τις ανεμογεννήτριες. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται τους μήνες της άνοιξης και του καλοκαιριού, διότι δεν υπάρχουν τόσο ισχυροί άνεμοι σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο και το δίκτυο είναι περίπου 44% με 56% αντίστοιχα.

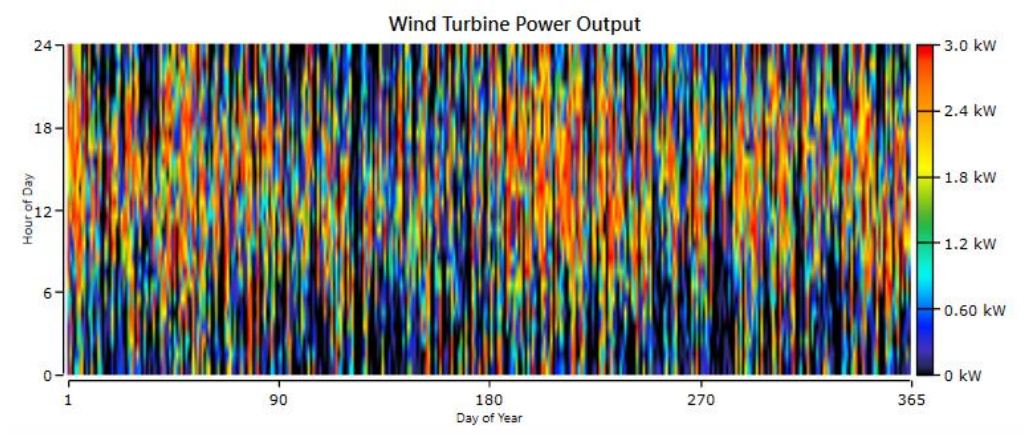


Διάγραμμα 42: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το αιολικό πάρκο. (Σχοινούσα/Ηρακλειά)

Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και εξηγούν το διάγραμμα που εμφανίζεται στην συνέχεια.

Πίνακας 34: Δεδομένα αιολικού πάρκου για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλειάς.

	Τιμή	Μονάδα
Ονομαστική Ισχύς	3	KW
Μέση Ισχύς	1,1	KW
Μέση Ισχύς	9.759	KWh/year
Μέγιστη Ισχύς	3	KW
Βαθμός Απόδοσης	37	%
Ώρες λειτουργίας	996	hr/year



Διάγραμμα 43: Παροχή ισχύος από το αιολικό πάρκο (Σχοινούσα/Ηρακλειά).

Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών

Ορισμένα σημαντικά στοιχεία που χρειάζεται να αναφερθούν για κάθε περίπτωση αποτελούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά, τα οποία θα αποτυπωθούν σε πίνακα.

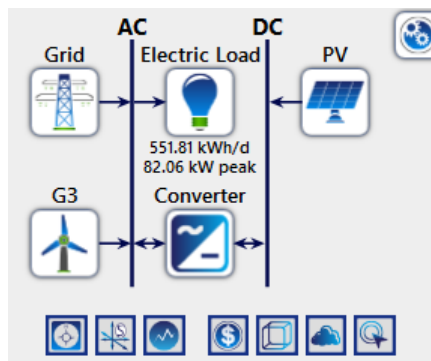
- IRR – Internal Rate of Return → Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης γνωστός με τα αρχικά IRR (Internal rate of return) είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο (εσωτερική αποδοτικότητα) με το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Δηλαδή η άθροιση των καθαρών χρηματοροών όλου του χρονικού ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης είναι ίση με το μηδέν.
- ROI – Return of Investment → Η απόδοση την επένδυσης είναι η ετήσια εξοικονόμηση του κόστους, σε σχέση με την αρχική επένδυση.
- PBP – Pay Back Period → Αποτελεί τον αριθμό των χρόνων που χρειάζεται η ταμειακή ροή προκειμένου να αλλάξει το πρόσημό της από αρνητικό σε θετικό και να έχουμε κέρδος.
- LCOE – Levelized Cost of Energy → Αποτελεί το μέτρο του μέσου καθαρού παρόντος κόστους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ορίζεται ως το μέσο κόστος ανά KWh χρήσιμης παραγόμενης ενέργειας.
- Cash Flow → Ο όρος χρηματοροή ή ταμειακή ροή (Cash flow) αναφέρεται στο χρηματικό ποσό που εισέρχεται ή εξέρχεται σε μια δεδομένη χρονική στιγμή από την επιχείρηση που θα επενδύσει στο σύστημα ΑΠΕ.
- NPC – Net Present Cost → Η καθαρή παρούσα αξία γνωστή με τα αρχικά NPC (Net Present Cost) εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες, που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν όλων των καθαρών χρηματοροών κάθε έτους (διαφορά των μελλοντικών ταμειακών εισροών ή εσόδων και εκροών ή εξόδων) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης.

Πίνακας 35: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά (ΑΓ).

	Νάξος	Σχοινούσα/ Ηρακλεία	Καλαντός	Μονάδες
Αριθμός ΑΓ	9	3	2	τεμάχια
Ονομαστική Ισχύς	3	1	1	KW
NPC	286.511	29.942	10.889	€
ROI	6,1	6,6	6,9	%
PBP	9,0	8,6	8,4	Years
LCOE	0,108	0,102	0,104	€/KWh
IRR	9	9,6	10	%
Διείσδυση ΑΠΕ	36	44	40	%

5.5 Μελέτη υβριδικού συστήματος

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει μελέτη ενός υβριδικού συστήματος με την χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ και ορισμένου αριθμού ανεμογεννητριών για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών των λιμανιών. Όπως και πριν δεν γίνεται χρήση κάποιου συστήματος αποθήκευσης ενέργειας, όπως για παράδειγμα μπαταριών.

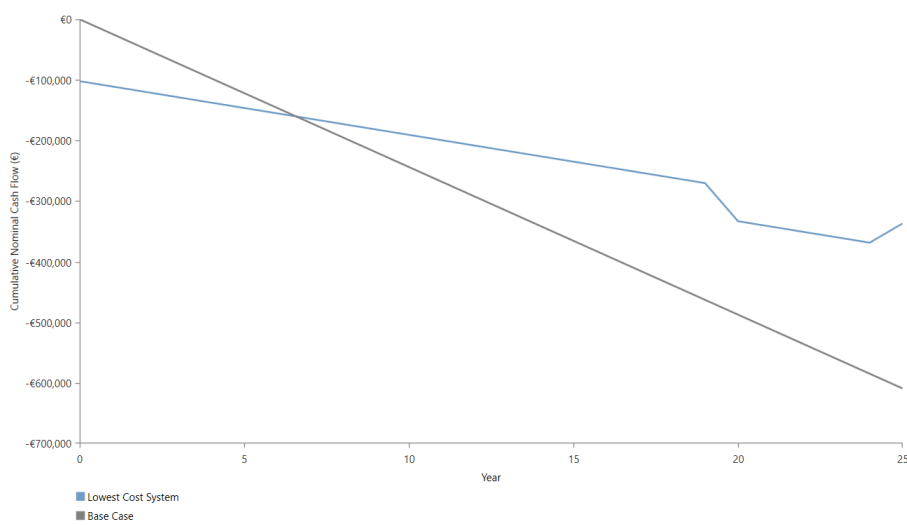


Εικόνα 45: Μοντελοποιημένο υβριδικό σύστημα για τα λιμάνια.

