



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Ανάλυση μετεωρολογικών παραθύρων (weather windows) για την υποστήριξη υπεράκτιων (θαλάσσιων) αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο.”

ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Πολιτικός Μηχανικός

A.M. : 08120803

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

Φλόκα Έλενα, Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2022

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η εκτίμηση και η ποσοτικοποίηση των επιπέδων προσβασιμότητας για τις δραστηριότητες λειτουργίας και συντήρησης κάποιων μελλοντικών θαλάσσιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα Φλόκα Έλενα, Καθηγήτρια του τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α. για την ανάθεση ενός πολύ ενδιαφέροντος θέματος και για την πολύτιμη βοήθειά της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της, καθώς και για τη συνεισφορά της μέσω της διδασκαλίας της στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών 'Ναυτική και Θαλάσσια Τεχνολογία'.

Ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής και εξεταστικής επιτροπής κ. Μπελιμπασάκη Κωνσταντίνο, Καθηγητή της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. και κ. Σουκισιάν Τακβόρ, Διευθυντή Ερευνών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε για τις χρήσιμες συμβουλές του στην εκπόνηση της εργασίας μου.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ την κα Καλογερή Χριστίνα, Διδάκτωρ του Τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α. για τη συνεργασία μας και τις χρήσιμες υποδείξεις της κατά την εκπόνηση και σύνταξη της παρούσας εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που είναι πάντα δίπλα μου.

Αθανάσιος Βασιλακόπουλος
Αθήνα, Οκτώβριος 2022

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η ποσοτικοποίηση των επιπέδων πρόσβασης σε διάφορες τοποθεσίες της Μεσογείου θάλασσας, όπου αναμένεται να εγκατασταθούν στο κοντινό μέλλον θαλάσσια αιολικά πάρκα για να επιτύχει η Ευρώπη τους κλιματικούς στόχους της, για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990 και για να καταστεί κλιματικά ουδέτερη έως το 2050, βασιζόμενοι στην κλιματολογία της περιοχής της Μεσογείου με τη χρήση στατιστικών και αριθμητικών προσεγγίσεων. Συγκεκριμένα για την υλοποίηση του στόχου διερευνήθηκαν οι κυριότεροι παράγοντες όσον αφορά τη λειτουργία και συντήρηση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων και αναλύθηκαν οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες της Μεσογείου. Πραγματοποιήθηκε μελέτη της συμπεριφοράς των μετεωρολογικών παραθύρων (weather windows) στις αναμενόμενες περιοχές ενεργειακού ενδιαφέροντος στη Μεσόγειο θάλασσα. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που ανακτήθηκαν από μία βάση δεδομένων υψηλής χωρικής ανάλυσης (5km×5km), τα οποία προέρχονται από αριθμητικές προσομοιώσεις ατμοσφαιρικών και κυματικών μοντέλων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος MARINA platform για μια περίοδο 10 ετών (2001 - 2010), που είχε ως στόχο την μελέτη και υποστήριξη υπεράκτιων δραστηριοτήτων αναφορικά με την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη ευρύτερη παράκτια περιοχή της Ευρώπης. Η ανάλυση μετεωρολογικών παραθύρων βασίστηκε σε στατιστικά και πιθανοτικά μοντέλα και πραγματοποιήθηκε η ανάλυση διαφορετικών χωρο-χρονικών κλιμάκων.

ABSTRACT

The aim of this study is to quantify the levels of access to various locations in the Mediterranean Sea, where offshore wind farms are expected to be established in the near future. The aim is to meet Europe's climate targets, to reduce greenhouse gas emissions by 55% by 2030, as compared to 1990, and to make it climate neutral by 2050, based on the climatology of the Mediterranean region using statistical and numerical approaches. In particular, the main factors in the operation and maintenance of offshore wind farms (OWF) were explored for the achievement of the objective and the local climatic conditions of the Mediterranean. A study was made on the behavior of the meteorological windows in the expected energy areas of interest in the Mediterranean Sea. The analysis used data retrieved from a high spatial analysis database (5km×5km), derived from numerical simulations of atmospheric and wave models which carried out within the framework of the European research program MARINA for a period of 10 years (2001 - 2010). That program aimed at studying and supporting offshore activities in connection with the exploitation of renewable energy sources in the wider coastal region of Europe. The weather window analysis was based on statistical and probabilistic models and different time scales were analyzed.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ	3
2.1 Η Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη	3
2.2 Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια (Offshore Wind Energy)	4
2.2.1 Υπεράκτια Αιολικά πάρκα	5
2.2.2 Κύκλος ζωής ενός υπεράκτιου πάρκου	6
2.2.3 Συντήρηση, Πρόσβαση και Διαθεσιμότητα	7
2.2.4. Σκάφη υποστήριξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων	8
3. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ	13
3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά	13
3.2 Ανεμολογικό και κυματικό πεδίο	14
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	18
4.1. Βάση Δεδομένων MARINA Platform	18
4.2. Μεθοδολογία - Ανάλυση	21
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	22
5.1 Κόλπος του Λέοντα	22
5.2 Στενό της Σικελίας	34
5.3 Τυρρηνική Θάλασσα	43
5.4 Θάλασσα της Σαρδηνίας	50
5.5 Βόρεια Αδριατική θάλασσα	54
5.6 Αιγαίο πέλαγος	60
5.7 Καρπάθιο πέλαγος	67
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ	73

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

A/Γ: Ανεμογεννήτρια

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΚΠΑ: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Μ.Σ.Θ.: Μέση Στάθμη Θάλασσας

CMSs: Condition Monitoring Systems

CO₂: Carbon dioxide (Διοξείδιο του άνθρακα)

GW: GigaWatt [10^9 W]

H_s: Χαρακτηριστικό ή σημαντικό ύψος κύματος [m]

OWF: Offshore Wind Farm (Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο)

T_p: Περίοδος κορυφής [sec]

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1.	Τρόποι θεμελίωσης των υπεράκτιων ανεμογεννητριών.	6
Εικόνα 2.2.	Τα πέντε αντιπροσωπευτικά στάδια ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου.	7
Εικόνα 2.3.	Ενδεικτικός στόλος εγκατάστασης και συντήρησης ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου.	8
Εικόνα 2.4.	Τυπικό σκάφος Μεταφοράς Πληρώματος [CTV].	9
Εικόνα 2.5.	Τυπικό σκάφος Λειτουργικών Υπηρεσιών [SOV].	9
Εικόνα 2.6.	Τυπικό σκάφος Υποστηρικτικής Τροφοδοσίας [FSV].	10
Εικόνα 2.7.	Τυπικό Πλοίο Εγκατάστασης Ανεμογεννητριών [WTIV].	10
Εικόνα 2.8.	Τυπικό Ανυψωτικό Πλοίο (Liftboats).	11
Εικόνα 2.9.	Τυπικό Σκάφος Ανάπτυξης Πεδίου [FDV].	11
Εικόνα 3.1.	Η λεκάνη της Μεσογείου θάλασσας.	13
Εικόνα 3.2.	Βαθυμετρία της Μεσογείου έως τα 400m.	14
Εικόνα 3.3.	Τοπικοί άνεμοι της Μεσογείου.	16
Εικόνα 3.4.	Χωρική κατανομή της ταχύτητας του ανέμου (m/s) στα 80m, για την περίοδο 2001-2010	17
Εικόνα 3.5.	Χωρική κατανομή της μέσης τιμής του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs), για την περίοδο 2001-2010.	17
Εικόνα 4.1.	Χωρική κάλυψη του συνόλου των δεδομένων. Διακρίνονται οι κύριες θαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης.	19
Εικόνα 4.2.	Χάρτης με πιθανές θέσεις εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα.	20
Εικόνα 4.3.	Εντοπισμός θέσεων των πιθανών υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα, μέσω του Google Earth.	20

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1.	Διάγραμμα/Ιστόγραμμα εγκατεστημένης αιολικής ισχύς/έτος, για τα έτη 2012 έως 2021 στον ευρωπαϊκό χώρο.	3
Σχήμα 2.2.	Διάγραμμα/Ιστόγραμμα εγκατεστημένης παράκτιας αιολικής ισχύς/έτος, για τα έτη 2010 έως 2020 στον ευρωπαϊκό χώρο (αριστερός άξονας) καθώς και της συνολικής εγκατεστημένης παράκτιας ισχύς (δεξιός άξονας).	4
Σχήμα 2.3.	Όρια πρόσβασης όσον αφορά το σημαντικό ύψος κύματος (Hs) και την περίοδο κορυφής (Tp) για διαφορετικούς τύπους σκαφών εργασίας.	12
Σχήμα 5.1.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Golfe du Lion.	23
Σχήμα 5.2.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Méditerranée I & III.	23
Σχήμα 5.3.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Méditerranée I & III.	23
Σχήμα 5.4.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Medfloat Pilot Parc.	24
Σχήμα 5.5.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.	24
Σχήμα 5.6.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.	24
Σχήμα 5.7.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.	25
Σχήμα 5.8.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.	25
Σχήμα 5.9.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.	25
Σχήμα 5.10.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.	26
Σχήμα 5.11.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.	26
Σχήμα 5.12.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.	26
Σχήμα 5.13.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.	28
Σχήμα 5.14.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.	28
Σχήμα 5.15.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.	29
Σχήμα 5.16.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.	29
Σχήμα 5.17.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Golfe du Lion.	31
Σχήμα 5.18.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée I & III.	31
Σχήμα 5.19.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée II & IV.	31
Σχήμα 5.20.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Medfloat Pilot Parc.	32
Σχήμα 5.21.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Golfe du Lion.	32

Σχήμα 5.22.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée I & III.	33
Σχήμα 5.23.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée II & IV.	33
Σχήμα 5.24.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Medfloat Pilot Parc.	33
Σχήμα 5.25.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Calypso.	34
Σχήμα 5.26.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Med Wind.	35
Σχήμα 5.27.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Sicily South.	35
Σχήμα 5.28.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Calypso.	35
Σχήμα 5.29.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Med Wind.	36
Σχήμα 5.30.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Sicily South.	36
Σχήμα 5.31.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Calypso.	36
Σχήμα 5.32.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Med Wind.	37
Σχήμα 5.33.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Sicily South.	37
Σχήμα 5.34.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Calypso.	38
Σχήμα 5.35.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Med Wind.	39
Σχήμα 5.36.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Med Wind.	39
Σχήμα 5.37.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Calypso.	40
Σχήμα 5.38.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Med Wind.	41
Σχήμα 5.39.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Sicily South.	41
Σχήμα 5.40.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Calypso.	42
Σχήμα 5.41.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Med Wind.	42
Σχήμα 5.42.	Ιστογράμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Sicily South.	42
Σχήμα 5.43.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Nurax.	43
Σχήμα 5.44.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Zefiro.	44
Σχήμα 5.45.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Nurax.	44
Σχήμα 5.46.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Zefiro.	44
Σχήμα 5.47.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Nurax.	45

Σχήμα 5.48.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Zefiro.	45
Σχήμα 5.49.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Nurax.	46
Σχήμα 5.50.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Zefiro.	47
Σχήμα 5.51.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.	48
Σχήμα 5.52.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.	48
Σχήμα 5.53.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.	49
Σχήμα 5.54.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Zefiro.	49
Σχήμα 5.55.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Torres.	50
Σχήμα 5.56.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Torres.	50
Σχήμα 5.57.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Torres.	51
Σχήμα 5.58.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Torres.	52
Σχήμα 5.59.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Torres.	53
Σχήμα 5.60.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Torres.	53
Σχήμα 5.61.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Marche 1.	54
Σχήμα 5.62.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Romagna 2.	54
Σχήμα 5.63.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Marche 1.	55
Σχήμα 5.64.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Romagna 2.	55
Σχήμα 5.65.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Marche 1.	55
Σχήμα 5.66.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Romagna 2.	56
Σχήμα 5.67.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Marche 1.	57
Σχήμα 5.68.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Romagna 2.	57
Σχήμα 5.69.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Marche 1.	58
Σχήμα 5.70.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Romagna 2.	58
Σχήμα 5.71.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Marche 1.	59
Σχήμα 5.72.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Romagna 2.	59
Σχήμα 5.73.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: BA Λήμνος.	60
Σχήμα 5.74.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Μύκονος.	61

Σχήμα 5.75.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: BA Λήμνος.	61
Σχήμα 5.76.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Μύκονος.	61
Σχήμα 5.77.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά)για την περιοχή του OWF: BA Λήμνος.	62
Σχήμα 5.78.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά)για την περιοχή του OWF: Μύκονος.	62
Σχήμα 5.79.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: BA Λήμνος.	63
Σχήμα 5.80.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Μύκονος.	64
Σχήμα 5.81.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: BA Λήμνος.	65
Σχήμα 5.82.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Μύκονος.	65
Σχήμα 5.83.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: BA Λήμνος.	66
Σχήμα 5.84.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Μύκονος.	66
Σχήμα 5.85.	Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Στενό Κάσου.	67
Σχήμα 5.86.	Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Στενό Κάσου.	67
Σχήμα 5.87.	Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά)για την περιοχή του OWF: Στενό Κάσου.	68
Σχήμα 5.88.	Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Στενό Κάσου.	69
Σχήμα 5.89.	Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Στενό Κάσου.	69
Σχήμα 5.90.	Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Στενό Κάσου.	70

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1.	Τα προς εξέταση υπεράκτια αιολικά πάρκα.	20
Πίνακας 5.1.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Golfe du Lion.	28
Πίνακας 5.2.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Méditerranée I & III.	28
Πίνακας 5.3.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Méditerranée II & IV.	29
Πίνακας 5.4.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Medfloat Pilot Parc.	29
Πίνακας 5.5.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Calypso.	38
Πίνακας 5.6.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Med Wind.	39
Πίνακας 5.7.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Sicily South.	39
Πίνακας 5.8.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Nurax.	46
Πίνακας 5.9.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Zefiro.	47
Πίνακας 5.10.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Torres.	52
Πίνακας 5.11.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Marche 1.	57
Πίνακας 5.12.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Romagna 2.	57
Πίνακας 5.13.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: ΒΑ Λήμνος.	63
Πίνακας 5.14.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Μύκονος.	64
Πίνακας 5.15.	Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Στενό Κάσου.	69

Όλοι βρίζουν την θάλασσαν, ενώ πταίει ο άνεμος.