Το προφίλ που επιλέχθηκε για την κατανομή των φορτίων κατά την διάρκεια της ημέρας, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, είναι το προφίλ μιας τυπικής κοινωνίας (community), καθώς όλες οι ενέργειες του λιμανιού γίνονται στο διάστημα 9:00 – 22:00. Τα προφίλ της Νάξου όσον αφορά τα ηλιακά φορτία και το αιολικό δυναμικό έχουν οριστεί ήδη από τις προηγούμενες ενότητες σύμφωνα με το NASA Prediction of Worldwide Energy Resource database.

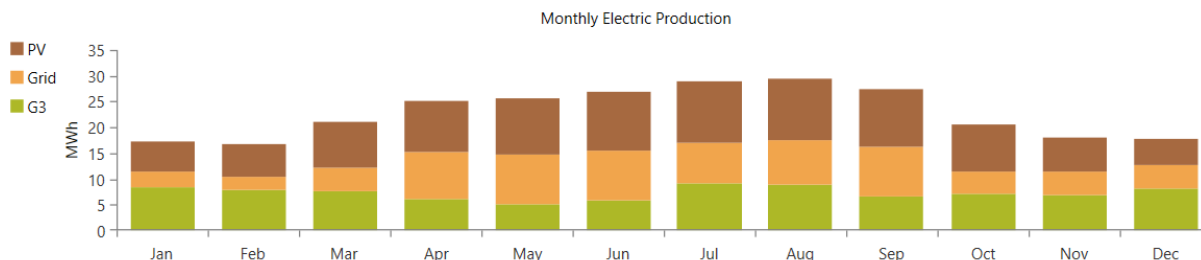
Για το λιμάνι της Νάξου

Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 551,81 KWh την ημέρα με χρήση φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 67,5 KW και 9 ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος 27KW. Αυτό το σύστημα είναι παρόμοιο με περίπτωση μελέτης του αιολικού πάρκου, με την προσθήκη ορισμένων φωτοβολταϊκών.



Διάγραμμα 44: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Νάξου για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο, το φωτοβολταϊκό σύστημα και τις ανεμογεννήτριες. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται τους μήνες Απρίλιο έως Ιούνιο που δεν υπάρχουν ούτε ισχυροί άνεμοι ούτε ισχυρή ηλιοφάνεια και οι ανάγκες για ηλεκτρικό ρεύμα είναι αυξημένες, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικό σύστημα και το δίκτυο είναι περίπου 72% με 28% αντίστοιχα.

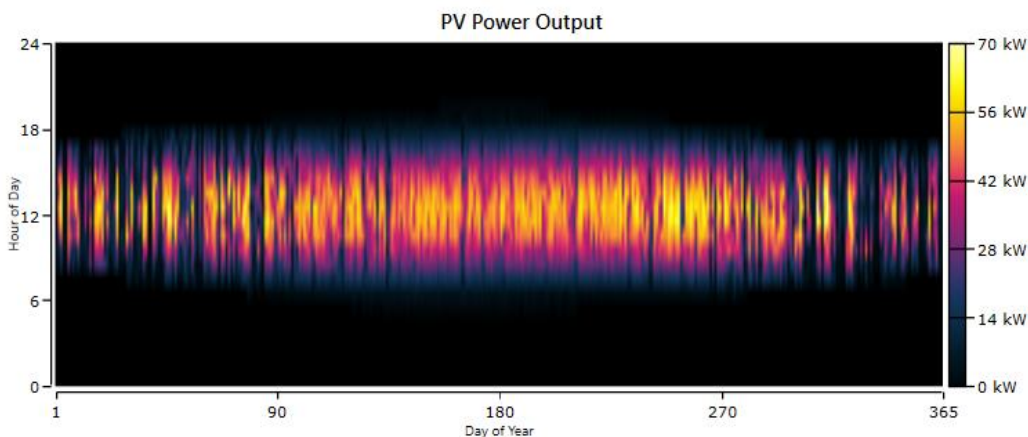


Διάγραμμα 45: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα.

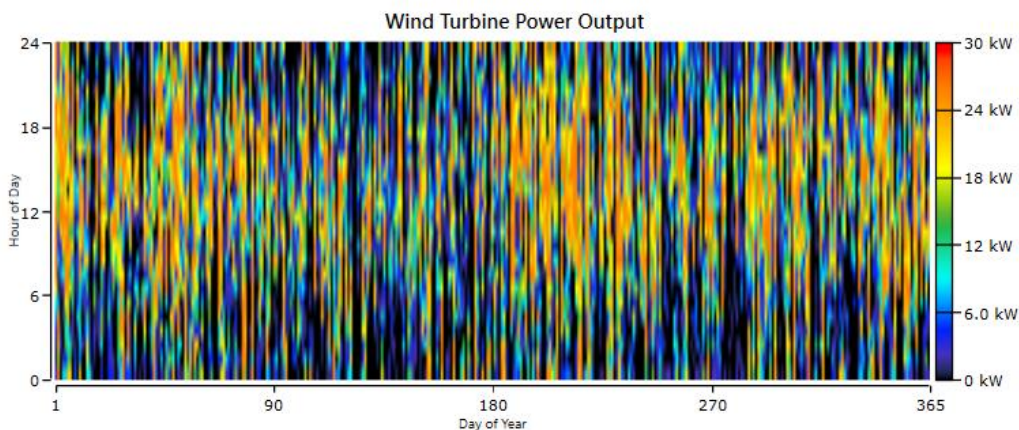
Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το υβριδικό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και αναφέρουν τα στοιχεία του φωτοβολταϊκού πάρκου και των ανεμογεννητριών.

Πίνακας 36: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι της Νάξου.

	Τιμή		Μονάδα
	ΦΒ πάρκο	Αιολικό Πάρκο	
Ονομαστική Ισχύς	67,5	27	KW
Μέση Ισχύς	12,5	10	KW
Μέση Ισχύς	300	87.969	KWh/(day ή year)
Μέγιστη Ισχύς	67,5	27	KW
Βαθμός Απόδοσης	18,5	37,2	%
Συνολική παραγωγή	4.558	87.969	KWh/yr
Ώρες μηδενικής παραγωγής	4.376	1.185	hr/year



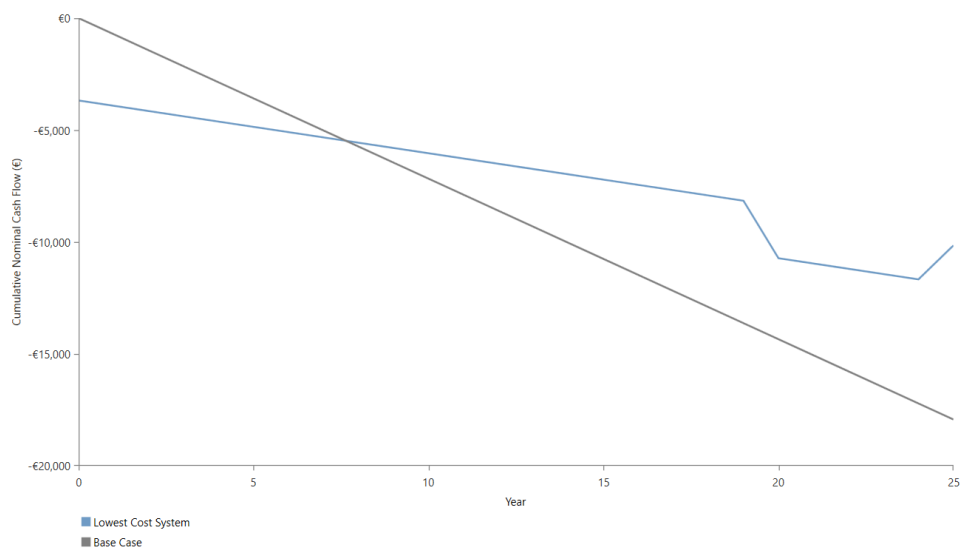
Διάγραμμα 46: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Νάξος)



Διάγραμμα 47: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Νάξος)

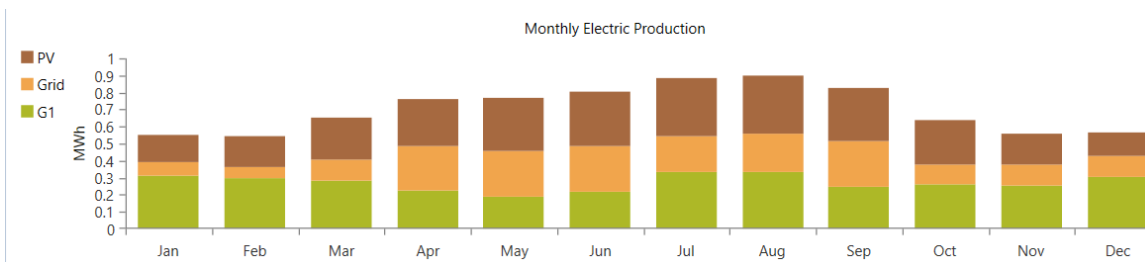
Για το λιμάνι του Καλαντού Νάξου

Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 18 KWh την ημέρα με χρήση φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1,89 KW και 1 ανεμογεννήτριας συνολικής ισχύος 1KW. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σε διάγραμμα η οικονομική σύγκριση του υβριδικού συστήματος που έχει τεθεί σε σχέση με την μη ύπαρξή του (δηλαδή να παίρνει ρεύμα μόνο από το δίκτυο).



Διάγραμμα 48: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι του Καλαντού για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο, το φωτοβολταϊκό σύστημα και την ανεμογεννήτρια. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, τους μήνες Απρίλιο έως Ιούνιο που δεν υπάρχουν ούτε ισχυροί άνεμοι ούτε ισχυρή ηλιοφάνεια και οι ανάγκες για ηλεκτρικό ρεύμα είναι αυξημένες, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικό σύστημα και το δίκτυο είναι περίπου 75% με 25% αντίστοιχα.

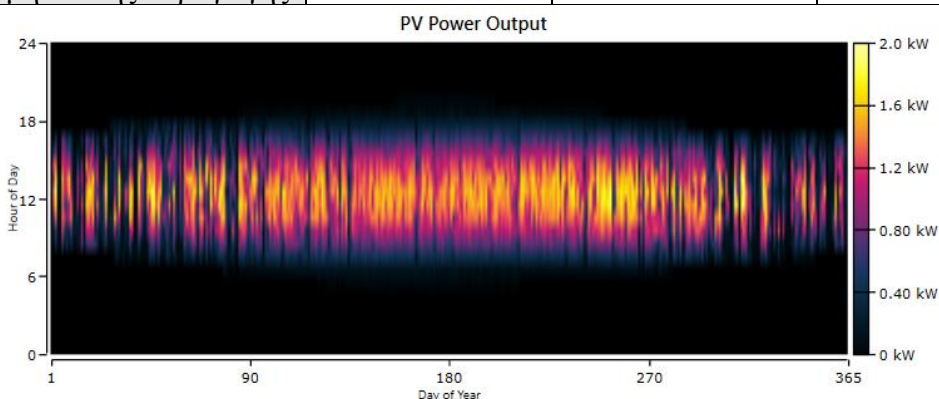


Διάγραμμα 49: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα. (Καλαντός)

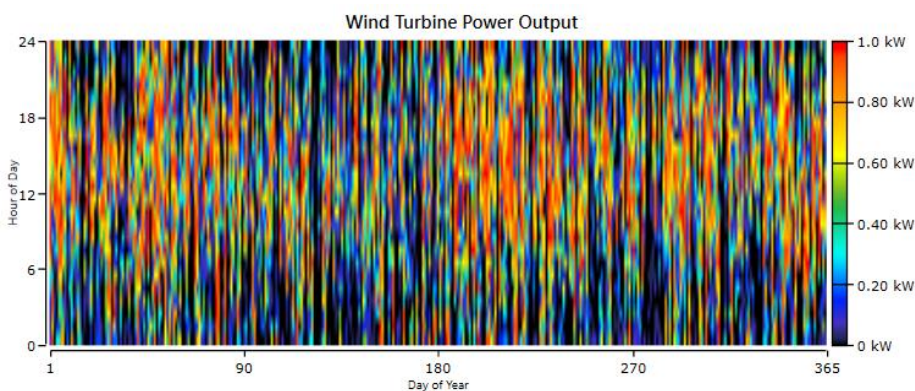
Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το υβριδικό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και αναφέρουν τα στοιχεία του φωτοβολταϊκού πάρκου και των ανεμογεννητριών.

Πίνακας 37: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι του Καλαντού.

	Τιμή		Μονάδα
	ΦΒ πάρκο	Αιολικό Πάρκο	
Ονομαστική Ισχύς	1,89	1	KW
Μέση Ισχύς	0,35	0,371	KW
Μέση Ισχύς	8,4	3.253	KWh/(day ή year)
Μέγιστη Ισχύς	1,89	1	KW
Βαθμός Απόδοσης	18,5	37,1	%
Συνολική παραγωγή	127	3.253	KWh/yr
Ωρες μηδενικής παραγωγής	4.375	996	hr/year



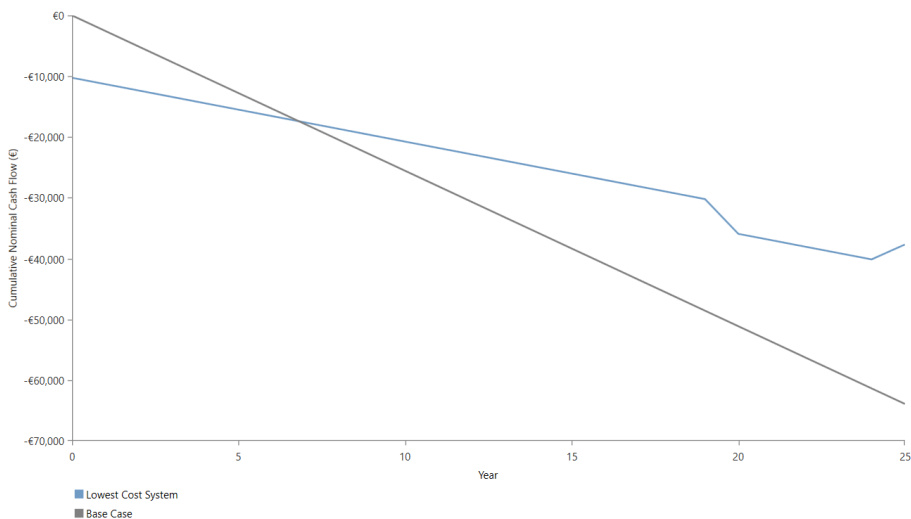
Διάγραμμα 50: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Καλαντός)