Δημήτριος Καμπούρογλου,
1852-1942,

Έλληνας λογοτέχνης – ποιητής και Ακαδημαϊκός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αυξανόμενη ζήτηση της ενέργειας τις τελευταίες δεκαετίες σε παγκόσμιο επίπεδο οδήγησε στην αυξανόμενη κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων, προκαλώντας μία σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων που σταδιακά διογκώνονται. Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα είναι η έκλυση των αερίων του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για καθαρότερες μορφές ενέργειας (απανθρακοποίηση της ενέργειας). Αρκετές χώρες έχουν στραφεί στην εκμετάλλευση των ΑΠΕ, αφού είναι ανεξάντλητες, άφθονες, περιβαλλοντικά καθαρότερες και συνεισφέρουν στην ενεργειακή αυτάρκεια. [1]

Μεταξύ των διαφόρων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αιολική ενέργεια έχει αποκτήσει τον πιο σημαντικό ρόλο στον ενεργειακό χώρο. Η αιολική βιομηχανία παράγει καθαρή ηλεκτρική ενέργεια που είναι ανταγωνιστική με την υφιστάμενη τεχνολογία που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα να έχει επεκταθεί από τις χερσαίες περιοχές σε υπεράκτιες περιοχές, με την Ευρώπη να κατέχει ηγετικό ρόλο στην παγκόσμια υπεράκτια αιολική ενέργεια – χώρες που βρέχονται από τη Βόρεια θάλασσα - . Η εξέλιξη της βιομηχανίας των Α/Γ, η οποία οδήγησε στη μετάβαση από Α/Γ σταθερής βάσης σε πλωτές Α/Γ βαθέων υδάτων, καθιστά πλέον εκμεταλλεύσιμο το υπεράκτιο δυναμικό ακόμα και σε θάλασσες με μεγάλα βάθη (>50m), όπως είναι η Μεσόγειος θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, οι χώρες της Μεσογείου με υψηλό αιολικό δυναμικό εισέρχονται δυναμικά στον χώρο των θαλάσσιων ΑΠΕ, αφού με την τωρινή τεχνολογία μπορούν να αξιοποιηθούν περιοχές βαθέων υδάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακολουθώντας το παράδειγμα των χωρών της Βόρειας θάλασσας και του Ατλαντικού ωκεανού.[1]

Αποτελεί πρόκληση για την αιολική βιομηχανία η παροχή μιας τελικής παραγωγής ενέργειας που να είναι συγκρίσιμη από πλευράς κόστους με την ενέργεια που ανακτάται από τα ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα η αιολική βιομηχανία να έχει επεκταθεί από τις χερσαίες περιοχές στις υπεράκτιες με σημαντική μάλιστα επιτυχία. Καθώς η ζήτηση για αιολική ενέργεια αυξάνεται και οι κατάλληλες τοποθεσίες με ρηχά νερά κοντά στη ξηρά γίνονται ολοένα και σπανιότερες, η τεχνολογία οδηγείται στην εύρεση λύσεων για εγκατάσταση θαλάσσιων αιολικών πάρκων σε περιοχές με μεγαλύτερα βάθη (>50m). Πλέον περιοχές βαθέων υδάτων, όπως η Μεσόγειος θάλασσα, με υψηλό αιολικό δυναμικό εισέρχονται δυναμικά στον χώρο των θαλάσσιων ΑΠΕ αφού μπορούν με την τωρινή τεχνολογία να συμβάλουν σημαντικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. [1]

Η εκμετάλλευση των υπεράκτιων θαλάσσιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πραγματοποιείται σε ένα δύσκολο περιβάλλον, όπως το είναι το θαλάσσιο. Αυτό έχει ως συνέπεια να υπάρχουν αρκετοί περιοριστικοί παράγοντες (κυματισμοί, άνεμος, περίοδος κυμάτων) που να δυσχεραίνουν τη λειτουργία και τη συντήρηση των υπεράκτιων Α/Γ, οι οποίοι καθιστούν την λειτουργία τους πιο δύσκολη, δαπανηρή και χρονοβόρα συγκριτικά με αυτή ενός χερσαίου αιολικού πάρκου. Οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας και κατά συνέπεια την πρόσβαση σε ένα θαλάσσιο αιολικό έργο όταν επικρατούν αντίξοες καιρικές συνθήκες. Επομένως, ο προγραμματισμός των δραστηριοτήτων της λειτουργίας και της συντήρησης ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου απαιτεί την προσβασιμότητα για ορισμένο χρονικό διάστημα σε αυτό για την εκτέλεση των ανωτέρω εργασιών. [2]

Σκοπός της εργασίας είναι η ποσοτικοποίηση των επιπέδων πρόσβασης σε διάφορες τοποθεσίες της Μεσογείου θάλασσας, όπου αναμένεται να εγκατασταθούν στο κοντινό μέλλον θαλάσσια αιολικά πάρκα για να επιτύχει η Ευρώπη τους κλιματικούς στόχους της, για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990 και για να καταστεί κλιματικά ουδέτερη έως το 2050. [3]

Για την ποσοτικοποίηση των επιπέδων πρόσβασης στις περιοχές εγκατάστασης της Μεσογείου θάλασσας απαιτείται η ανάλυση κλιματολογικών και κυματικών δεδομένων τα οποία ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων MARINA Platform, και δεδομένου ότι ο κυρίαρχος παράγοντας για την πρόσβαση στις υπεράκτιες ΑΠΕ αποτελεί το ύψος κύματος, ενώ δευτερεύοντες παράγοντες είναι η ταχύτητα του ανέμου, η περίοδος κορυφής και τα παλιρροϊκά ρεύματα. Μέσω της χρήσης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των κλιματολογικών και κυματικών δεδομένων απαντώνται για κάθε τοποθεσία ξεχωριστά τα ακόλουθα:

- α) Η συχνότητα του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s).
- β) Η συχνότητα της περιόδου κορυφής (T_p).
- γ) Η συχνότητα της ταχύτητας του ανέμου και η διεύθυνσή του.
- δ) Τα ποσοστά πρόσβασης για διάφορα όρια υψών κύματος και μήκη μετεωρολογικών παραθύρων.
- ε) Το μέσο μηνιαίο ύψος κύματος και το αντίστοιχο ποσοστό πρόσβασης έχοντας ως όριο ύψους κύματος τα 1,50m.
- στ) Η μέση ετήσια διάρκεια αναμονής για διάφορα μήκη μετεωρολογικών παραθύρων θέτοντας ως όριο ύψους κύματος τα 1,50m ,

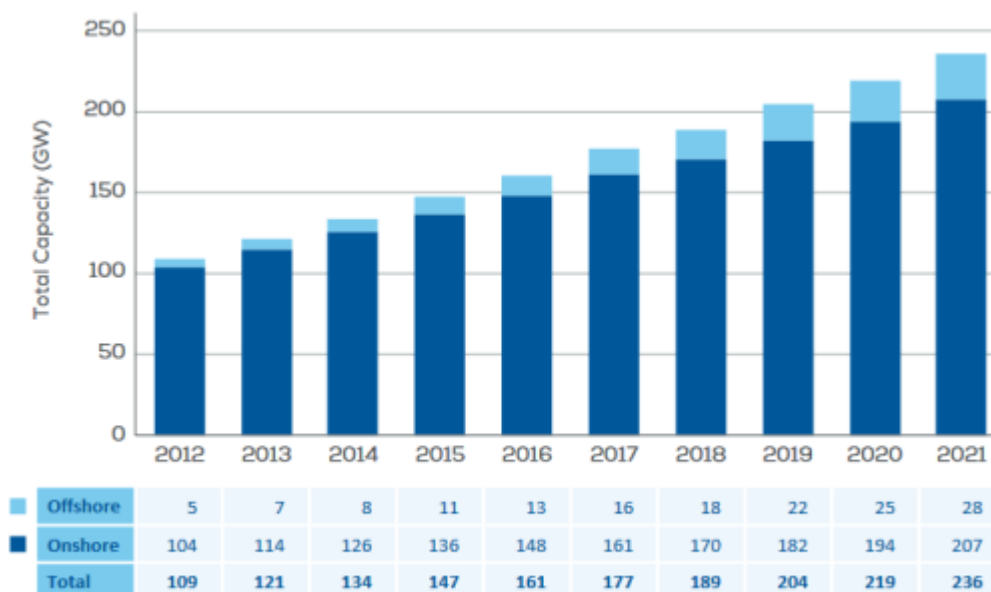
προκειμένου να εξασφαλιστεί η υψηλή διαθεσιμότητα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, για γρήγορες και επιτόπιες επισκευές και συντηρήσεις ή/και την πιθανή αποσυναρμολόγηση τμημάτων μίας ανεμογεννήτριας και την μεταφορά τους σε μία βάση στην ακτή για την επισκευή ή την αντικατάστασή τους. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό οι μελλοντικές τοποθεσίες εγκατάστασης να διαθέτουν ένα υψηλό επίπεδο προσβασιμότητας το οποίο με τη σειρά του δημιουργεί μία υψηλή διαθεσιμότητα του θαλάσσιου αιολικού πάρκου.

2. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω κατάλληλης τεχνολογίας, όπως αυτήν των ανεμογεννητριών (Α/Γ). Μέσω της περιστροφής των πτερυγίων της Α/Γ επιτυγχάνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του αέρα σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια μέσω της γεννήτριας γίνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια.

2.1 Η Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη

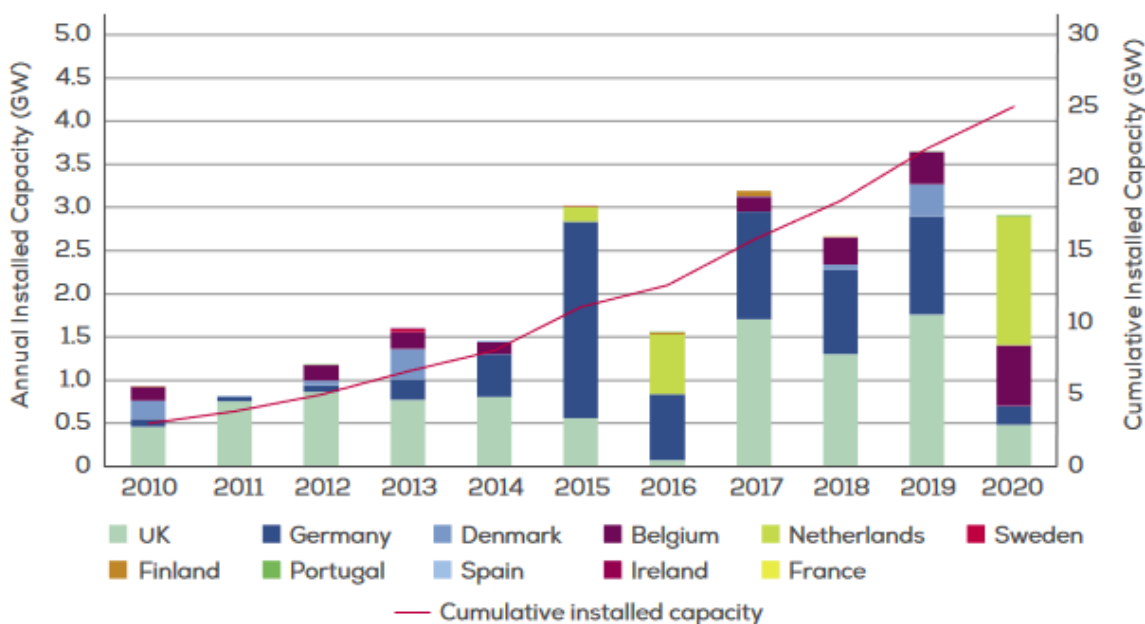
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), σύμφωνα με το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχήμα 2.1) της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος για τη δεκαετία 2012 - 2021 από την Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (Wind-Europe), παρατηρείται μία ανοδική τάση της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στα κράτη μέλη αφού η εγκατεστημένη ισχύς της όλο και αυξάνεται. Συγκεκριμένα, η τιμή των 109GW εγκατεστημένης ισχύς του 2012 έφθασε το 2021 τα 236GW μόλις σε βάθος μίας δεκαετίας. Επίσης από το διάγραμμα διακρίνεται πλέον και ο δυναμικός ρόλος των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, αφού το 4,5% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα για το 2012 πλέον το 2021 ξεπερνάει το 11%, γεγονός που καταδεικνύει την σπουδαιότητα της εγκατάστασης των αιολικών πάρκων στο θαλάσσιο περιβάλλον, αφού οι χερσαίες τοποθεσίες είναι πλέον περιορισμένες.



Source: WindEurope

Σχήμα 2.1. Διάγραμμα/Ιστόγραμμα εγκατεστημένης αιολικής ισχύος/έτος, για τα έτη 2012 έως 2021 στον ευρωπαϊκό χώρο. [4]

Όσον αφορά τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και την εγκατεστημένη ισχύ τους, στο Σχήμα 2.2, απεικονίζεται για τα έτη 2010 - 2020 η ετήσια εγκατεστημένη ισχύς στον αριστερό άξονα και η συνολική εγκατεστημένη παράκτια ισχύς στο δεξιό άξονα. Παρατηρείται ότι η εγκατεστημένη ισχύς των παράκτιων αιολικών πάρκων στην Ευρώπη ήταν περί τα 25GW το 2020 και επίσης ότι η πλειονότητα της βρίσκεται στις βόρειες χώρες που βρέχονται από τη Βόρεια θάλασσα.



Source: WindEurope

Σχήμα 2.2. Διάγραμμα/Ιστόγραμμα εγκατεστημένης παράκτιας αιολικής ισχύς/έτος, για τα έτη 2010 έως 2020 στον ευρωπαϊκό χώρο (αριστερός άξονας) καθώς και της συνολικής εγκατεστημένης παράκτιας ισχύς (δεξιός άξονας). [5]

Ο καθοριστικός ρόλος της ευρωπαϊκής τεχνολογίας στον τομέα των ΑΠΕ, με τη συνεχή εξέλιξη στην αιολική ενέργεια, όπου ανέπτυξε πλωτές υπεράκτιες κατασκευές για τη στήριξη των Α/Γ με αποτέλεσμα πλέον να αξιοποιούνται θαλάσσιες περιοχές που πριν μερικές δεκαετίες ήταν αδύνατο. Ακόμα ένα πλεονέκτημα που διαθέτει η Ευρώπη βασίζεται στο τεράστιο δυναμικό που προσφέρουν οι ευρωπαϊκές θάλασσες, από τη Βόρεια και τη Βαλτική θάλασσα έως τη Μεσόγειο, από τον Ατλαντικό έως τον Εύξεινο Πόντο, καθώς και από τις θάλασσες που περιβάλλουν τις εξόχως απόκεντρες περιοχές της ΕΕ και τις υπερπόντιες χώρες και εδάφη. Η αξιοποίηση αυτού του τεχνολογικού και φυσικού δυναμικού έχει καθοριστική σημασία για να επιτύχει η Ευρώπη τους κλιματικούς στόχους της, για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990 και για να καταστεί κλιματικά ουδέτερη έως το 2050. Για την επίτευξη αυτής της μείωσης θα απαιτηθεί η κλιμάκωση του κλάδου της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, η οποία εκτιμάται ότι θα χρειαστεί λιγότερο από το 3% του ευρωπαϊκού θαλάσσιου χώρου. [3]

2.2. Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια παράγεται από τον άνεμο που πνέει επάνω από τη θάλασσα. Οι υπεράκτιοι άνεμοι παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, σε σύγκριση με τους ανέμους στη ξηρά, τα οποία είναι [7]:

- α. Ισχυρότεροι άνεμοι με συνέπεια η παραγόμενη ισχύς να είναι σημαντικά υψηλότερη.
- β. Μικρότερη μεταβλητότητα, και
- γ. Υπάρχει μεγαλύτερος διαθέσιμος χώρος για τις υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις.

2.2.1. Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα

Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) που χρησιμοποιούνται στα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ισχυρότερες / βελτιωμένες εκδόσεις των αντίστοιχων Α/Γ που τοποθετούνται στη ξηρά. Αν και η αρχιτεκτονική τους αντιγράφει αυτή των συμβατικών χερσαίων Α/Γ, ενσωματώνουν σημαντικές βελτιώσεις λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η διαφοροποίηση που κάποιος αντιλαμβάνεται ανάμεσα στα δύο είδη Α/Γ έγκειται στο μέγεθός τους και κατ' επέκταση στο ποσό της παραγόμενης ισχύος, στον τρόπο έδρασης / θεμελίωσης και στον τρόπο συντήρησης στο θαλάσσιο περιβάλλον για τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες. [8]

Ο διαχειριστής του έργου είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση της υποδομής, του σχεδιασμού της κατασκευής και της εγκατάστασης ώστε να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ των Α/Γ και των πύργων, τα οποία καθορίζονται από τους κατασκευαστές για ένα συγκεκριμένο καθεστώς ανέμου. Η κατάλληλη ενοποίηση σχεδιασμού της υποδομής με την γεννήτρια και τον πύργο αποτελεί το πρωταρχικό μέλημα τόσο για τους προγραμματιστές του έργου όσο και για τις ρυθμιστικές αρχές. Η ισχύς των υπεράκτιων Α/Γ είναι μεγαλύτερη από αυτήν των αντίστοιχων της ξηράς και αυτό συμβαίνει επειδή οι άνεμοι στην ανοικτή θάλασσα είναι ισχυρότεροι και σταθερότεροι από εκείνους στη ξηρά και για το λόγο αυτό οι υπεράκτιες Α/Γ μπορεί να είναι μεγαλύτερες σε ισχύ. Επίσης το μέγεθος των χερσαίων Α/Γ περιορίζεται εν μέρει από τα όρια του μεγέθους και του βάρους των τμημάτων (πτερύγια, πύργοι, εξοπλισμός κατασκευής, κτλ) που μπορούν να μεταφερθούν πάνω από το έδαφος.