Διάγραμμα 51: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Καλαντός)

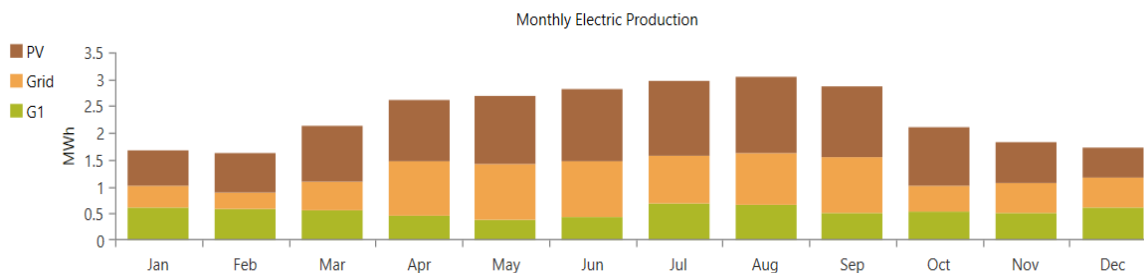
Για τα λιμάνια της Ηρακλείας/Σχοινούσας

Το σύστημα που έχει υπολογιστεί είναι για παραγωγή περίπου 64 KWh την ημέρα με χρήση φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 7,87 KW και 2 ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος 2KW. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σε διάγραμμα η οικονομική σύγκριση του υβριδικού συστήματος που έχει τεθεί σε σχέση με την μη ύπαρξή του (δηλαδή να παίρνει ρεύμα μόνο από το δίκτυο).



Διάγραμμα 52: Σύγκριση χρηματοροής για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας για την περίπτωση ή μη παρουσίας υβριδικού συστήματος.

Παρακάτω φαίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και το πως αυτή είναι μοιρασμένη από το δίκτυο, το φωτοβολταϊκό σύστημα και την ανεμογεννήτρια. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση από το δίκτυο εμφανίζεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο και εμφανίζεται μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από το δίκτυο σε σχέση με τις περιπτώσεις των άλλων λιμανιών, ενώ συνολικά η αναλογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικό σύστημα και το δίκτυο είναι περίπου 68% με 32% αντίστοιχα.

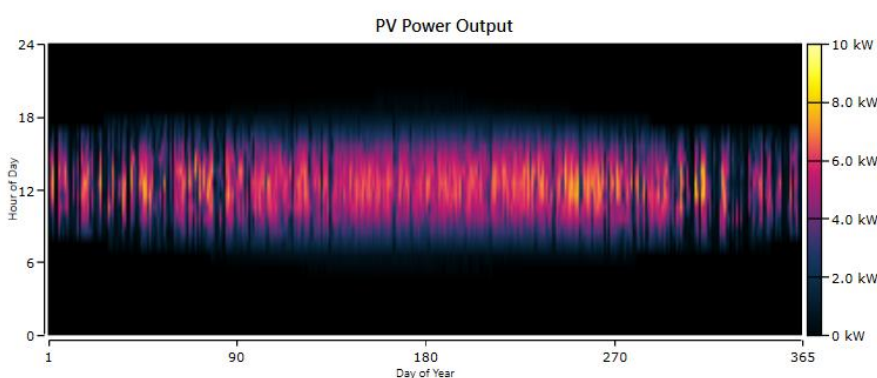


Διάγραμμα 53: Μηνιαία κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο και το υβριδικό σύστημα. (Σχοινούσα/Ηρακλεία)

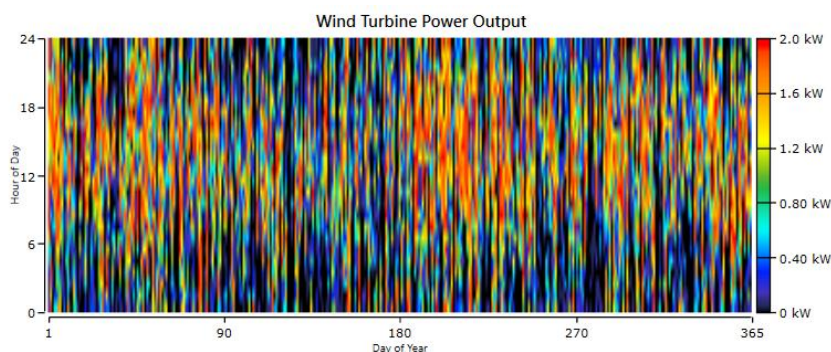
Ορισμένα από τα δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και προέρχονται από το υβριδικό σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και αναφέρουν τα στοιχεία του φωτοβολταϊκού πάρκου και των ανεμογεννητριών.

Πίνακας 38: Δεδομένα υβριδικού συστήματος για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας.

	Τιμή		Μονάδα
	ΦΒ πάρκο	Αιολικό Πάρκο	
Ονομαστική Ισχύς	7,87	2	KW
Μέση Ισχύς	1,46	0,743	KW
Μέση Ισχύς	34,9	6.506	KWh/(day ή year)
Μέγιστη Ισχύς	7,87	2	KW
Βαθμός Απόδοσης	18,5	37,2	%
Συνολική παραγωγή	12.596	6.506	KWh/yr
Ώρες μηδενικής παραγωγής	4.374	996	hr/year



Διάγραμμα 54: Παροχή ισχύος από τα φωτοβολταϊκά του υβριδικού συστήματος. (Σχοινούσα/Ηρακλεία)



Διάγραμμα 55: Παροχή ισχύος από τις ανεμογεννήτριες του υβριδικού συστήματος. (Σχοινούσα/Ηρακλεία)

Τεχνικό-οικονομική σύγκριση των 3 νησιών

Ορισμένα σημαντικά στοιχεία που χρειάζεται να αναφερθούν για κάθε περίπτωση αποτελούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά, τα οποία θα αποτυπωθούν σε πίνακα.

- IRR – Internal Rate of Return → Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης γνωστός με τα αρχικά IRR (Internal rate of return) είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο (εσωτερική αποδοτικότητα) με το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών

εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Δηλαδή η άθροιση των καθαρών χρηματοροών όλου του χρονικού ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης είναι ίση με το μηδέν.

- ROI – Return of Investment → Η απόδοση την επένδυσης είναι η ετήσια εξοικονόμηση του κόστους, σε σχέση με την αρχική επένδυση.
- PBP – Pay Back Period → Αποτελεί τον αριθμό των χρόνων που χρειάζεται η ταμειακή ροή προκειμένου να αλλάξει το πρόσημό της από αρνητικό σε θετικό και να έχουμε κέρδος.
- LCOE – Levelized Cost of Energy → Αποτελεί το μέτρο του μέσου καθαρού παρόντος κόστους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ορίζεται ως το μέσο κόστος ανά KWh χρήσιμης παραγόμενης ενέργειας.
- Cash Flow → Ο όρος χρηματοροή ή ταμειακή ροή (Cash flow) αναφέρεται στο χρηματικό ποσό που εισέρχεται ή εξέρχεται σε μια δεδομένη χρονική στιγμή από την επιχείρηση που θα επενδύσει στο σύστημα ΑΠΕ.
- NPC – Net Present Cost → Η καθαρή παρούσα αξία γνωστή με τα αρχικά NPC (Net Present Cost) εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες, που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν όλων των καθαρών χρηματοροών κάθε έτους (διαφορά των μελλοντικών ταμειακών εισροών ή εσόδων και εκροών ή εξόδων) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης.

Πίνακας 39: Σύγκριση οικονομικών στοιχείων για τα νησιά (ΥΒΡΙΔΙΚΟ).

	Νάξος	Σχοινούσα/ Ηρακλεία	Καλαντός	Μονάδες
IRR	15	14	12	%
NPC	216.241	24.324	7.012	€
ROI	11	10	8,5	%
PBP	6,5	6,8	7,6	Years
LCOE	0,0651	0,0691	0,0659	€/KWh
Αρχικό Κεφάλαιο	95.969	10.253	3.679	€
Διείσδυση ΑΠΕ	71 (41+30)	68 (45+23)	75 (36+39)	%
Αριθμός Ανεμογεννητριών	3	2	1	τεμάχια
Ονομαστική Ισχύς	3	1	1	KW
Ισχύς ΦΒ πάρκου	67,6	7,87	1,89	KW

Παρατηρείται ότι και οι τρεις περιπτώσεις είναι συμφέρουσες καθώς έχουν γρήγορη απόσβεση, χωρίς όμως να εμφανίζεται στην συνέχεια κέρδος, καθώς γίνεται εξοικονόμηση χρημάτων. Παρατηρείται ότι με την μείωση της ανάγκης για ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος, μειώνονται ταυτόχρονα και οι τιμές του IRR και ROI, ενώ αυξητική είναι η πορεία της τιμής του PBP.

5.6 Σύγκριση μεθόδων – Πολυκριτηριακή Μέθοδος

Για την σύγκριση των 3 συστημάτων που μελετήθηκαν, προκειμένου να επιλεγεί αυτό που θα επιφέρει το μεγαλύτερο κέρδος, χρησιμοποιήθηκε μια

πολυκριτηριακή μέθοδος σύγκρισης (Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)). Η μέθοδος αυτή μοιάζει με ανάλυση κόστους – οφέλους, χωρίς να έχει περιορισμούς στις μονάδες κάθε δείκτη. Έτσι, για την δόμηση ενός πολύπλοκου προβλήματος με ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων, λαμβάνονται οι κατάλληλες αποφάσεις σύμφωνα με την μέθοδο αυτή. Αρχικά, γίνεται προσδιορισμός του πλαισίου που θα αναλυθεί και των δεικτών που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ στην συνέχεια γίνεται διαχωρισμό των δεικτών σε αυτούς που επηρεάζουν θετική και αρνητική αξία για την ανάλυση μας. Συνεχίζοντας, προστίθενται συντελεστές, ανάλογα με την σημαντικότητα κάθε δείκτη και την αξία που έχει στην ανάλυσή μας. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι τα κριτήρια πρέπει να είναι στην ίδια τάξη μεγέθους, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται πολύ απλά με την χρήση γραμμικής παρεμβολής. Στο τέλος, αφού έχουν πολλαπλασιαστεί οι δείκτες με τον συντελεστή βαρύτητάς τους αθροίζονται προκειμένου να προκύψει μία τελική τιμή για κάθε σύστημα, όπου το συνολικό άθροισμα αποτελεί την βαθμολογία προτίμησης. [70]

Τα μεγέθη που θα συγκρίνουμε για τα 3 συστήματα που μελετήθηκαν, είναι οι δείκτες IRR, NPC, PBP, αρχικό κεφάλαιο και αναλογία ρεύματος ΑΠΕ – δικτύου. Οι δείκτες που έχουν θετική αξία είναι οι IRR, NPC, αναλογία ρεύματος ΑΠΕ – δικτύου, ενώ αρνητική αξία έχουν οι PBP και αρχικό κεφάλαιο (δηλαδή θέλουμε να είναι οι μικρότεροι δυναοί). Έτσι προκύπτει οι παρακάτω πίνακες. Έτσι για να επιλεγεί το βέλτιστο σύστημα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού (είτε με φωτοβολταϊκά, είτε με ανεμογεννήτριες, είτε με συνδυασμό των μεθόδων), χρησιμοποιείται μια απλουστευμένη σχέση που περιλαμβάνει τους παραπάνω δείκτες για την σύγκρισή τους.

$$X = 0,4 * [Αναλογία ΑΠΕ] + 0,25 * [NPC] + 0,1 * [Αρχικό Κεφάλαιο] + 0,15 * [IRR] + 0,1 * [PBP]$$

Η βαθμολογία στους πίνακες γίνεται με χρήση γραμμικής παρεμβολής και σε κλίμακα βαθμονόμησης με μέγιστη τιμή το 1. Για τους συντελεστές PBP και αρχικό κεφάλαιο, επειδή χαρακτηρίζονται ως αρνητικοί, η βαθμονόμηση τους θα γίνει με αντίστροφη φορά. Οι συντελεστές που δόθηκαν σε κάθε δείκτη υποδηλώνουν την αξία του ως προς το επίπεδο μελέτης. Το βέλτιστο σύστημα θα είναι εκείνο το οποίο θα έχει την υψηλότερη βαθμολογία με βάση αυτά τα κριτήρια και θα αποτελέσει την κατάλληλη επένδυση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού.

Για το λιμάνι της Νάξου

Πίνακας 40: Σύγκριση μεθόδων για το λιμάνι της Νάξου.

	Βαρύτητα	ΦΒ	ΑΓ	ΥΒΡΙΔΙΚΟ
IRR	15%	1.00	0.58	0.96
NPC	25%	0.84	1.00	0.75
Αναλογία ΑΠΕ – δικτύου	40%	0.83	0.51	1.00
PBP	10%	0.31	0.10	0.28
Αρχικό Κεφάλαιο	10%	0.61	0.10	0.47
X		0.78	0.56	0.81

Για το λιμάνι της Σχοινούσας/Ηρακλείας

Πίνακας 41: Σύγκριση μεθόδων για τα λιμάνια της Σχοινούσας/Ηρακλείας.

	Βαρύτητα	ΦΒ	ΑΓ	ΥΒΡΙΔΙΚΟ
IRR	15%	1.00	0.46	0.67
NPC	25%	0.83	1.00	0.81
Αναλογία ΑΠΕ-δικτύου	40%	1.00	0.62	0.96
PBP	10%	0.45	0.10	0.21
Αρχικό Κεφάλαιο	10%	0.68	0.10	0.49
X		0.87	0.59	0.76

Για το λιμάνι του Καλαντού

Πίνακας 42: Σύγκριση μεθόδων για το λιμάνι του Καλαντού.

	Βαρύτητα	ΦΒ	ΑΓ	ΥΒΡΙΔΙΚΟ
IRR	15%	1.00	0.68	0.81
NPC	25%	0.88	1.00	0.64
Αναλογία ΑΠΕ-δικτύου	40%	0.84	0.53	1.00
PBP	10%	0.26	0.10	0.12
Αρχικό Κεφάλαιο	10%	0.64	0.10	0.51
X		0.80	0.58	0.73

Παρατηρείται ότι από τις 3 περιπτώσεις που μελετήθηκαν, μόνο στην περίπτωση της Νάξου προτιμάται το υβριδικό σύστημα, ενώ στις άλλες περιπτώσεις, για τα νησιά Ηρακλεία-Σχοινούσα αλλά και του λιμανιού του Καλαντού προτιμάται το σύστημα με φωτοβολταϊκά πάνελ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Αυτό προκύπτει από τους δείκτες και τους συντελεστές που έχουμε θέσει σχετικά με την σημαντικότητα κάθε δείκτη. Στις περιπτώσεις που μελετήθηκαν ιδιαίτερη έμφαση και αξία δόθηκε για τους δείκτες της αναλογίας ΑΠΕ – δικτύου και του NPC. Η σημασία των συντελεστών που έχουν τεθεί φαίνεται, αφού έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στην τελική βαθμολογία και συνεπώς στην ανάδειξη κατάλληλου συστήματος σε κάθε λιμάνι, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις που η αναλογία ΑΠΕ είχε την μέγιστη τιμή (με συντελεστή 40%) είχαμε και το αντίστοιχο προτεινόμενο σύστημα.

6. Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα

Κλείνοντας, αποδείχθηκε ότι η δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου στις νησιωτικές περιοχές είναι μια αξιόλογη επένδυση για την ενεργειακή κάλυψη ενός τουριστικού λιμανιού ανεξαρτήτου μεγέθους, καθώς δύο από τις τρεις περιπτώσεις είχαν σαν προτεινόμενο σύστημα τα φωτοβολταϊκά πάνελ, ενώ το τρίτο υπο μελέτη λιμάνι προτάθηκε συνδυασμός φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών (υβριδικό σύστημα). Έτσι λοιπόν, από την σύγκριση των τεσσάρων νησιωτικών τουριστικών λιμανιών (ένα μεγάλο, δύο μικρά και ένα πολύ μικρό), η πρόταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων προκύπτει, διότι υπάρχουν έντονα ηλιακά φορτία σε αυτές τις νησιωτικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν μετά από αρκετά «τρεξίματα» και διαφορετικές παραλλαγές για κάθε περίπτωση. Κριτήρια επιλογής συστημάτων που μελετήθηκαν σε κάθε περίπτωση ήταν να καλύπτουν τις ηλεκτρικές ανάγκες σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό οι ΑΠΕ και λιγότερο το δίκτυο, αλλά και η ενέργεια που παράγεται να είναι τόση όση χρειαζόταν κάθε λιμάνι και να μην χρειάζεται να υπάρχει περίσσεια ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση θα μπορούσε να υπήρχε 100% πράσινη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ με την χρήση μπαταριών για αποθήκευση ενέργειας, όμως το αρχικό κεφάλαιο θα ήταν αρκετά υψηλότερο για μια τέτοια επένδυση και δεν αποτελούσε στόχο της εργασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις που η κάλυψη των ΑΠΕ ήταν μικρότερη του 50% (κυρίως κατά την χρήση της αιολικής ενέργειας), αυτή η περίπτωση αποτελούσε την βέλτιστη λύση, καθώς στην προσπάθεια αύξησης του ποσοστού αυτού αυξανόταν και η παραγόμενη ενέργεια με αποτέλεσμα να πηγαίνει χαμένη.

Γενικότερα, η παρούσα διπλωματική είχε σαν στόχο κυρίως την ενεργειακή κάλυψη των λιμανιών, αλλά και την τεχνολογική εξέλιξή τους και μετατροπή τους σε λιμάνια 5^{ης} γενιάς. Προτάθηκαν αρκετά συστήματα ευέλικτα για τουριστικά λιμάνια τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν και σε μικρές νησιωτικές περιοχές. Όλα υπό το πρίσμα το πρίσμα του διευρυμένου νομοθετικού πλαισίου και των διεθνών κανονισμών που έχουν αναφερθεί για τα λιμάνια.

7. Βιβλιογραφία

1. Federated learning for smart cities: A comprehensive survey, Gautam Srivastava, Rutvij Jhaveri, M. Rajasekhara Babu, Sweta Bhattacharya, Praveen Kumar Reddy Maddikunta, Spyridon Mastorakis, Md. Jalil Piran, Thippa Reddy Gadekallu, 2023
2. How smart port design influences port efficiency – A DEA-Tobit approach, Barbara T.H. Yen, Ming-Jiu Huang, Hsin-Ju Lai, Hung-Hsuan Cho, Yi-Ling Huang , 2023
3. Smart port: A bibliometric review and future research directions, Kevin X. Li, Mengchi Li, Yuhan Zhu, Kum Fai Yuen, Hao Tong, Haoqing Zhou, 2023
4. Σημειώσεις Αιολικής Ενέργειας, Α. Ζερβός, Γ. Κάραλης, Εκδόσεις ΕΜΠ, ΑΘΗΝΑ 2018
5. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Α. Ζερβος, Εκδόσεις ΕΜΠ, ΑΘΗΝΑ 2018
6. Ανεμοκινητήρες, Γ. Μπεργελές, Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ, έκδοση 2005
7. Eurostat – European Commission <https://ec.europa.eu/eurostat>
8. TRENDS IN EU PORTS GOVERNANCE 2016, Santiago Garcia-Mila, <https://www.espo.be/>
9. TRENDS IN EU PORTS GOVERNANCE 2022, Annaleena Makila, <https://www.espo.be/>
10. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία http://www.emy.gr/emy/el/climatology/climatology_city?perifereia=South%20Aegean&poli=Naxos
11. ΘΕΡΜΙΚΑ – ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΡΟ ΠΡΩΤΟ, Κίμωνος Αντωνόπουλος καθηγητής ΕΜΠ, ΑΘΗΝΑ 2015
12. <https://sinay.ai/en/top-10-smart-ports-around-the-world/>
13. The strategy of the port development company; a framework based on the business ecosystems perspective and an application to the case of Port of Rotterdam. Peter W. de Langen. 2023
14. Towards accelerating the adoption of zero emissions cargo handling technologies in California ports: Lessons learned from the case of the Ports of Los Angeles and Long Beach. Nicole Light Densberger. Khalid Bachkar. 2022
15. Environmental and Energy Study Institute <https://www.eesi.org/papers/view/issue-brief-climate-change-mitigation-and-adaptation-at-u.s-ports-2022>
16. Port mergers: Why not Los Angeles and Long Beach?. Geraldine Knatz. 2018
17. Port of Long Beach <https://polb.com/business/port-statistics/#yearly-teus>
18. Port of Los Angeles <https://www.portoflosangeles.org/business/statistics/container-statistics>
19. <https://energypress.gr/>
20. <https://e.huawei.com/en/case-studies/storage/2022/all-flash-storage-in-greece>
21. <https://www.cisco.com/c/en/us/about/case-studies/customer-success-stories/thessaloniki-port-authority.html#~the-story>
22. International Maritime Organization <https://www.imo.org/en>
23. European Union Law <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
24. European Seaports Organization <https://www.espo.be/>