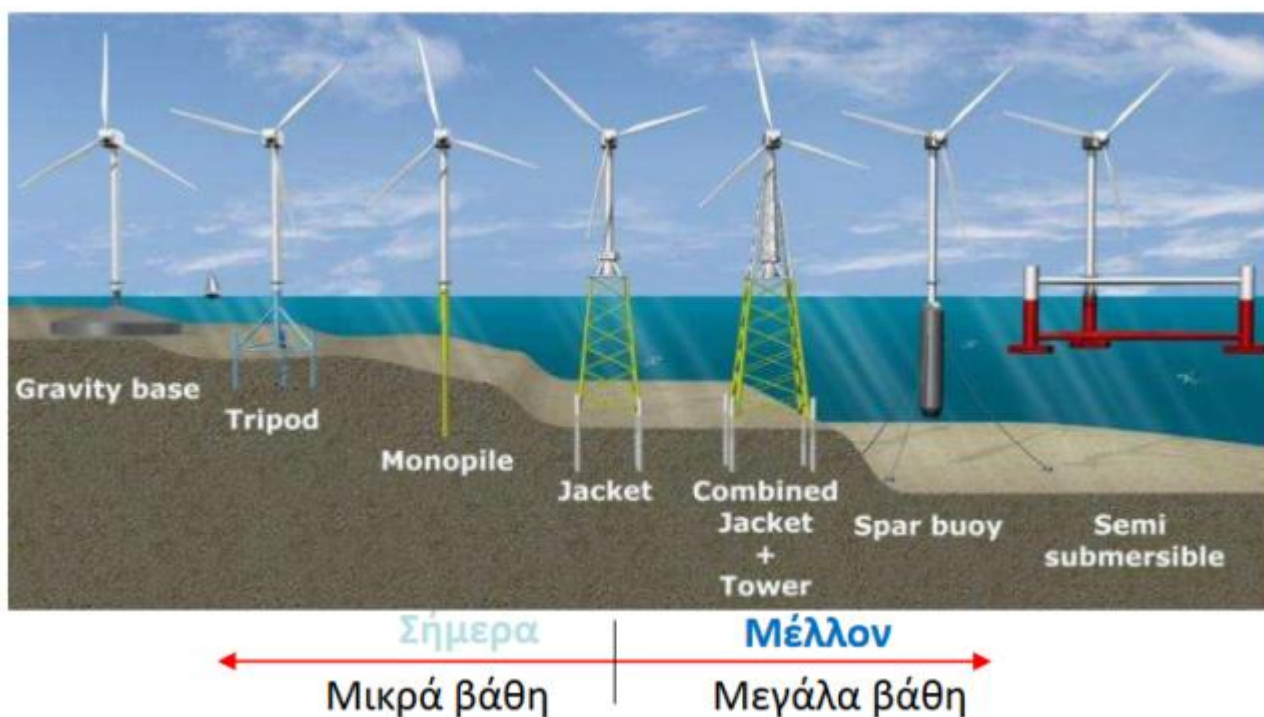
Συγκεκριμένα, η διάμετρος των πτερυγίων και κατά συνέπεια η παραγόμενη ισχύς των υπεράκτιων Α/Γ είναι μεγαλύτερη καθαρά για οικονομικούς λόγους, αφού η τοποθέτηση αλλά και η συντήρηση της στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι περισσότερο δαπανηρή, οπότε προτιμούνται να εγκαθίστανται Α/Γ μεγαλύτερης ηλεκτρικής ισχύος συγκριτικά με τις χερσαίες. Τέλος το προσωπικό συντήρησης στο θαλάσσιο περιβάλλον αντιμετωπίζει μεγαλύτερες δυσκολίες πρόσβασης με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης των υπεράκτιων Α/Γ. [8]

Οι τροποποιήσεις των υπεράκτιων Α/Γ σε σχέση με αυτές της ξηράς περιλαμβάνουν την ενίσχυση του πύργου εξαιτίας του επιπρόσθετου φορτίου των κυματισμών, τη συμπίεση του πύργου και λόγω του έντονα διαβρωτικού χαρακτήρα της θάλασσας – παρουσία νερού, αλατότητες και υψηλή υγρασία – οι υπεράκτιες Α/Γ διαθέτουν αναβαθμισμένα ηλεκτρικά συστήματα και εξαρτήματα ώστε να διατηρείται η υγρασία (το σπρέι) μακριά από τα κρίσιμα σημεία όπως είναι τα συστήματα μετάδοσης κίνησης και τα ηλεκτρικά εξαρτήματα. Επιπλέον οι εξωτερικές επιφάνειες των υπεράκτιων Α/Γ απαιτούν συστήματα αντιδιαβρωτικής προστασίας και επιστρώσεις υψηλής ποιότητας βαφής, με τα περισσότερα μέρη να είναι βαμμένα σε ανοικτό γκρι χρώμα για την ελαχιστοποίηση των οπτικών οχλήσεων. Ο πύργος επίσης φέρει πλατφόρμα για την πρόσβαση του προσωπικού σε εργασίες συντήρησης και της παροχής καταφυγίου σε έκτακτη ανάγκη.

Η αντικεραυνική προστασία είναι υποχρεωτική τόσο για τις χερσαίες Α/Γ όσο και για τις υπεράκτιες Α/Γ. Οι συστοιχίες των Α/Γ είναι εξοπλισμένες με προειδοποιητικά φώτα για τη διέλευση αεροσκαφών, φωτεινούς δέκτες στις βάσεις των πύργων και σήματα για την ομίχλη για την ασφαλή πλοήγηση των πλοίων. Για τη μείωση του λειτουργικού κόστους και για την απόδοση της συντήρησης, οι υπεράκτιες Α/Γ είναι εξοπλισμένες με συστήματα παρακολούθησης της κατάστασής τους (CMSs), τα οποία συστήματα μετρούν τους κραδασμούς σε διάφορα σημεία σε όλο το σύστημα μετάδοσης κίνησης (συμπεριλαμβανομένου και των ρουλεμάν του κυρίου άξονα, του κιβωτίου ταχυτήτων και της γεννήτριας) και επίσης παρακολουθούν τις λειτουργικές παραμέτρους όπως η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου επάνω από την άτρακτο, την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στην έξοδο, την

θερμοκρασία περιέλιξης της γεννήτριας, την ταχύτητα περιστροφής του κύριου άξονα, τις θερμοκρασίες των ρουλεμάν και τη θερμοκρασία και τις πιέσεις των ρευστών / λαδιού στο κιβώτιο ταχυτήτων, των λιπαντικών και υδραυλικών συστημάτων ελέγχου. Οι υπεράκτιες Α/Γ επίσης εξοπλίζονται με αυτόματα συστήματα λίπανσης των ρουλεμάν. Γενικά συστημάτων τα οποία υπερβαίνουν τις τυπικές διατάξεις συντήρησης των Α/Γ της ξηράς. [8]

Τέλος, το βάθος της θάλασσας αποτελεί έναν παράγοντα βιωσιμότητας των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, διότι το κόστος της θεμελίωσης αυξάνεται σημαντικά καθώς αυξάνεται το βάθος. Ως προς τον τρόπο έδρασης / θεμελίωσης των υπεράκτιων Α/Γ υπάρχει η διάκριση σε α) σταθερής βάσης στον πυθμένα και σε β) πλωτής κατασκευής (Εικόνα 2.1). Το βάθος θεμελίωσής τους στη θάλασσα κατατάσσεται γενικά σε τρεις κατηγορίες: α) ρηχά νερά (0-30m), β) μεταβατικά νερά (30-50m) και γ) βαθιά νερά (50-200m). Ως εκ τούτου, διάφοροι τύποι θεμελίωσης έχουν ήδη αναπτυχθεί και ορισμένοι τύποι βρίσκονται υπό ανάπτυξη.



Εικόνα 2.1. Τρόποι θεμελίωσης των υπεράκτιων ανεμογεννητριών. [9]

2.2.2. Κύκλος ζωής ενός υπεράκτιου πάρκου

Ο κύκλος ζωής ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου αποτελείται από τα παρακάτω στάδια (Εικόνα 2.2) [10]:

Στάδιο 1: Σχεδιασμός και εκτίμηση της παραγωγής – Στο στάδιο αυτό γίνεται η επιλογή της τοποθεσίας και η αδειοδότηση για την υλοποίηση του έργου. Η ταχύτητα του ανέμου και το βάθος της θάλασσας αποτελούν τους καθοριστικούς παράγοντες για την αξιολόγηση της τοποθεσίας. Τέλος πρέπει να παρθούν αποφάσεις σχετικά με τις λεπτομέρειες για τις Α/Γ, την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς και άλλους παράγοντες (απόσταση από ακτή, συνδεσιμότητα με το δίκτυο, προστατευμένες περιοχές, κοινωνικοί παράγοντες κτλ.).[10]

Στάδιο 2: Παραγωγή και απόκτηση – Αφορά την κατασκευή των Α/Γ, των αγκυροβολίων και των καλωδίων/αλυσίδων των αγκυρώσεων. Παραδοσιακά το κόστος της γεννήτριας είναι το σημαντικότερο.

Στάδιο 3: Εγκατάσταση και πλήρης λειτουργία - Περιλαμβάνει την εγκατάσταση των εξαρτημάτων των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, συμπεριλαμβανομένων των καλωδίων, της θεμελίωσης, του πύργου, της ατράκτου και των πτερυγίων. Σε αυτό το στάδιο απαιτούνται σκάφη εγκατάστασης και εξοπλισμός ανύψωσης (γερανοί) ανάλογα με τις επιλεγμένες μεθόδους εγκατάστασης. Για την εγγύηση της αποτελεσματικής λειτουργίας ενός υπεράκτιου πάρκου απαιτούνται εργασίες λειτουργίας, επιθεώρησης και συντήρησης κατά τη διάρκεια της ζωής του. Με μία ευρεία έννοια, σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνονται οι διάφορες θαλάσσιες δραστηριότητες όπως η μεταφορά από το λιμάνι στην τοποθεσία εγκατάστασης, η μεταφορά των εξαρτημάτων της Α/Γ στο χώρο και τη συναρμολόγηση των εξαρτημάτων. Η μεταφορά και η εγκατάσταση είναι δύο ξεχωριστές εργασίες [10].

Στάδιο 4: Λειτουργία και συντήρηση – Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την online παρακολούθηση της κατάστασης και τη συλλογή των δεδομένων από τα συστήματα παρακολούθησης καθώς και τις τακτικές επιθεωρήσεις και επισκευές των εξαρτημάτων των Α/Γ όπως τα πτερύγια και τα κιβώτια ταχυτήτων.

Στάδιο 5: Απεγκατάσταση/Ανατροφοδότηση – Στο τέλος της ζωής ενός πάρκου, ο διαχειριστής καλείται να αποφασίσει εάν το υπεράκτιο αιολικό πάρκο πρόκειται να παροπλισθεί ή να ανατροφοδοτηθεί. Ο παροπλισμός υποδηλώνει την πλήρη αφαίρεση / απεγκατάσταση των Α/Γ, ενώ η ανατροφοδότηση την ανανέωσή του με σύγχρονες Α/Γ ή με σύγχρονα και πιο αποδοτικά εξαρτήματα.



Fig. 1. Five stages typical of an offshore wind farm.

Εικόνα 2.2. Τα πέντε αντιπροσωπευτικά στάδια ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου. [10]

2.2.3. Συντήρηση, Πρόσβαση και Διαθεσιμότητα

Οι θαλάσσιες μηχανές εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι οι υπεράκτιες Α/Γ, δεδομένου ότι λειτουργούν σε ένα δύσκολο περιβάλλον έχουν ως αποτέλεσμα η συντήρησή τους να είναι πιο απαιτητική σε σχέση με τις αντίστοιχες συσκευές στη ξηρά. Στο θαλάσσιο περιβάλλον συντρέχουν αρκετοί παράγοντες που κάνουν τη λειτουργία και τη συντήρηση μίας συσκευής ΑΠΕ πιο δύσκολη, δαπανηρή και χρονοβόρα. Ο κυριότερος παράγοντας είναι η πρόσβαση. Συνεπώς, για τη λειτουργία και τη συντήρηση των υπεράκτιων συσκευών ΑΠΕ θα πρέπει να υπάρχει ένα ορισμένο / κατάλληλο χρονικό διάστημα, όπου οι καιρικές συνθήκες θα είναι ευνοϊκές ώστε οι συσκευές να είναι προσβάσιμες, τα λεγόμενα μετεωρολογικά παράθυρα (weather windows). Οι μετεωρολογικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται για να ορίσουν τέτοια παράθυρα είναι το ύψος του θαλάσσιου κύματος, η περίοδος του κύματος και η ταχύτητα του ανέμου.[2]

Υπάρχουν δύο διαδικασίες συντήρησης για τις υπεράκτιες συσκευές ΑΠΕ, α) η συντήρηση και η επισκευή της συσκευής επί τόπου, και β) η αποσυναρμολόγηση τμημάτων/εξαρτημάτων αυτής και τη μεταφορά τους σε μία βάση στην ακτή. Οι εργασίες συντήρησης θα πρέπει να είναι προγραμματισμένες και συγκεκριμένα θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε περιόδους με ήρεμες καιρικές συνθήκες που συναντώνται κυρίως στα μέσα του καλοκαιριού, δεδομένου ότι η πρόσβαση κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι περιορισμένη. Στην πράξη το διάστημα συντήρησης για πολλές μηχανές/συσκευές αποτελεί το ένα έτος, το οποίο πιθανόν να μπορεί να επεκταθεί χρονικά. Όμως, υπάρχουν ορισμένα υποσυστήματα τα οποία χρήζουν την ετήσια τακτική συντήρηση, όπως οι αλλαγές λαδιών και άλλων υγρών για τη μείωση του κινδύνου βλάβης/φθοράς στη διάρκεια της κανονικής ζωής τους. Για το λόγο αυτό οι θαλάσσιες συσκευές πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο τέτοιο ώστε να έχουν υψηλή αξιοπιστία του συστήματος για τουλάχιστον ένα έτος, για την αποφυγή μίας απρογραμμάτιστης βλάβης από το πρόγραμμα συντήρησης. [2]

Τέλος ως διαθεσιμότητα μιας συσκευής ΑΠΕ ορίζεται ο χρόνος στον οποίο η συσκευή είναι σε ετοιμότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων όπως τα ποσοστά βλαβών (αξιοπιστία συσκευής), το χρόνο διακοπής της λειτουργίας για ανάκτηση μετά από τη βλάβη, την προσβασιμότητα της συσκευής, την έλλειψη ανταλλακτικών και άλλα υλικοτεχνικά προβλήματα. Επομένως η προσβασιμότητα επηρεάζει άμεσα τη διαθεσιμότητα μιας συσκευής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι χερσαίες Α/Γ με 100% πρόσβαση έχουν επίπεδα διαθεσιμότητας 98% ή και περισσότερο ενώ τα υπεράκτια αιολικά πάρκα στη Βόρεια θάλασσα έχουν πρόσβαση συνήθως μεταξύ του 60% με 80% με όριο πρόσβαση την τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος $H_s=1,50m$.

2.2.4. Σκάφη υποστήριξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων

Ένα κρίσιμο στοιχείο στον προγραμματισμό της λειτουργίας και της συντήρησης ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου αποτελεί το σύνολο των περουσιακών στοιχείων – κατάλληλα σκάφη - για τις εργασίες εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης που χρησιμοποιούνται. Γενικά ένα ευρύ φάσμα σκαφών έχει αναπτυχθεί από τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου που κυμαίνεται από τη γενική ρυμούλκηση έως ειδικά πλοία υποστήριξης, καθώς επίσης ότι για τη θαλάσσια βιομηχανία ενέργειας μπορεί να αναπτυχθεί μία αγορά πλοίων για την κατασκευή σκαφών ειδικού σκοπού ώστε να μπορούν να αναλάβουν εργασίες εγκατάστασης και συντήρησης με μεγαλύτερη οικονομική αποδοτικότητα [11].



Εικόνα 2.3. Ενδεικτικός στόλος εγκατάστασης και συντήρησης ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου. [12]

Οι διάφοροι τύποι σκαφών που χρησιμοποιούνται συνήθως στην υπεράκτια αιολική βιομηχανία σύμφωνα με την αμερικανική ακτοφυλακή (United States Coast Guard) παρουσιάζονται στη συνέχεια με τις τυπικές χρήσεις κάθε σκάφους. [13]

- Σκάφος Μεταφοράς Πληρώματος (Crew Transfer Vessel [CTV])

Η κύρια λειτουργία ενός CTV είναι να μεταφέρει μικρά πληρώματα τεχνικών σε εγκαταστάσεις υπεράκτιων ανεμογεννητριών για ημερήσιες λειτουργίες, επιθεωρήσεις και συντήρηση. Τα CTV είναι σκάφη ανεφοδιασμού ανοικτής θάλασσας ή μικρά επιβατικά, που αποτελούνται από αλουμιένια τρόπιδα/καρίνα τύπου καταμαράν με μέση ταχύτητα περίπου 20 κόμβων. Ένα τυπικό σκάφος CTV catamaran φαίνεται στην Εικόνα 2.4. Τα σκάφη περιλαμβάνουν θέσεις/καθίσματα για έως 36 άτομα. Τα σκάφη αυτά έχουν όρια πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 2,00m. [13],[6]



Εικόνα 2.4. Τυπικό σκάφος Μεταφοράς Πληρώματος [CTV]. [13]

- Σκάφος Λειτουργικών Υπηρεσιών (Service Operations Vessels [SOV])

Τα SOV είναι πλοία με δυνατότητα δυναμικής τοποθέτησης (Dynamic Positioning), τα οποία μπορούν να λειτουργούν ως καταλύματα για τους εργαζόμενους και ως βοηθητικές πλατφόρμες για εργασίες συντήρησης και επισκευής των ανεμογεννητριών. Το SOV είναι εξοπλισμένο με διαδρόμους ' walk to work ' και με μικρούς γερανούς (έως 10tn) για τη μεταφορά εξοπλισμού στη βάση της πλατφόρμας, Εικόνα 2.5. Τα SOV μπορεί να περιλαμβάνουν πλευρικές λέμβους που μπορούν και χρησιμοποιούνται για στη μεταφορά των τεχνικών σε πολλές τοποθεσίες στο θαλάσσιο αιολικό πάρκο.