25. ISO focus
[https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013-NOW\)/en/2017/ISOfocus_124/ISOfocus_124_EN.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013-NOW)/en/2017/ISOfocus_124/ISOfocus_124_EN.pdf)
26. Data-driven ship digital twin for estimating the speed loss caused by the marine fouling, Andrea Coraddu , Luca Oneto, Francesco Baldi, Francesca Cipollini, Mehmet Atlar, Stefano Savio, 2019
27. Marine big data analysis of ships for the energy efficiency changes of the hull and maintenance evaluation based on the ISO 19030 standard, Heiu-Jou Shaw, Cheng-Kuan Lin, 2021
28. <https://www.tuv-nord.com/gr/el/pistopoiisi/pistopoiisi-systimaton/energeia-periballon/iso-50001-systima-energeiakis-apodosis/>
29. International Organization for Standardization <https://www.iso.org/home.html>
30. Ελληνική νομοθεσία <https://www.kodiko.gr/>
31. An energy management maturity model for China: Linking ISO 5001:2018 and domestic practices, Yuhui Jin, Yan Long, Shiping Jin, Qing Yang, Bingnan Chen, Yan Li, Lijie Xu, 2021
32. ESPO GREEN GUIDE <https://www.espo.be/>
33. Implementation of ISO 14001:2004 (environmental management system standard) for reverse osmosis desalination plants for the first time in Iran, Arian Edalat, 2008
34. Comparison between eco-management and audit scheme and ISO 14001:2015, Florinda Martins, Luis Fonseca, 2018
35. Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Οικολογικής διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου, 2011 https://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/leaflets/emasleaflet_el.pdf
36. European Union Law <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?qid=1405520310854&uri=CELEX:32013D0131>
37. European Seaports Organization <https://www.espo.be/publications>
[https://www.espo.be/media/ESP-2959%20\(Sustainability%20Report%202022\)_V8.pdf](https://www.espo.be/media/ESP-2959%20(Sustainability%20Report%202022)_V8.pdf)
38. Noise from moored ships: NEPTUNES measurement protocol, Rob Witte, 2018
39. NEPTUNES: measuring disruptive noise pollution from ships, Frances Mercellin 2019
40. Port of Rotterdam <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/port-of-rotterdam-authority-encourages-noise-measurement-of-moored-ships>
41. Ελληνικό Ινστιτούτο Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία <https://www.elinyae.gr/>
42. A honeybee social foraging algorithm for feedback control of smart lights, Wilfredo Alfonso, José J. Velásquez, Kevin M. Passino, Eduardo F. Caicedo, 2016
43. Integrating a novel smart control system for outdoor lighting infrastructures in ports, Nikolaos Sifakis, Konstantinos Kalaitzakis, Theocharis Tsoutsos, 2021
44. <https://tvilight.com/tunable-white-lighting/>
45. Smart Street Lights for Ports Sohar Port & Freezone (Sultanate of Oman), <https://tvilight.com/wp-content/uploads/2023/06/Light-on-Demand-Smart-Street-Lighting-Sohar-Port-Tvilight-Case-Study.pdf>

46. Intelligent illumination at a Dutch Seaport, https://tvilight.com/wp-content/uploads/2021/04/Intelligent_Street_Lighting_Seaport-Moerdijk-Tvilight-Case_Study-%E2%80%93-EN.pdf
47. <https://www.geyer.gr/pillars/>
48. Οργανισμός Λιμένος Ηρακλείου, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (PILLAR)
49. <https://www.sychem.gr/el/thalassinou-nerou/>
50. Desalination brine disposal methods and treatment technologies, Argyris Panagopoulos, Katherine-Joanne Haralambous, Maria Loizidou, Unit of Environmental Science and Technology, School of Chemical Engineering NTUA, 2019
51. Osmotically assisted reverse osmosis for high salinity brine treatment, Timothy V. Bartholomewa,b, Laura Meya, Jason T. Arenab, Nicholas S. Siefertb, Meagan S. Mautera
52. Desalination technologies and their working principles, Marc Rosen, Aida Farsi, 2022
53. <https://www.veoliawatertechnologies.com/en/solutions/technologies/multiple-effect-distillation-med>
54. https://www.researchgate.net/figure/The-working-principle-of-a-solar-still-Johnson-et-al-2019_fig1_359247085
55. https://www.researchgate.net/figure/The-global-desalination-capacity-per-technology-in-2020-with-data-from-2_fig2_356752127
56. Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» και «Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του ελλαδικού χώρου», Χρήστος Τύραλης & Ανδρέας Ευστρατιάδης, 2012
57. Κυκλάδες και νερό: Προς μια βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων ή όχι, Βασίλειος Δανιλάκης, 2012
58. Desalination Technologies: Hellenic Experience, Konstantinos Zotalis, Emmanuel G. Dialynas, Nikolaos Mamassis and Andreas N. Angelakis, 2014
59. ΚΛΑΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 12 – ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ, Τράπεζα Πειραιώς, Δαγκαλίδης Αθανάσιος, 2010
60. TRENDS IN EU PORTS GOVERNANCE 2022, Annaleena Makila, <https://www.espo.be/>
61. Port of Esbjerg ANNUAL REPORT 2022
62. Port of Amsterdam <https://www.portofamsterdam.com/en>
<https://www.portofamsterdam.com/en/news/more-260000-square-meters-solar-panels-amsterdam-port>
63. Container Ports Automation – Impacts and Implications, International Transport Forum, 2021
64. <https://www.porttechnology.org/editions/container-terminal-automation-2023/>
65. <https://www.portofrotterdam.com/en/logistics/storage-and-transshipment/terminals>
66. Container terminals and depots in the Rotterdam Port Area, 2021
67. «Εθνικό στρατηγικό σχέδιο λιμένων και δυνατότητες χρηματοδότησης του μέσω ΕΣΠΑ και των πόρων της νέας προγραμματικής περιόδου» Υπουργείο Ναυτιλίας και Αιγαίου

68. Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Νάξου
69. HomerPro manual
70. Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) <https://www.toolshero.com/>
71. <https://www.hellenicparliament.gr/> Ενίσχυση της ασφάλειας των πλοίων, των λιμενικών εγκαταστάσεων και λιμένων, 2007

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Λιμάνια που ανήκουν στο EcoPort

Port / Organization	Country	PERS Certified	ISO Certified	EMAS Certified
APL - Administração do Porto de Lisboa, S.A.	Portugal			
APS - Port of Sines	Portugal		Certified	
APSS	Portugal		Certified	
Aqaba Container Terminal	Jordan	Certified	Certified	
ASYAPORT LIMAN A.Ş.	Turkey	Certified		
Authority Port of Algeciras Bay	Spain	Certified	Certified	Certified
Autoridad Portuaria de Castellón	Spain	Certified		
AUTORIDAD PORTUARIA DE MELILLA	Spain	Certified	Certified	
Autoridad Portuaria de Sevilla	Spain	Certified	Certified	
Autoridad Portuaria de Valencia	Spain	Certified	Certified	Certified
Baku International Sea Trade Port CJSC	Azerbaijan	Certified	Certified	
Belfast Harbour Commissioners	United Kingdom		Certified	
Brunsbüttel Ports	Germany		Certified	
Cattewater Harbour Commissioners	United Kingdom			
CEUTA/AUTORIDAD PORTUARIA DE CEUTA	Spain	Certified	Certified	Certified
DeltaPort GmbH & Co. KG	Germany			
Dover Harbour Board	United Kingdom		Certified	
Dublin Port Company	Ireland	Certified	Certified	

Durres Authority Authority	Albania		Certified	
Foyle Port	United Kingdom		Certified	
Gibraltar Port Authority	United Kingdom			
Grand Port Maritime de Dunkerque	France	Certified		
Groningen Seaports	Netherlands	Certified		
Guadeloupe Port Authority	France	Certified	Certified	
HERAKLION PORT AUTHORITY SA	Greece			
IGOUMENITSA PORT AUTHORITY S.A.	Greece	Certified	Certified	Certified
Izmail Sea Port Authority	Ukraine		Certified	
JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co. KG	Germany	Certified		
Klaipėda / Authority	Lithuania		Certified	
Kolding Havn	Denmark			
LINARIA PORT	Greece			
MARPORT TERMINAL OPERATORS	Turkey		Certified	
Milford Haven Port Authority	United Kingdom			
Montrose Port Authority	United Kingdom			
Nantes - Saint Nazaire Port Authority	France			
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG	Germany	Certified		
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Brake Branch	Germany			
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Cuxhaven Branch	Germany			

Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Emden Branch	Germany			
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Norden Branch	Germany			
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Wilhelmshaven Branch	Germany			
North Sea Port SE	Belgium	Certified		
NV Port of Harlingen	Netherlands	Certified		
Odesa Sea Port Authopity	Ukraine			
Peterhead Port Authority	United Kingdom	Certified		
PORT ATLANTIQUE LA ROCHELLE	France		Certified	
PORT AUTHORITY OF BILBAO	Spain		Certified	Certified
PORT AUTHORITY OF HUELVA	Spain		Certified	
Port Network Authority of the Ionian Sea	Italy		Certified	
Port of Aberdeen	United Kingdom		Certified	
Port of Barcelona	Spain	Certified	Certified	Certified
Port of Bergen	Norway			
Port of Cannes French Riviera Chamber of Commerce	France		Certified	
Port of Constanta	Romania		Certified	
Port of Cork	Ireland	Certified	Certified	
Port of Den Helder	Netherlands	Certified		
port of Den Oever-Hollands Kroon	Netherlands	Certified		
Port of Esbjerg	Denmark		Certified	

Port of Gdynia Authority S.A.	Poland			
Port of Gothenburg	Sweden		Certified	
Port of Helsingborg	Sweden			
Port of Helsinki	Finland	Certified	Certified	
Port of Kristiansand	Norway			
Port of London Authority	United Kingdom		Certified	
Port of Malmö	Sweden		Certified	
Port of Moerdijk	Netherlands			
Port of Naantali Ltd.	Finland			
Port of Nice-Villefranche Santé French Riviera Chamber of Commerce	France		Certified	
Port of Oslo	Norway		Certified	
Port of Oulu	Finland		Certified	
Port of Pori Ltd	Finland		Certified	
Port of Rauma Ltd	Finland	Certified	Certified	
Port of Roenne	Denmark		Certified	
Port of Rotterdam Authority	Netherlands	Certified		
Port of Tallinn	Estonia		Certified	
Port of Thessaloniki	Greece		Certified	
Port of Turku Ltd	Finland		Certified	

Port of Vigo	Spain	Certified	Certified	Certified
Port of Vilagarcia	Spain		Certified	
Port of Waterford	Ireland			
Port of Ystad	Sweden		Certified	
Ports of Bremen/Bremerhaven	Germany	Certified		
Ports of Jersey	United Kingdom			
Riga	Latvia		Certified	
Salcombe harbour	United Kingdom			
Santa Cruz de Tenerife Port Authority	Spain		Certified	
Santander Port Authority	Spain	Certified	Certified	
Shannon Foynes Port Company	Ireland	Certified		
Shoreham Port Authority	United Kingdom	Certified		
Southern Adriatic Sea Port Authority (ports of Bari, Brindisi, Manfredonia, Barletta and Monopoli)	Italy			
Stornoway Port Authority	United Kingdom			
Tanger Med Port Authority	Morocco		Certified	
Transport Malta	Malta			
Volos Port Authority S.A.	Greece	Certified	Certified	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Χώρες μέλη του IMO

Albania	1993	Dominican Republic	1953	Lithuania	1995	Samoa	1996
Algeria	1963	Ecuador	1956	Luxembourg	1991	San Marino	2002
Angola	1977	Egypt	1958	Madagascar	1961	Sao Tome and Principe	1990
Antigua and Barbuda	1986	El Salvador	1981	Malawi	1989	Saudi Arabia	1969
Argentina	1953	Equatorial Guinea	1972	Malaysia	1971	Senegal	1960
Armenia	2018	Eritrea	1993	Maldives	1967	Serbia	2000
Australia	1952	Estonia	1992	Malta	1966	Seychelles	1978
Austria	1975	Ethiopia	1975	Marshall Islands	1998	Sierra Leone	1973
Azerbaijan	1995	Fiji	1983	Mauritania	1961	Singapore	1966
Bahamas	1976	Finland	1959	Mauritius	1978	Slovakia	1993
Bahrain	1976	France	1952	Mexico	1954	Slovenia	1993
Bangladesh	1976	Gabon	1976	Monaco	1989	Solomon Islands	1988
Barbados	1970	Gambia	1979	Mongolia	1996	Somalia	1978
Belarus	2016	Georgia	1993	Montenegro	2006	South Africa	1995
Belgium	1951	Germany	1959	Morocco	1962	Spain	1962
Belize	1990	Ghana	1959	Mozambique	1979	Sri Lanka	1972
Benin	1980	Greece	1958	Myanmar	1951	Sudan	1974
Bolivia (Plurinational State of)	1987	Grenada	1998	Namibia	1994	Suriname	1976
Bosnia and Herzegovina	1993	Guatemala	1983	Nauru	2018	Sweden	1959
Botswana	2021	Guinea	1975	Nepal	1979	Switzerland	1955
Brazil	1963	Guinea-Bissau	1977	Netherlands (Kingdom of the)	1949	Syrian Arab Republic	1963

Brunei Darussalam	1984	Guyana	1980	New Zealand	1960	Thailand	1973
Bulgaria	1960	Haiti	1953	Nicaragua	1982	Timor-Leste	2005
Cabo Verde	1976	Honduras	1954	Nigeria	1962	Togo	1983
Cambodia	1961	Hungary	1970	North Macedonia	1993	Tonga	2000
Cameroon	1961	Iceland	1960	Norway	1958	Trinidad and Tobago	1965
Canada	1948	India	1959	Oman	1974	Tunisia	1963
Chile	1972	Indonesia	1961	Pakistan	1958	Türkiye	1958
China	1973	Iran (Islamic Republic of)	1958	Palau	2011	Turkmenistan	1993
Colombia	1974	Iraq	1973	Panama	1958	Tuvalu	2004
Comoros	2001	Ireland	1951	Papua New Guinea	1976	Uganda	2009
Congo	1975	Israel	1952	Paraguay	1993	Ukraine	1994
Cook Islands	2008	Italy	1957	Peru	1968	United Arab Emirates	1980
Costa Rica	1981	Jamaica	1976	Philippines	1964	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	1949
Côte d'Ivoire	1960	Japan	1958	Poland	1960	United Republic of Tanzania	1974
Croatia	1992	Jordan	1973	Portugal	1976	United States of America	1950
Cuba	1966	Kazakhstan	1994	Qatar	1977	Uruguay	1968
Cyprus	1973	Kenya	1973	Republic of Korea	1962	Vanuatu	1986

Czechia	1993	Kiribati	2003	Republic of Moldova	2001	Venezuela (Bolivarian Republic of)	1975
Democratic People's Republic of Korea	1986	Kuwait	1960	Romania	1965	Viet Nam	1984
Democratic Republic of the Congo	1973	Latvia	1993	Russian Federation	1958	Yemen	1979
Denmark	1959	Lebanon	1966	Saint Kitts and Nevis	2001	Zambia	2014
Djibouti	1979	Liberia	1959	Saint Lucia	1980	Zimbabwe	2005
Dominica	1979	Libya	1970	Saint Vincent and the Grenadines	1981		