Εικόνα 2.5. Τυπικό σκάφος Λειτουργικών Υπηρεσιών [SOV]. [13]

- Σκάφος Υποστηρικτικής Τροφοδοσίας (Feeder Support Vessel [FSV])

Τα FSV είναι κατασκευασμένα και σχεδιασμένα για τη μεταφορά φορτίων στο κατάστρωμα, όπως οι γεννήτριες και τα πτερύγια των ανεμογεννητριών για την τροφοδοσία των πλοίων εγκατάστασης και μπορούν να παρέχουν καταλύματα έως πενήντα (50) ατόμων προσωπικό, Εικόνα 2.6. Τα σκάφη αυτά έχουν όρια πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 1,80m. [13], [11]



Εικόνα 2.6. Τυπικό σκάφος Υποστηρικτικής Τροφοδοσίας [FSV]. [14]

- Πλοίο Εγκατάστασης Ανεμογεννητριών (Wind Turbine Installation Vessel [WTIV])

Τα WTIV παρέχουν τις υπηρεσίες εγκατάστασης και κατασκευής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου. Σε ρηχά νερά τα WTIV μπορούν να αυτο-ανυψωθούν όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.7, ενώ στα βαθύτερα νερά τα WTIV λειτουργούν ως βαρέα πλοία. Τα WTIV μπορούν να έχουν καταλύματα και να στεγάσουν πενήντα (50) ή/και περισσότερα άτομα προσωπικό και το κατάστρωμά τους είναι σχεδιασμένο για φορτία μεταφοράς γεννητριών, πτερυγίων και λοιπού εξοπλισμού. Στα WTIV ανήκουν τα jack up τα οποία έχουν όρια πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 3,00m καθώς πλέον και τα 2,50m σε συνθήκες εργασίας. Τα συγκεκριμένα λόγω του γερανού – ανύψωση φορτίων – έχουν έναν επιπλέον περιορισμό στην ταχύτητα του ανέμου σε 16,0m/sec. [13], [15]



Εικόνα 2.7. Τυπικό Πλοίο Εγκατάστασης Ανεμογεννητριών [WTIV]. [13]

- Ανυψωτικά Πλοία (Liftboats)

Τα ανυψωτικά σκάφη χρησιμοποιούνται ως SOV και FSV σε αιολικά πάρκα κοντά στην ακτή και σε πιο ρηχά νερά, όπως στο αιολικό πάρκο Block Island. Τα ανυψωτικά σκάφη έχουν κινητά στηρίγματα ικανά να ανυψώσουν το σκάφος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, Εικόνα 2.8. Λόγω του μήκους των στηριγμάτων και των απαιτήσεων για διάκενο αέρα, τα ανυψωτικά σκάφη περιορίζονται από το βάθος του νερού με αποτέλεσμα να παραμένουν πιο κοντά στην ακτή. [13]



Εικόνα 2.8. Τυπικό Ανυψωτικό Πλοίο (Liftboats). [13]

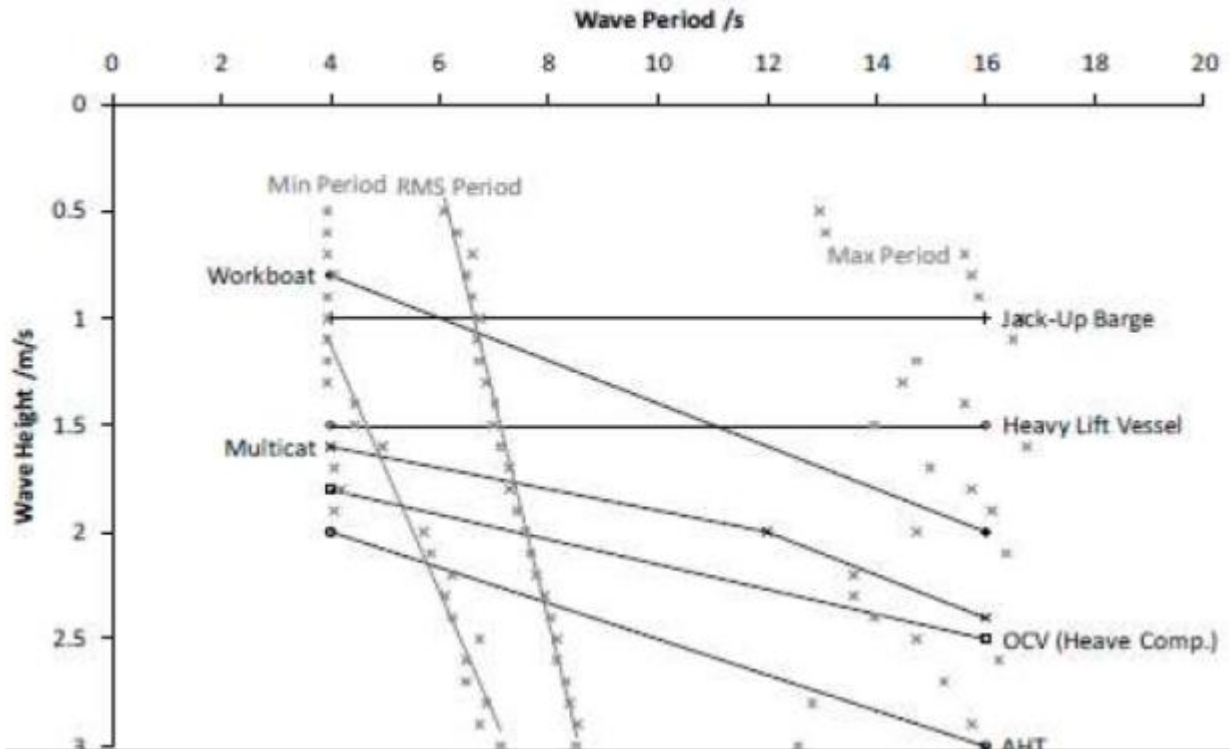
- Σκάφος Ανάπτυξης Πεδίου (Field Development Vessel [FDV])

Τα FDV έχουν σχεδιαστεί για την σύνδεση και τοποθέτηση των καλωδίων των υπεράκτιων αιολικών κατασκευών μεταξύ τους εντός του πεδίου και με καλώδια που συνδέουν τη δομή με την ακτή, για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από το πεδίο στην στεριά, Εικόνα 2.9. [13]



Εικόνα 2.9. Τυπικό Σκάφος Ανάπτυξης Πεδίου [FDV]. [16]

Γενικά τα σκάφη εργασίας, ανάλογα με τον τύπο τους, έχουν διαφορετικά όρια πρόσβασης και τα όρια αυτά δρούν συνδυαστικά με το ύψος και την περίοδο του κύματος. Στο Σχήμα 2.3. φαίνεται η εξάρτηση του ύψους κύματος και της περιόδου για διάφορους τύπους πλοίων εργασίας.



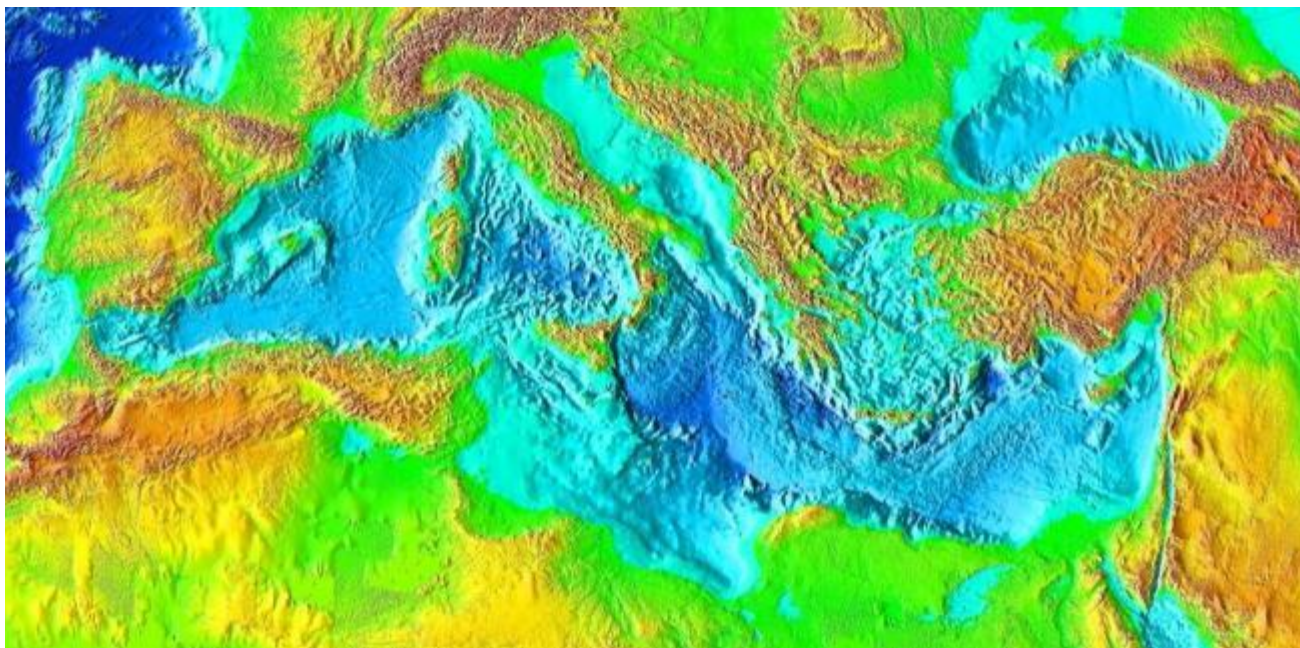
Σχήμα 2.3. Όρια πρόσβασης όσον αφορά το σημαντικό ύψος κύματος (H_s) και την περίοδο κορυφής (T_p) για διαφορετικούς τύπους σκαφών εργασίας. [6]

3. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Στο Κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν τα κύρια χαρακτηριστικά της λεκάνης της Μεσογείου, τα οποία είναι αλληλένδετα και αναμένεται να διαμορφώσουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη των θαλάσσιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Μεσόγειο θάλασσα.

3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Η λεκάνη της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από γεωμορφολογικές ιδιαιτερότητες που συνδέονται με τη σκοπιμότητα της ανάπτυξης των θαλάσσιων ΑΠΕ. Η γεωγραφική θέση της Μεσογείου στον παγκόσμιο χάρτη προσδιορίζεται από τους γεωγραφικούς παραλλήλους 30° 15' Β. έως 45° 50' Β. και από τα γεωγραφικά μήκη 05° 21' Δ. μέχρι 36° 10' Α. Δυτικά επικοινωνεί με τον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω του πορθμού του Γιβραλτάρ, ενώ βορειανατολικά με τη Μαύρη Θάλασσα μέσω των Δαρδανελλίων, της θάλασσας του Μαρμαρά και του στενού του Βοσπόρου, και νοτιοανατολικά συνδέεται με την Ερυθρά θάλασσα μέσω της διώρυγας του Σουέζ.



Εικόνα 3.1. Η λεκάνη της Μεσογείου θάλασσας. [17]

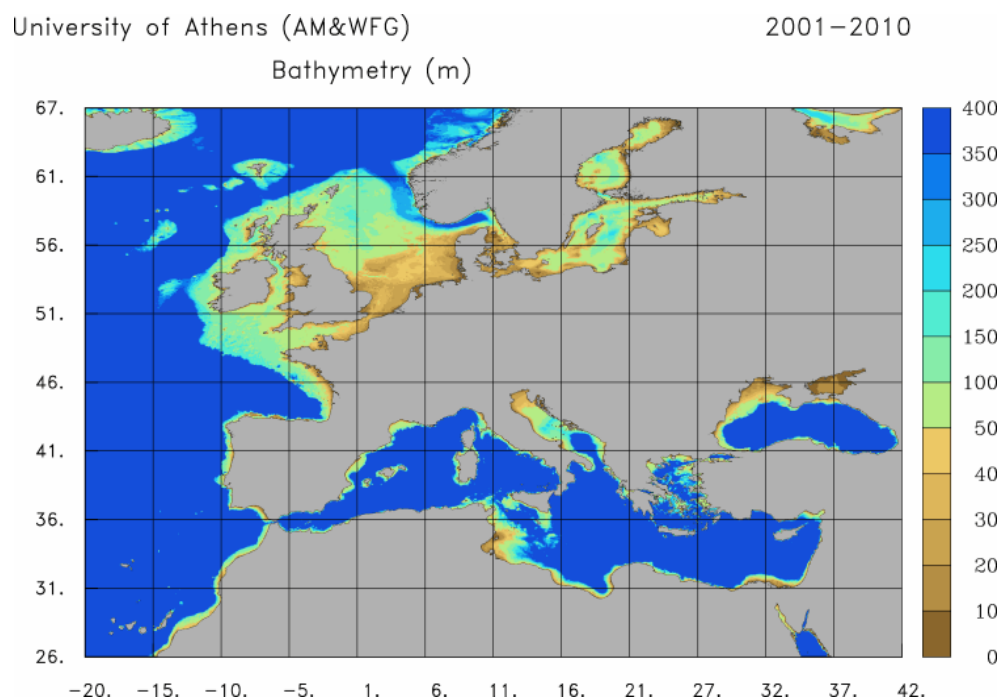
Η Μεσόγειος θάλασσα έχει έκταση περίπου 2.500.000km², το μέγιστο μήκος της από το Γιβραλτάρ μέχρι τις ακτές της Συρίας αγγίζει τα 4.000km ενώ το μέγιστο πλάτος της περί τα 1.800km. Η ακτογραμμή της είναι αρκετά μεγάλη και ακανόνιστη, κυρίως στην Ιβηρική, Ιταλική και Βαλκανική χερσόνησο. Το μήκος της ακτογραμμής υπολογίζεται σε περίπου 46.000km, εκ των οποίων τα 19.000km ανήκουν σε νησιά. Οι ακτογραμμές αυτές περιβάλλονται από οροσειρές και δελταϊκές ζώνες μεγάλων ποταμών. Από τις παράκτιες περιοχές το 54% έχει βραχώδεις ακτές με την συνύπαρξη υψηλών βράχων κυρίως στην Ισπανία και Κροατία, ενώ το 46% έχει αμμώδεις ακτές. [7]

Το μέσο βάθος της λεκάνης της Μεσογείου είναι περίπου 1.500m. Το ύψωμα στην περιοχή μεταξύ της Σικελίας και Τυνησίας βάθους 400m και πλάτους 35km χωρίζει τη Μεσόγειο σε δύο υπολεκάνες τη δυτική και την ανατολική, αντίστοιχα. Στη Μεσόγειο θάλασσα εντάσσονται μικρότερες θάλασσες, στην δυτική υπολεκάνη βρίσκονται η θάλασσα του Αλποράν, η Ιβηρική - Βαlearική θάλασσα, η θάλασσα της Λιγουρίας και η Τυρρηνική θάλασσα, ενώ στην ανατολική υπολεκάνη

εντάσσονται η Αδριατική θάλασσα, το Ιόνιο πέλαγος, το Αιγαίο πέλαγος και η θάλασσα της Λεβαντίνης. Το πιο ρηχό τμήμα ολόκληρη της λεκάνης, περίπου 150m, βρίσκεται στη βόρεια Αδριατική θάλασσα, ενώ το βαθύτερο σημείο της είναι το « *φρέαρ των Οινουσσών* » και βρίσκεται στο Ιόνιο πέλαγος, νοτιοδυτικά της Πύλου, με βάθος 5.121m. Η δυτική υπολεκάνη της Μεσογείου έχει επίπεδο βυθό, ενώ η ανατολική παρουσιάζει ιδιαίτερη τοπογραφία του βυθού.

Η Μεσόγειος θάλασσα χαρακτηρίζεται από μία στενή υφαλοκρηπίδα καθώς οι βουνοπλαγιές της πέφτουν απότομα στη θάλασσα. Συγκεκριμένα, οι στενές και απότομες υφαλοκρηπίδες υπάρχουν στις ακτές νότια και βόρεια της Τουρκίας, στις ακτές της Κρήτης, της Αφρικής, της Σαρδηνίας, της Κορσικής, στις ακτές δυτικά της Ιταλικής χερσονήσου, της Ιβηρικής χερσονήσου και των Βαλεαρίδων νήσων. Ευρείες υφαλοκρηπίδες (άνω των 50km) παρατηρούνται έξω από τις εκβολές των ποταμών Έβρου και Ροδανού. Η Αδριατική θάλασσα εξαιτίας των κοιτασμάτων του Πάδου ποταμού παρουσιάζει μία ιδιαίτερα καλά ανεπτυγμένη υφαλοκρηπίδα με εκτεταμένες ρηχές περιοχές, βάθους μικρότερες των 100m. Το ίδιο ισχύει και στην περιοχή των εκβολών του Νείλου ποταμού. [7]

Οι κατάλληλες περιοχές ως προς τη βαθυμετρία προς το παρόν για την ανάπτυξη των θαλάσσιων ΑΠΕ στη Μεσόγειο παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2. Βαθυμετρία της Μεσογείου έως τα 400m. [18].

3.2 Ανεμολογικό και κυματικό πεδίο.

Λόγω της ιδιαίτερης κατανομής της θερμοκρασίας και της πίεσης εξαιτίας της διαμόρφωσης του εδάφους δημιουργούνται σε κάποιες περιοχές σφοδροί τοπικοί άνεμοι, οι οποίοι δεν θεωρούνται ομαλοί εφόσον δεν υπάγονται στις γενικές κατηγορίες ανέμων. Ειδικά για την περιοχή της Μεσογείου οι άνεμοι είναι τοπικοί και χαρακτηρίζονται από την έντονη εποχιακή μεταβλητότητα ροής επάνω από τη Μεσόγειο, όπως οι Μιστράλ (Mistral), Τραμουντάνα (Tramontana), Σιρόκος (Sirocco), Ετησίες ή Μελτέμια (Etesian), Μπόρα (Bora), Γκρεγκάλ (Gregale), Λυβικός (Libeccio), Μαρίν (Marin) και Χαμσίν (Khamsin), στην Εικόνα 3.3 παρουσιάζονται οι άνεμοι που επικρατούν στη Μεσόγειο.[19]

Ο Μιστράλ είναι ένας Β – ΒΔ, ισχυρός, ψυχρός, ξηρός άνεμος που συναντάται στον κόλπο το Λέοντα και ειδικότερα στην κοιλάδα του Ροδανού. Ο άνεμος Μιστράλ δημιουργείται όταν επικρατούν υψηλές πιέσεις στη βορειοδυτική Γαλλία και χαμηλές στις ανατολικές περιοχές της δυτικής Μεσογείου. Επικρατεί κυρίως τον χειμώνα όπου και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ένταση του έως 18,9m/sec, ενώ τους υπόλοιπους μήνες είναι συνήθως μέτριας έντασης. Συχνά συνοδεύεται από σχεδόν αίθριο καιρό και δεν συνδέεται με βροχές ή χιόνια, εκτός των περιπτώσεων που αναπτύσσεται με το πέρασμα κάποιου ψυχρού μετώπου. [19]

Ο Τραμουντάνα είναι μία τοπική ονομασία ενός ΒΑ ανέμου ο οποίος πνέει τον χειμώνα προς τις δυτικές ακτές της Ιταλίας και βόρεια της Κορσικής. Είναι ένας δροσερός άνεμος και σπανίως προκαλεί καταιγίδες.

Ο Σιρόκος είναι ένας άνεμος που πνέει στη Μεσόγειο με Ν – ΝΑ διευθύνσεις και πρόερχεται από την έρημο της βόρειας Αφρικής. Κατά την μετακίνησή του επάνω από τη θάλασσα και λόγω της υψηλής του θερμοκρασίας, εμπλουτίζεται με υδρατμούς συμπαρασύροντας και σκόνη από την έρημο. Εξαιτίας των παραπάνω χαρακτηριστικών ιδιοτήτων μπορεί να θεωρηθεί ως αποπνικτικός και ιδιαίτερα δυσάρεστος άνεμος. [19]

Οι Ετησίες ή Μελτέμια του Αιγαίου εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και είναι αποτέλεσμα του θερμού χαμηλού των Ινδιών και των υψηλών πιέσεων που επικρατούν στην κεντρική Ευρώπη εκείνη την εποχή. Η διεύθυνση των ανέμων αυτών είναι περίπου Βόρεια και μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαμόρφωση των ακτών. Στο βόρειο Αιγαίο πνέουν ΒΑ άνεμοι, στο κεντρικό γίνονται Β και στο νότιο τείνουν να γίνουν ΒΔ. Στην περιοχή της Ρόδου τείνουν να γίνουν Δυτικοί. Στο Σαρωνικό και στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο παραμένουν ΒΑ. Στην Αδριατική θάλασσα πνέουν με διεύθυνση ΒΔ. Η ένταση αυτών των ανέμων στο Αιγαίο είναι μεταξύ 6,7m/sec – 12,3m/sec και μερικές φορές ξεπερνά τα 18,9m/sec προκαλώντας προβλήματα στη ναυσιπλοΐα. Εμφανίζονται συνήθως γύρω στα τέλη Μαΐου και σταματούν στα τέλη Οκτώβριου. Οι άνεμοι αυτοί πνέουν την ημέρα και κοπάζουν τη νύκτα ή και διατηρούνται τη νύκτα απλά με ελαττωμένη ένταση, παρά το γεγονός ότι μέσα στο 24ωρο δεν παρατηρείται μεταβολή της βαροβαθμίδας. Αυτό οφείλεται σε θερμικά αίτια, τη νύκτα δημιουργείται αναστροφή θερμοκρασίας στην κατώτερη ατμόσφαιρα που γίνεται έντονη πάνω από τις ηπειρωτικές περιοχές της Ελλάδας και της Τουρκίας, με αποτέλεσμα αυτό να επηρεάζει την ένταση των ετησιών ανέμων, και η θαλάσσια αύρα επιδρά στα μελτέμια αυξάνοντας την έντασή τους όπως συμβαίνει στην παράκτια ζώνη της βόρειας Κρήτης. Η αυξομείωση αυτή των ετησιών ανέμων παρατηρείται εφόσον η έντασή τους στο Αιγαίο φτάνει μέχρι τα 15,5m/sec. Σε περίπτωση έξαρσης τους δηλαδή τα 18,9m/sec ή και περισσότερο, τα μελτέμια διατηρούνται στην ίδια ένταση και τη νύκτα. Η μεγαλύτερη έντασή τους παρατηρείται στο νότιο Αιγαίο και ιδιαίτερα στις Κυκλάδες. Ο καιρός που χαρακτηρίζει αυτούς τους ανέμους είναι ξηρός και αίθριος. [19]

Ο Μπόρα είναι ένας ΒΑ άνεμος, παρόμοιος με τον Μιστράλ που συναντάται ωστόσο στις ανατολικές ακτές της βόρειας Αδριατικής θάλασσας. Δημιουργείται όταν στην κεντρική Ευρώπη επικρατεί ισχυρός αντικυκλώνας, ενώ στην κεντρική Μεσόγειο περνάει βαθύ βαρομετρικό χαμηλό. Επίσης, δημιουργείται όταν περνούν βαρομετρικά χαμηλά από τη νότια Αδριατική ακόμα και αν ο αντικυκλώνας της Ευρώπης είναι ασθενής. Πνέει κυρίως τον χειμώνα συνοδευόμενος από σχεδόν αίθριο αλλά ψυχρό καιρό και όταν συνδυάζεται με ψυχρό μέτωπο, μπορεί να προκαλέσει βροχές ή χιόνια. Το καλοκαίρι είναι πιο ασθενής και λιγότερο συχνός, επειδή η ημερήσια θαλάσσια αύρα που έχει αντίθετη διεύθυνση και μεγαλύτερη ένταση τις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες, τον εξασθενεί.

Ο Γκρεγκάλ είναι ένας ΒΑ, ισχυρός άνεμος που συναντάται στην κεντρική και στη δυτική Μεσόγειο κατά το χειμώνα. Δημιουργείται όταν συνδυάζονται υψηλές πιέσεις στην ανατολική Ευρώπη

και στα Βαλκάνια, με βαρομετρικό χαμηλό στις νότιες περιοχές της κεντρικής Μεσογείου. Συνοδεύεται και από αίθριο και από βροχερό καιρό, με διάρκεια συνήθως 1 με 2 ημέρες, ωστόσο μπορεί να διαρκέσει και 5 συνεχόμενες ημέρες. Την άνοιξη και το φθινόπωρο πνέει λιγότερο, ενώ το καλοκαίρι παύει. [19]

Ο Λυβικός είναι Δ ή ΝΔ που επικρατεί στην Β. Κορσική, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τον χειμώνα ωστόσο καθίσταται ισχυρότερος όταν περνούν βαρομετρικά χαμηλά ή αναπτύσσονται βαρομετρικά χαμηλά στον κόλπο της Γένοβας. Συχνά προκαλεί πολύ ισχυρό κυματισμό, καθώς επίσης μπορεί να προκαλέσει ισχυρές καταιγίδες από τα δυτικά. Το χειμώνα εναλλάσσεται με τον Τραμουντάνα.

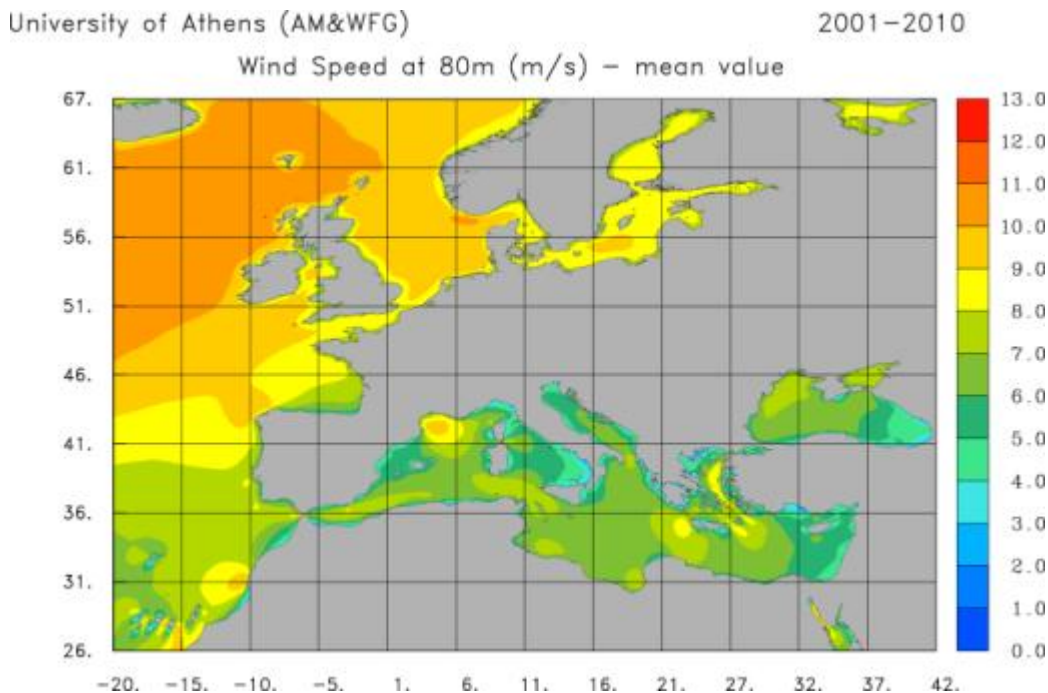
Ο Μαρίν είναι ένας ισχυρός ΝΑ άνεμος, ο οποίος πνέει στον κόλπο του Λέοντα και είναι δεύτερος άνεμος για την περιοχή από άποψη συχνότητας και σπουδαιότητας μετά τον Μιστράλ. Είναι θερμός και υγρός και συνοδεύεται από νέφωση και βροχή.

Ο Χαμσίν άνεμος χαρακτηρίζει συνήθως τους θερμούς Ν ανέμους της Αιγύπτου και της Ερυθράς θάλασσας. Είναι άνεμοι ξηροί που συνοδεύονται από σκόνη. Δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη διεύθυνση, αλλά συνήθως με το όνομα αυτό χαρακτηρίζουν ανέμους ξηρούς, θερμούς με την ατμόσφαιρα γεμάτη σκόνη. Παρατηρούνται κατά τους μήνες Φεβρουάριο μέχρι και Ιούνιο. [19]



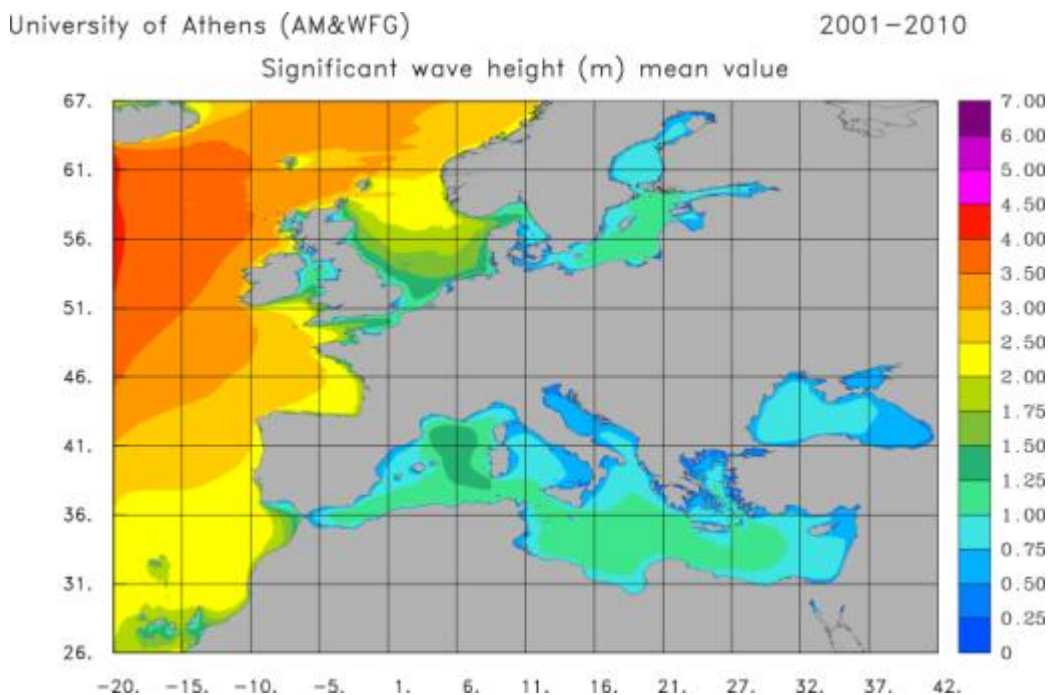
Εικόνα 3.3. Τοπικοί άνεμοι της Μεσογείου. [19]

Στην Εικόνα 3.4 παρουσιάζεται το μέσο ετήσιο ανεμολογικό καθεστώς σε ύψος 80m από την επιφάνεια της θάλασσας για τη λεκάνη της Μεσογείου, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των δεδομένων της πλατφόρμας MARINA έπειτα από μία εις βάθος εκτίμηση του ανεμολογικού κλίματος και της μεταβλητότητας αυτού χρησιμοποιώντας ένα σύνολο ωριαίων δεδομένων δεκαετίας (2001-2010). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι ισχυρότεροι άνεμοι πνέουν στον κόλπο του Λέοντα. Περιοχές επίσης με αυξημένο αιολικό δυναμικό είναι το Αιγαίο και οι περιοχές Ανατολικά και Δυτικά της Κρήτης όπου επικρατούν άνεμοι με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου άνω των 8m/sec. Αξίζει να σημειωθεί το αιολικό δυναμικό στον κόλπο του Λέοντα και στο Αιγαίο πέλαγος είναι συγκρίσιμο με τις περιοχές του Β. Ατλαντικού και της Βόρειας θάλασσας, όπου εδράζεται η πλειοψηφία των παράκτιων αιολικών πάρκων (Εικόνα 3.4). [20]



Εικόνα 3.4. Χωρική κατανομή της ταχύτητας του ανέμου (m/s) στα 80m, για την περίοδο 2001-2010. [20]

Τα κύματα της Μεσογείου θάλασσας είναι ως επί το πλείστον ανεμογενή και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση του υπερκείμενου ανέμου. Υπάρχουν όμως και περιοχές όπου η περιοχή γένεσης είναι μεγάλη με αποτέλεσμα να έχουμε δημιουργία κυμάτων μεγαλύτερης περιόδου (swell). Αξιόλογα ύψη κύματος συναντώνται όταν υψηλής έντασης άνεμοι πνέουν παρατεταμένα πάνω από εκτεταμένη περιοχή ανάπτυξης (fetch). Περιοχές με τέτοια χαρακτηριστικά συναντούμε στη δυτική Μεσόγειο και στο Ιόνιο πέλαγος. Γενικά η μέση τιμή του ύψους κύματος στις περιοχές με το εντονότερο αιολικό δυναμικό δεν ξεπερνά τα 1,50m (Εικόνα 3.5). [20]



Εικόνα 3.5. Χωρική κατανομή της μέσης τιμής του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), για την περίοδο 2001-2010. [20]

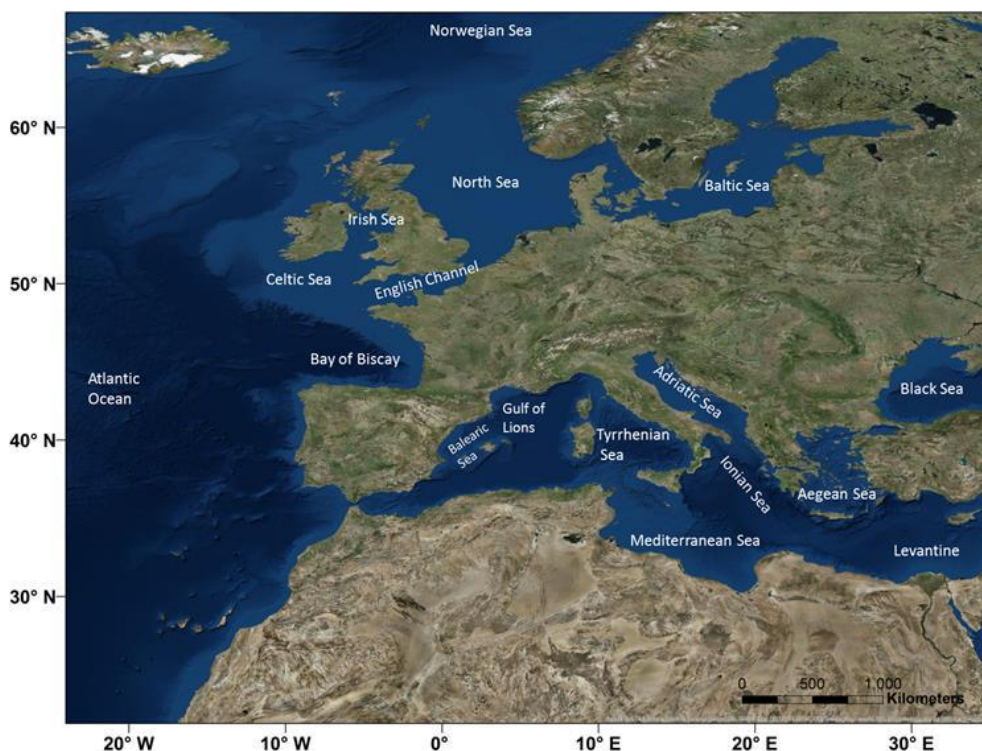
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκτίμηση και τον προδιορισμό των επιπέδων πρόσβασης για τις δραστηριότητες λειτουργίας και συντήρησης των προς εξέταση θαλάσσιων αιολικών πάρκων, θα χρησιμοποιηθούν τα μετεωρολογικά δεδομένα που θα ανακτηθούν από μία βάση δεδομένων υψηλής χωρικής ανάλυσης (5km×5km), τα οποία προέρχονται από αριθμητικές προσομοιώσεις ατμοσφαιρικών και κυματικών μοντέλων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος MARINA platform, που είχε ως στόχο την μελέτη και υποστήριξη υπεράκτιων δραστηριοτήτων αναφορικά με την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ευρύτερη παράκτια περιοχή της Ευρώπης. Η ανάλυση μετεωρολογικών παραθύρων θα βασιστεί σε στατιστικά και πιθανοτικά μοντέλα, όπου θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση διαφορετικών χωρο-χρονικών κλιμάκων κατά τη διάρκεια μίας περιόδου 10 ετών.

4.1. Βάση Δεδομένων MARINA Platform

Οι ανεμολογικές και θαλάσσιες συνθήκες που επηρεάζουν την ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας περιγράφονται μαθηματικά χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά και κυματικά μοντέλα πρόγνωσης. Για την περιγραφή του θαλάσσιου κυματισμού χρησιμοποιήθηκε το 3ης γενιάς φασματικό μοντέλο WAM. Η ατμοσφαιρική κυκλοφορία προσομοιώνεται με τη χρήση του μη-υδροστατικού αριθμητικού μοντέλου περιορισμένης περιοχής SKIRON που αναπτύχθηκε από την ομάδα των ατμοσφαιρικών μοντέλων του ΕΚΠΑ. [21]

Στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος MARINA platform FP7, το σύστημα SKIRON-WAM χρησιμοποιήθηκε για να πραγματοποιηθούν 10-χρόνια προσομοιώσεων 2001-2010 (Kalogeri et al. 2001-2010). Το σύστημα αυτό έχει υποστηρίξει μεγάλο αριθμό ευρωπαϊκών προγραμμάτων όπως είναι το MARINA Platform FP7, MFSTEP, ANEMOS, ANEMOS+, IRPWIND, ENVIWAVE, POWWOW, ADIOS, MEDSEA (λεπτομέρειες στο σύνδεσμο: <http://forecast.uoa.gr/oldproj.php>). Τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία μιας υψηλής ανάλυσης βάσης δεδομένων (MARINA platform database) που έχει ως σκοπό να καλύψει τις ανάγκες παράκτιων δραστηριοτήτων και συγκεκριμένα αυτών που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα ιστορικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ως αρχικές και οριακές συνθήκες για τις προσομοιώσεις αυτές, έλαβαν υπόψιν τους όλες τις διαθέσιμες παρατηρήσεις χρησιμοποιώντας τεχνικές αφομοίωσης (assimilation). Η περιοχή κάλυψης είναι όλη η υπεράκτια περιοχή της Ευρώπης, η χωρική ανάλυση είναι 5χλμ και η χρονική η μία ώρα (Εικόνα 4.1). Η βάση αυτή δεδομένων έχει αξιολογηθεί εκτενώς και έχει χρησιμοποιηθεί σε ερευνητικά προγράμματα τόσο ευρωπαϊκά όσο και εθνικά, ενώ παράλληλα έχει υποστηρίξει ένα μεγάλο αριθμό εργασιών και μελετών γεγονός που την κάνει να θεωρείται αξιόπιστη για τέτοιου είδους μελέτες. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί για παρόμοια μελέτη στην περιοχή της Βόρειας θάλασσας (Kalogeri C., et al. 2017, Cradden L., et al., 'Multi-criteria site selection for offshore renewable energy platforms', 2017).



Εικόνα 4.1. Χωρική κάλυψη του συνόλου των δεδομένων. Διακρίνονται οι κύριες θαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης. [20]

Η κυματική-ατμοσφαιρική μοντελοποίηση έχει χρησιμοποιηθεί και αξιολογηθεί σε μία σειρά από μεγάλα ευρωπαϊκά έργα, όπως Marine Renewable Integrated Application (MARINA Platform), MFSTEP, ANEMOS, ANEMOS+, IRPWIND, ENVIWAVE, POWWOW, ADIOS, MEDSEA (λεπτομέρειες στο σύνδεσμο: <http://forecast.uoa.gr/oldproj.php>) σε πολυάριθμες ερευνητικές, τεχνικές και επιχειρησιακές μελέτες.

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω ωριαίες παράμετροι, από τη βάση δεδομένων MARINA platform: το χαρακτηριστικό ύψος κύματος (H_s), η μέση περίοδος του κύματος (T_p), η ταχύτητα του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (U_{10}) και η διεύθυνση του ανέμου, για μία περίοδο δεκαετίας (2001 – 2010) καθώς και η βαθυμετρία για τις προς εξέταση περιοχές. Οι περιοχές ενδιαφέροντος επιλέχθηκαν με βάση το αιολικό δυναμικό καθώς και τη βαθυμετρία τους. Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι δεκαπέντε προς εξέταση τοποθεσίες για τη δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων, οι περιοχές που επιλέχθηκαν είναι αντιπροσωπευτικές για το υψηλό αιολικό δυναμικό της Μεσογείου θάλασσας (Εικόνα 3.4) λαμβάνοντας υπόψη και τη βαθυμετρία των περιοχών (Εικόνα 3.2) ώστε να μπορούν να κατασκευαστούν υπό την τωρινή τεχνολογία.

Με την εξέλιξη της βιομηχανίας των Α/Γ η οποία οδήγησε στη μετάβαση από Α/Γ σταθερής βάσης σε πλωτές Α/Γ βαθέων υδάτων (Εικόνα 2.1), πλέον στη Μεσόγειο θάλασσα το υπεράκτιο αιολικό της δυναμικό καθίσταται εκμεταλλεύσιμο. Στην παρούσα εργασία θα εξετασθούν περιοχές όπου η βιομηχανία των ΑΠΕ έχει εκδηλώσει πραγματικό ενδιαφέρον, η εύρεση και η ονομασία των προς εξέταση θαλάσσιων αιολικών πάρκων πραγματοποιήθηκε από την ιστοσελίδα μίας συμβουλευτικής υπηρεσίας και παροχής πληροφοριών σχετικά με την παγκόσμια υπεράκτια αγορά, [22]. Στο χάρτη της Εικόνας 4.2, διακρίνονται οι πιθανές θέσεις δημιουργίας αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα με χρώμα (ροζ και ώχρα), ενώ στην Εικόνα 4.3 φαίνεται ο εντοπισμός τους και η επισήμανση στο Google Maps.



Εικόνα 4.2. Χάρτης με πιθανές θέσεις εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα. [22]
[Πηγή: <https://map.4coffshore.com/offshorewind/>]



Εικόνα 4.3. Εντοπισμός θέσεων των πιθανών υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα, μέσω του Google Earth.

Πίνακας 4.1. Τα προς εξέταση υπεράκτια αιολικά πάρκα.

Χώρα	Όνομασία Υπεράκτιου Αιολικού Πάρκου	Συντεταγμένες Google earth		Όνομασία Θέσης (Θάλασσας / Κόλπου)
		γεωγραφικό πλάτος (Lat)	γεωγραφικό μήκος (Lon)	
Γαλλία	Golfe du Lion	42°51'33,33"B	3°18'18,92"A	Κόλπος του Λέοντα
	Méditerranée I & Méditerranée III	43° 1'5,05"B	3°20'48,17"A	Κόλπος του Λέοντα
	Méditerranée II & Méditerranée IV	43° 7'16,55"B	4°35'22,70"A	Κόλπος του Λέοντα
Ισπανία	Medfloat Pilot Parc	42°10'17,47"B	3°25'19,55"A	Κόλπος του Λέοντα
Ιταλία	Calypso	37°48'13,90"B	11°50'24,52"A	Στενό Σικελίας
	MedWind	37°48'38,50"B	11°27'49,39"A	Στενό Σικελίας
	Sicily South - AvenHexicon	37°14'0,72"B	13°13'16,90"A	Στενό Σικελίας
	Nurax	41°19'20,21"B	9°55'37,22"A	Τυρηνική Θάλασσα
	Zefiro	41° 8'16,68"B	9°51'7,87"A	Τυρηνική Θάλασσα
	Torres	40° 8'40,76"B	8° 2'57,88"A	Θάλασσα της Σαρδηνίας
	Romagna 2	44°28'22,92"B	12°36'40,50"A	Β. Αδριατική Θάλασσα
Marche 1	43°55'9,43"B	13°22'53,70"A	Β. Αδριατική Θάλασσα	
Ελλάδα	BA Λήμνου	40° 0'21,75"B	25°30'31,35"A	Β. Αιγαίο πέλαγος
	Μύκονος	37°33'52,02"B	25°26'24,10"A	Κ. Αιγαίο πέλαγος
	Στενό Κάσου	35°29'9,25"B	27° 2'15,27"A	Καρπάδιο πέλαγος

4.2. Μεθοδολογία - Ανάλυση

Προκειμένου να αναπτυχθεί και να λειτουργήσει ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο απαιτείται ένα κατάλληλο μετεωρολογικό παράθυρο, το οποίο περιλαμβάνει μία περίοδο πρόσβασης. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει κάποιες από τις παραμέτρους της θάλασσας να παραμένουν κάτω από ορισμένα επίπεδα για σημαντικό χρονικό διάστημα, ώστε οι απαιτούμενες εργασίες να διεξάγονται με ασφάλεια. Σε αυτή την εργασία θα αναλυθούν οι παράμετροι: α) του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), β) της μέσης περιόδου κορυφής των κυμάτων (T_p) και γ) της ταχύτητας του ανέμου. [6]

Τα επίπεδα πρόσβασης σε κάθε μία από τις περιοχές ποσοτικοποιούνται με βάση τα ακόλουθα τέσσερα σενάρια:

1. Μόνο το χαρακτηριστικό ύψος κύματος.
2. Ένα σκάφος εγκατάστασης ανεμογεννητριών, τύπου jack-up, με όρια πρόσβασης το ύψος κύματος και την ταχύτητα ανέμου.
3. Ένα σκάφος μεταφοράς προσωπικού, τύπου Catamaran, με όρια πρόσβασης το ύψος κύματος και την περίοδο των κυματισμών.
4. Ένα πλοίο εργασίας με όρια πρόσβασης το ύψος κύματος.

4.2.1 Όρια πρόσβασης

Οι συνθήκες / παράμετροι της θάλασσας που θα επικρατούν θα πρέπει να είναι μικρότερες ή ίσες ενός ορίου για τις απαιτούμενες εργασίες ανάπτυξης / λειτουργίας που πραγματοποιούνται έξω στο πεδίο. [6]

4.2.1.1. Βάσει μόνο του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s)

Το πρώτο σύνολο ορίων πρόσβασης βασίζεται στο χαρακτηριστικό ύψος κύματος (H_s) όπου αποτελεί την κύρια παράμετρο που επηρεάζει τις υπεράκτιες εργασίες. Κατασκευάστηκαν αποτελέσματα για όρια πρόσβασης $H_s=1,00m$, $H_s=1,50m$, $H_s=2,00m$, $H_s=2,50m$ και $H_s=3,00m$.

4.2.1.2. Βάσει και πρόσθετων παραμέτρων

Για τη διερεύνηση του αντίκτυπου πρόσθετων θαλάσσιων παραμέτρων σε συνδυασμό με το ύψος του χαρακτηριστικού ύψους κύματος και συγκεκριμένα για τους τρεις τύπους σκαφών.

A. Σκάφος εγκατάστασης ανεμογεννητριών τύπου jack-up

Οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου έχει επίδραση σε ένα σκάφος εγκατάστασης ανεμογεννητριών, διότι σε αυτό το σκάφος πραγματοποιούνται εργασίες γερανού - ανύψωση φορτίων -. Τα σκάφη αυτά έχουν όρια πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 3,00m και σε ταχύτητα του ανέμου τα 16,0m/sec.

B. Σκάφος μεταφοράς προσωπικού τύπου Catamaran

Τα σκάφη Catamaran χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του πληρώματος - τεχνικό προσωπικό - από και προς τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες για τις εργασίες λειτουργίας και συντήρησης σε αυτές. Τα σκάφη αυτά έχουν όρια πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 2,00m.

Γ. Σκάφος Εργασίας

Στα πλαίσια της ανάλυσης της εργασίας επιλέγεται ένας συνήθης τύπος σκάφους εργασίας ο Heavy Lift Vessel, όπου σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 2.3. έχει όρια πρόσβασης για το ύψος κύματος τα 1,50m και για την ελάχιστη τιμή περιόδου κορυφής τα 4sec.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι υπό εξέταση τοποθεσίες ομαδοποιούνται ως προς την περιοχή (κόλποι, θάλασσες) που βρίσκονται για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Αρχικά κατασκευάζονται τα διαγράμματα συχνοτήτων του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), της περιόδου κορυφής (T_p) και της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών των ανωτέρω παραμέτρων εκφράζει τον αριθμό των ωρών, όπου καταγράφηκε μία συγκεκριμένη τιμή της κάθε παραμέτρου στην υπό εξέταση περιοχή κατά την περίοδο 2001 - 2010.

Στη συνέχεια κατασκευάζονται οι πίνακες παραμονής των σκαφών σε κάθε περιοχή, για διαφορετικό μήκος μετεωρολογικού παραθύρου και για διαφορετικό όριο πρόσβασης (ύψος χαρακτηριστικού κύματος). Για την καλύτερη οπτικοποίηση των αριθμητικών τιμών των πινάκων δημιουργούνται οι καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής.

Έπειτα δημιουργούνται για τη δυσχερέστερη προς εξέταση τιμή του ορίου ($H_s=1,50m$) τα ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα του μέσου μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής για τον καλύτερο προγραμματισμό των απαιτούμενων εργασιών συντήρησης, και τέλος κατασκευάζονται τα ιστογράμματα συνολικής διάρκειας για τη μη πρόσβαση των σκαφών στις τοποθεσίες εγκατάστασης των υπεράκτιων πάρκων.

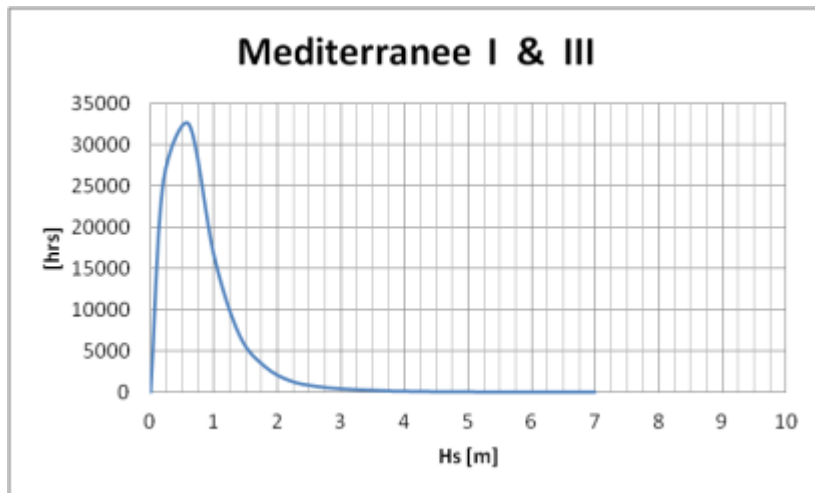
5.1 Κόλπος του Λέοντα

Στην περιοχή του κόλπου του Λέοντα επικρατεί ο άνεμος Mistral, ο οποίος είναι ένας Β - ΒΔ ψυχρός και ξηρός θυελλώδης άνεμος που πνέει το χειμώνα κατά μήκος της κοιλάδας του ποταμού Ροδανού προς τη Μεσόγειο θάλασσα. Η διάρκειά του μπορεί να είναι συνεχής και για ημέρες, με ταχύτητες που φθάνουν έως τα 20,5m/sec. Η ταχύτητα του ανέμου εντείνεται καθώς φυσάει από τα υψίπεδα προς την ακτή, μέσω της στενής κοιλάδας του Ροδανού, με τους ανέμους να φθάνουν τα 36m/sec στο δέλτα του Ροδανού. Επίσης στην περιοχή του κόλπου του Λέοντα, δεύτερος σε συχνότητα και σπουδαιότητα είναι ο άνεμος Marin, ο οποίος είναι ένας ΝΑ θερμός και υγρός άνεμος, που πνέει το φθινόπωρο και την άνοιξη.

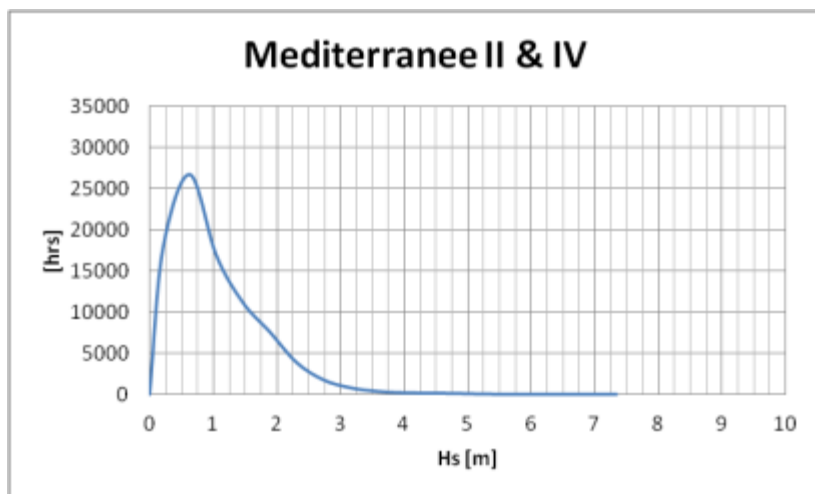
Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα Golfe du Lion, Méditerranée I & III, Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc πρόκειται να κατασκευαστούν στον κόλπο του Λέοντα. Στα Σχήματα 5.1 - 5.4 παρουσιάζονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στα Σχήματα 5.5 - 5.8 φαίνονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στα Σχήματα 5.9 - 5.12 απεικονίζονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου της κάθε προς εξέταση τοποθεσίας.



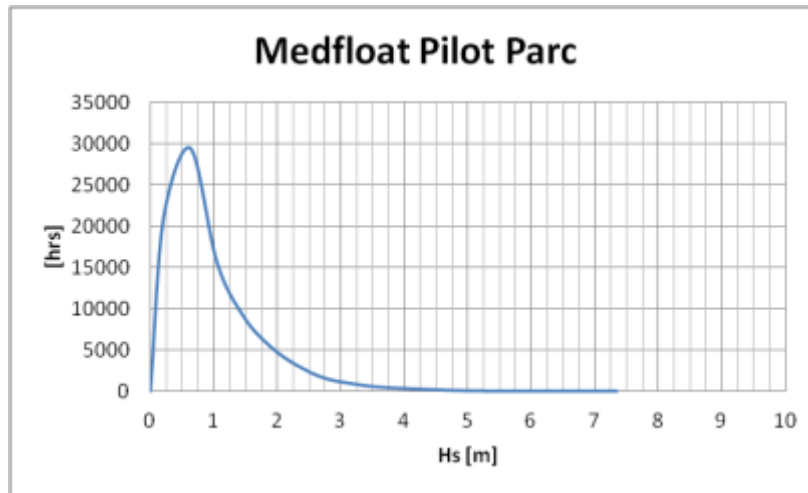
Σχήμα 5.1. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Golfe du Lion.



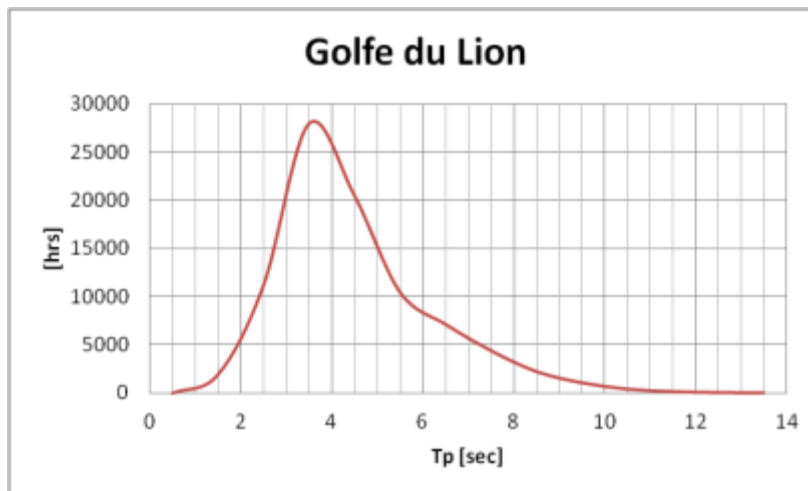
Σχήμα 5.2. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Méditerranée I & III.



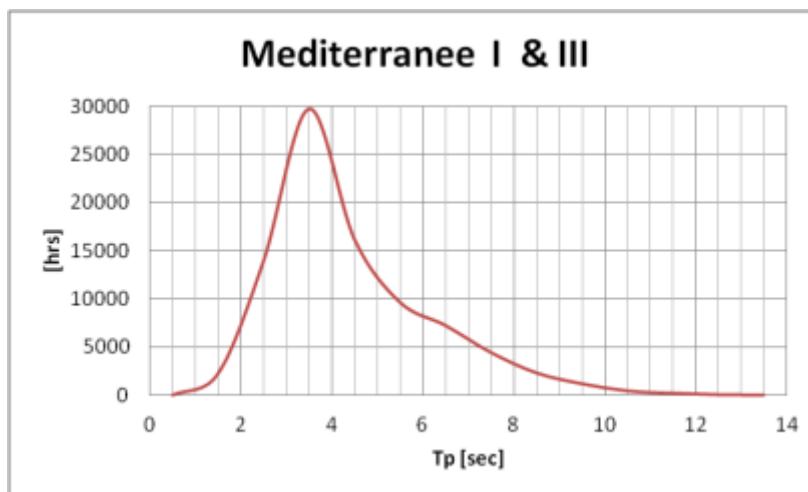
Σχήμα 5.3. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Méditerranée I & III.



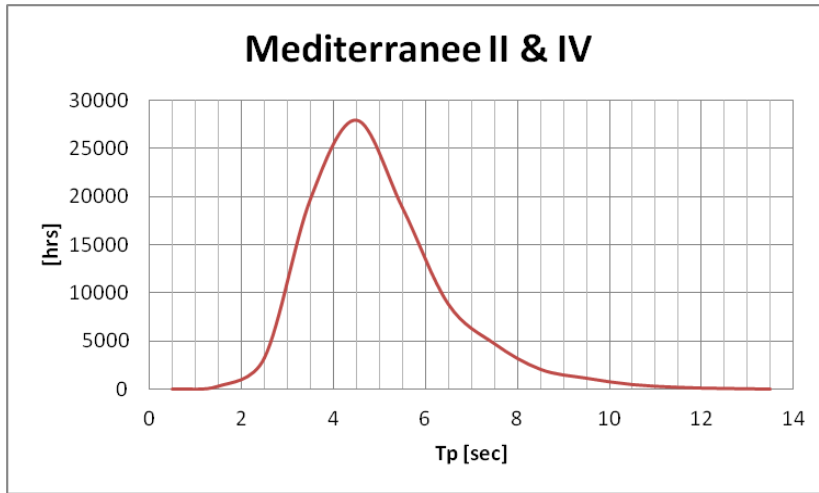
Σχήμα 5.4. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Medfloat Pilot Parc.



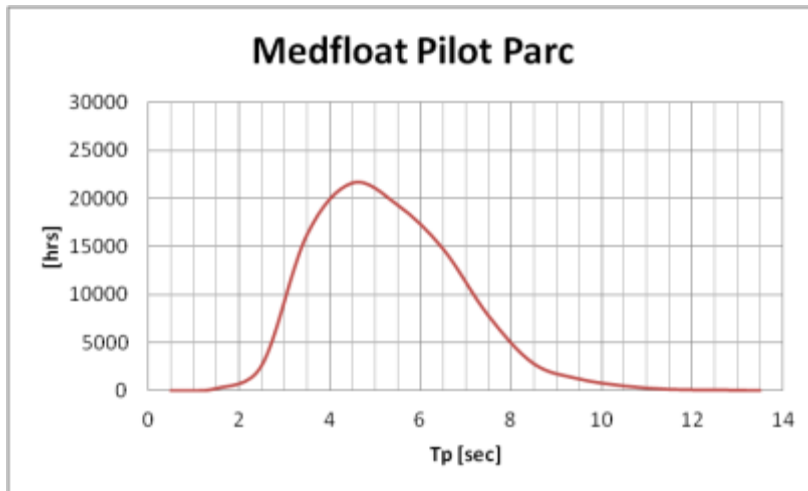
Σχήμα 5.5. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.



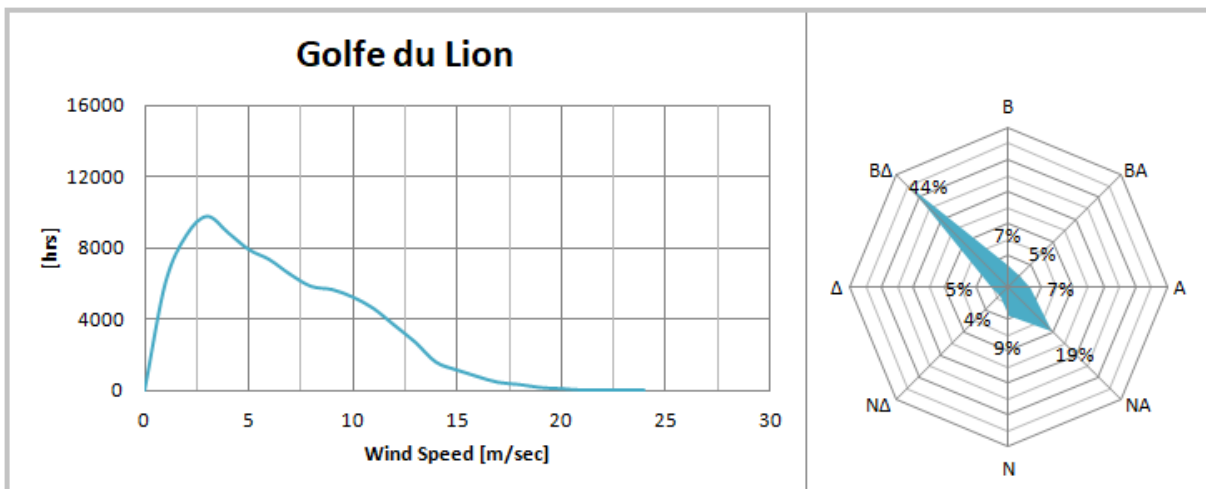
Σχήμα 5.6. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.



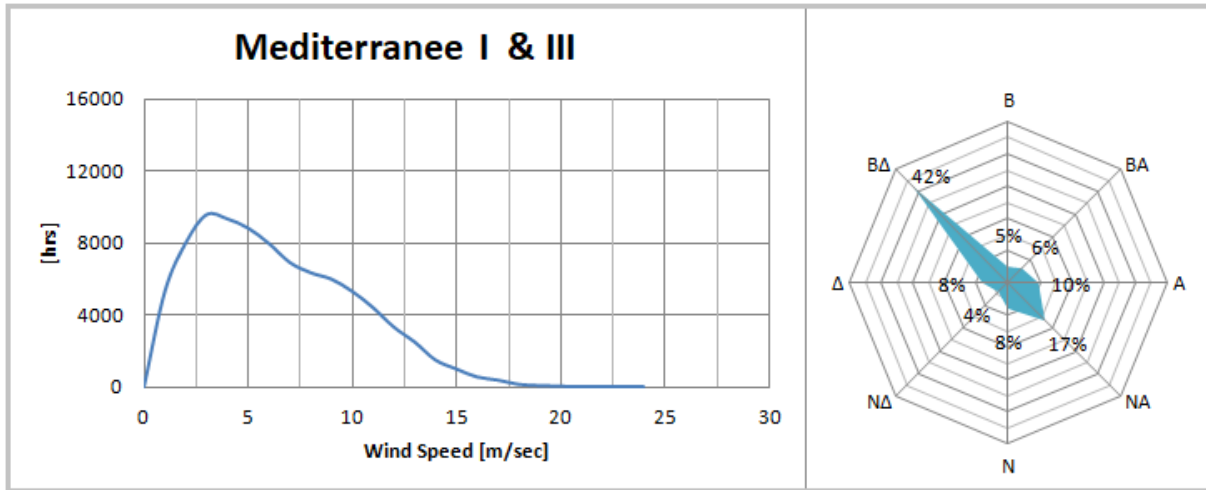
Σχήμα 5.7. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.



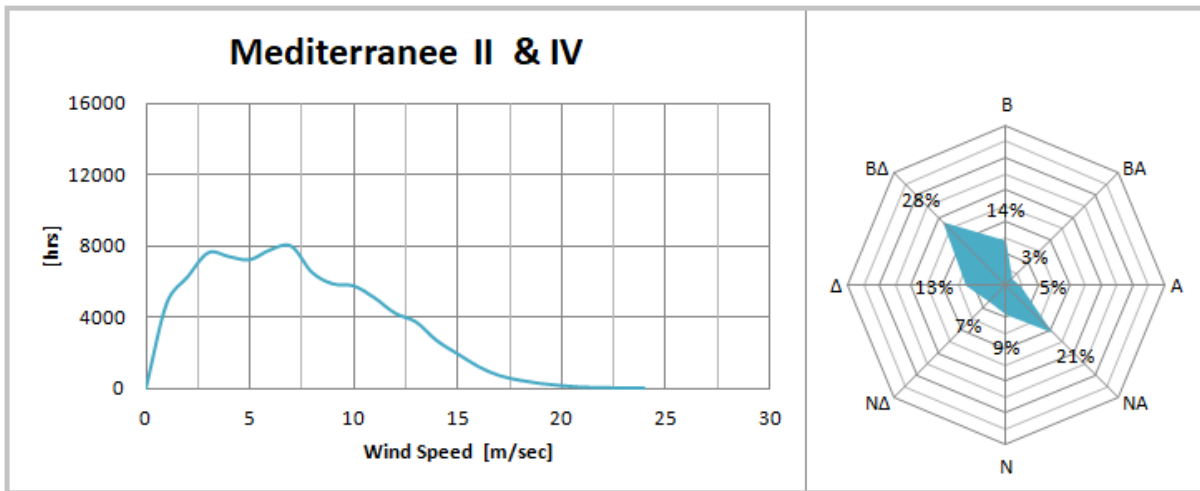
Σχήμα 5.8. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.



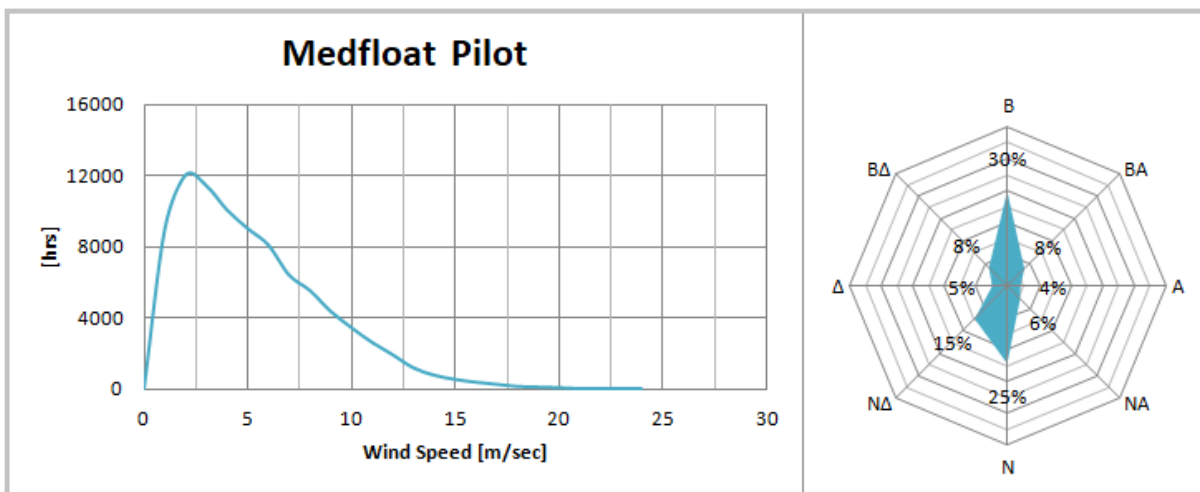
Σχήμα 5.9. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.



Σχήμα 5.10. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.



Σχήμα 5.11. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.



Σχήμα 5.12. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.

Από τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.1 – 5.4) παρατηρείται ότι και οι τέσσερις περιοχές εμφανίζουν την ίδια συμπεριφορά, έχουν μία επικρατούσα τιμή χαρακτηριστικού ύψους κύματος περίπου στα 0,60-0,65m με σχεδόν το μεγαλύτερο ποσοστό των κυμάτων να βρίσκεται έως τα 2,00m, ενώ οι τιμές άνω των 2,00m να αποτελούν ένα μικρό ποσοστό, παρ' όλα αυτά στις περιοχές των Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc φαίνεται ότι υπάρχει ένα σχετικά σημαντικό ποσοστό με τιμές άνω των 2,00m και τέλος ύψη κυμάτων άνω των 3,00m είναι σπάνια εμφανιζόμενα. Γενικά, οι τοποθεσίες στην περιοχή του κόλπου του Λέοντα χαρακτηρίζονται από καθεστώτα χαμηλών κυματισμών.

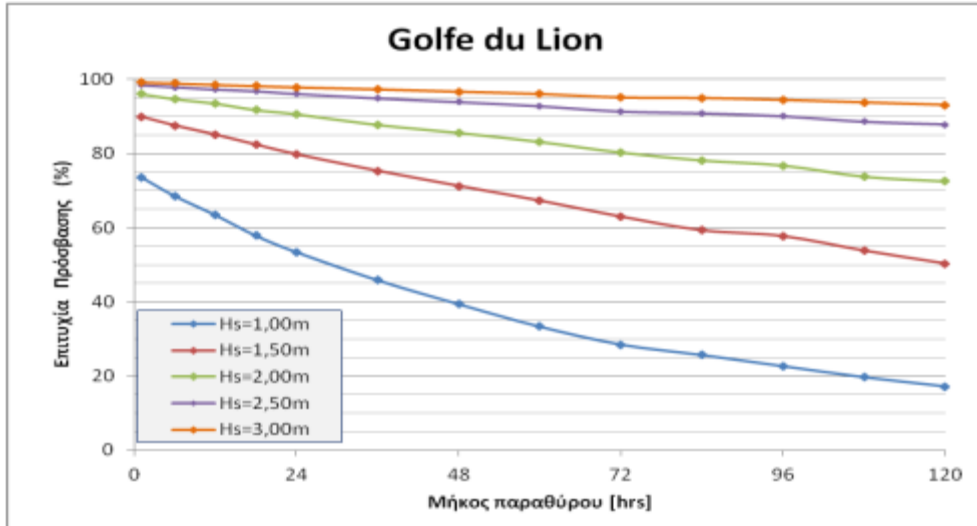
Αντίστοιχη συμπεριφορά εμφανίζουν και τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) (Σχ. 5.5 – 5.8), από τα οποία παρατηρείται ότι οι επικρατούσες τιμές των περιόδων είναι τα 3,5sec για τα Golfe du Lion και Méditerranée I & III και τα 4,5sec για τα Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc. Οι τιμές της περιόδου κυμαίνονται από τα 0,5sec έως 13,5sec, τιμές προφανώς από ανεμογενείς κυματισμούς. Στις τοποθεσίες των Golfe du Lion και Méditerranée I & III τιμές άνω των 4,0sec αποτελούν το μισό του συνόλου των ωριαίων τιμών της παραμέτρου T_p , ενώ στις τοποθεσίες των Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc αποτελούν τα $\frac{3}{4}$ του συνόλου. Οι τοποθεσίες στην περιοχή του κόλπου του Λέοντα γενικά εμφανίζουν τιμές περιόδου κυματισμών αρκετά ευνοϊκές για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών στο κατάστρωμα των πλοίων εργασίας.

Τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.9 – 5.12) έχουν την ίδια συμπεριφορά για τις τρεις τοποθεσίες εκτός του Méditerranée II & IV, στα οποία παρατηρείται ότι η επικρατούσα τιμή της ταχύτητας είναι τα 3,0m/sec ενώ στο Méditerranée II & IV τα 6,5m/sec. Από τα διαγράμματα συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό είναι κάτω της τιμής των 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει τις εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Επίσης από τα διαγράμματα φαίνεται ότι υπάρχουν κάποιες τιμές της τάξεως των 20m/sec, χαρακτηριστικές του ανέμου Mistral. Τέλος, από τα ανεμορόμβια του ανέμου φαίνεται ότι οι επικρατούσες διευθύνσεις του ανέμου είναι οι B-ΒΔ άλλο ένα χαρακτηριστικού του ανέμου Mistral, ενώ δεύτερες σε σειρά διευθύνσεις έρχονται οι ΝΑ από τον άνεμο Marin.

Στους Πίνακες 5.1 – 5.4 παρουσιάζονται αριθμητικά τα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων. Οι πίνακες αυτοί δημιουργούνται με τη σύνοψη όλων των παραθύρων συγκεκριμένου μήκους με το αντίστοιχο ποσοστό επιτυχίας πρόσβασης από τη σύγκρισή τους με το αντίστοιχο όριο πρόσβασης, θεωρώντας επιτυχία το ύψος κύματος να είναι μικρότερο ή ίσο του ορίου πρόσβασης. Για την καλύτερη οπτικοποίηση των πινάκων καθώς και για την εύρεση τυχόν ενδιάμεσων τιμών ως προς τα όρια πρόσβασης κατασκευάζονται οι καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής (Σχ. 5.13 – 5.16).

Πίνακας 5.1. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Golfe du Lion.

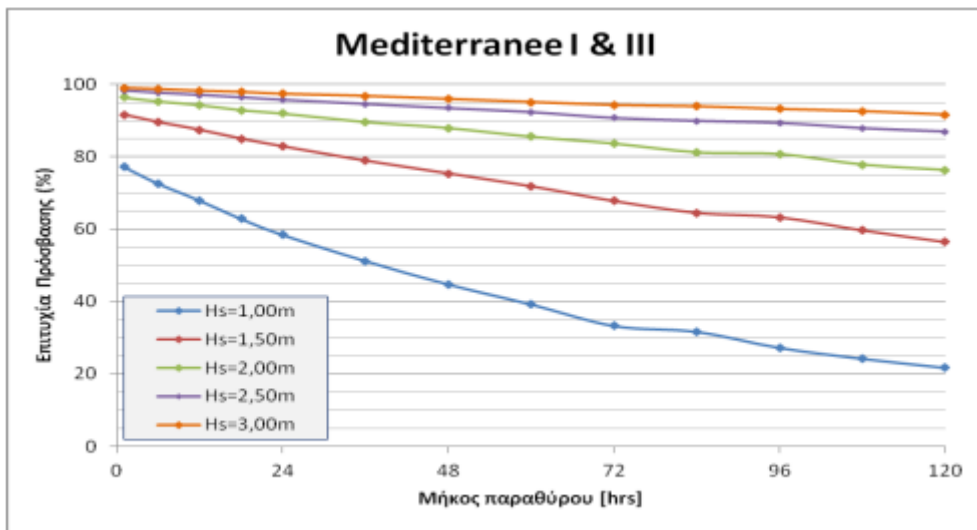
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Golfe du Lion												
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	99,2	98,9	98,5	98,2	97,8	97,3	96,7	96,0	95,1	94,9	94,4	93,7	93,0
	2,5m	98,4	97,9	97,2	96,8	96,1	94,9	93,9	92,7	91,3	90,8	90,0	88,5	87,8
	2,0m	96,1	94,7	93,5	91,7	90,6	87,8	85,6	83,2	80,3	78,2	76,8	73,8	72,5
	1,5m	89,9	87,5	85,0	82,4	79,8	75,3	71,2	67,3	63,0	59,3	57,7	53,8	50,3
	1,0m	73,6	68,5	63,4	57,8	53,4	45,8	39,4	33,3	28,5	25,7	22,7	19,7	17,2
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]												



Σχήμα 5.13. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Golfe du Lion.

Πίνακας 5.2. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Méditerranée I & III.

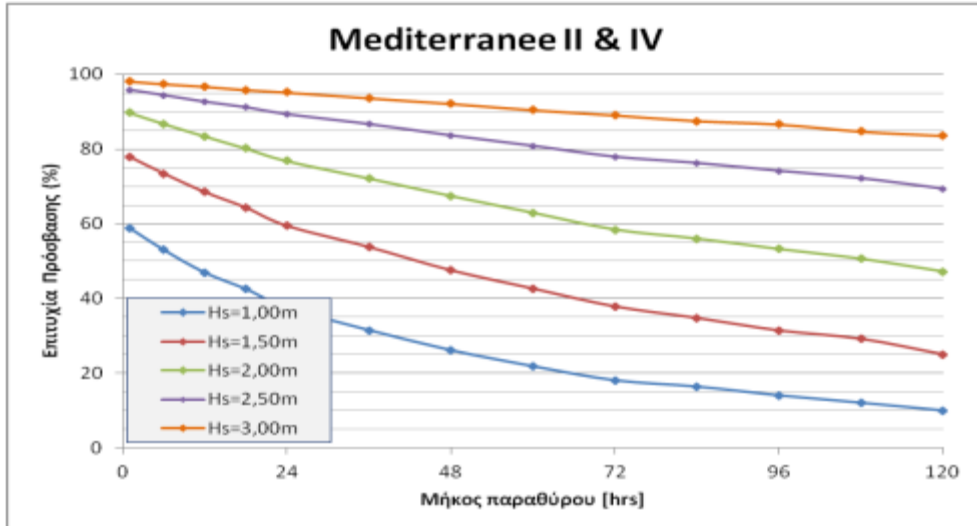
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Mediterranee I & III												
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	99,1	98,7	98,3	97,9	97,4	96,8	96,0	95,1	94,3	94,0	93,2	92,6	91,7
	2,5m	98,3	97,7	97,1	96,4	95,7	94,6	93,4	92,3	90,7	89,9	89,4	87,9	87,0
	2,0m	96,4	95,4	94,3	92,9	92,0	89,7	88,0	85,6	83,7	81,2	80,7	77,8	76,3
	1,5m	91,6	89,6	87,4	85,0	82,9	78,9	75,4	71,9	67,8	64,6	63,3	59,7	56,5
	1,0m	77,2	72,6	67,9	62,9	58,5	51,3	44,8	39,3	33,3	31,7	27,3	24,3	21,8
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]												



Σχήμα 5.14. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Méditerranée I & III.

Πίνακας 5.3. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Méditerranée II & IV.

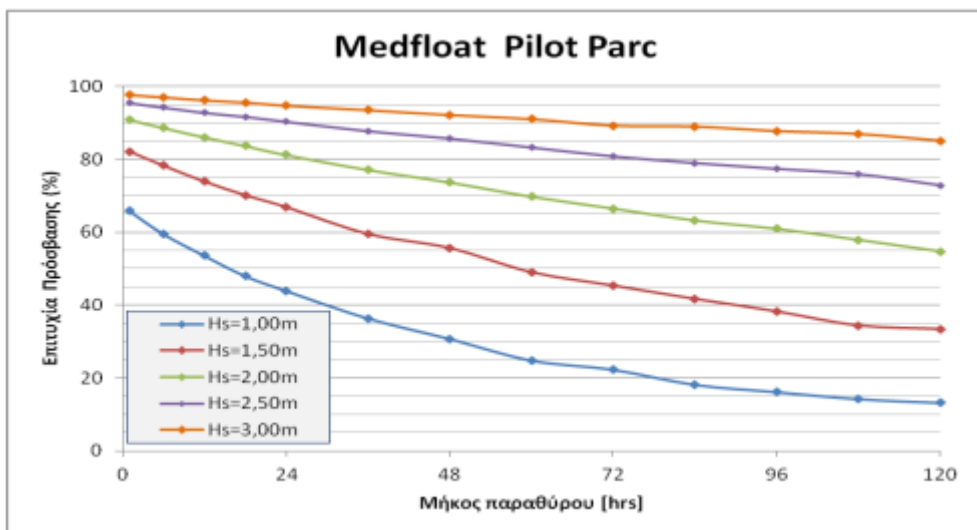
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Méditerranée II & IV													
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος (m)	3,0m	98,2	97,5	96,8	95,9	95,2	93,7	92,2	90,5	89,1	87,5	86,6	84,7	83,6	
	2,5m	95,8	94,4	92,6	91,1	89,3	86,7	83,6	80,8	77,9	76,2	74,2	72,2	69,4	
	2,0m	89,8	86,8	83,4	80,2	76,8	72,2	67,5	63,0	58,5	56,0	53,2	50,6	47,2	
	1,5m	77,9	73,5	68,5	64,3	59,4	53,8	47,5	42,6	37,8	34,8	31,4	29,2	25,0	
	1,0m	58,8	53,0	46,9	42,5	37,5	31,5	26,1	21,8	18,1	16,4	14,0	12,1	10,0	
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]													



Σχήμα 5.15. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Méditerranée II & IV.

Πίνακας 5.4. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Medfloat Pilot Parc.

		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Medfloat Pilot Parc													
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	97,7	97,1	96,2	95,6	94,8	93,5	92,2	91,0	89,2	87,7	86,9	85,1		
	2,5m	95,5	94,3	92,8	91,7	90,4	87,8	85,7	83,2	80,8	78,9	77,3	75,9	72,8	
	2,0m	90,9	88,7	86,1	83,7	81,2	77,1	73,7	69,7	66,5	63,2	60,9	57,9	54,7	
	1,5m	82,2	78,3	73,9	70,2	66,9	59,5	55,6	49,0	45,3	41,7	38,2	34,4	33,4	
	1,0m	65,9	59,5	53,6	48,0	43,9	36,3	30,7	24,8	22,2	18,1	16,1	14,2	13,1	
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]													



Σχήμα 5.16. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Medfloat Pilot Parc.

Διαπιστώνεται από τα Σχήματα 5.13 και 5.14 ότι οι τοποθεσίες Golfe du Lion και Méditerranée I & III διαθέτουν σχεδόν τα ίδια επίπεδα πρόσβασης, και κάτι ανάλογο διαπιστώνεται από τα Σχήματα 5.15 και 5.16. για τις τοποθεσίες των Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc, με τις τιμές των τελευταίων να είναι μικρότερες από τις πρώτες δύο.

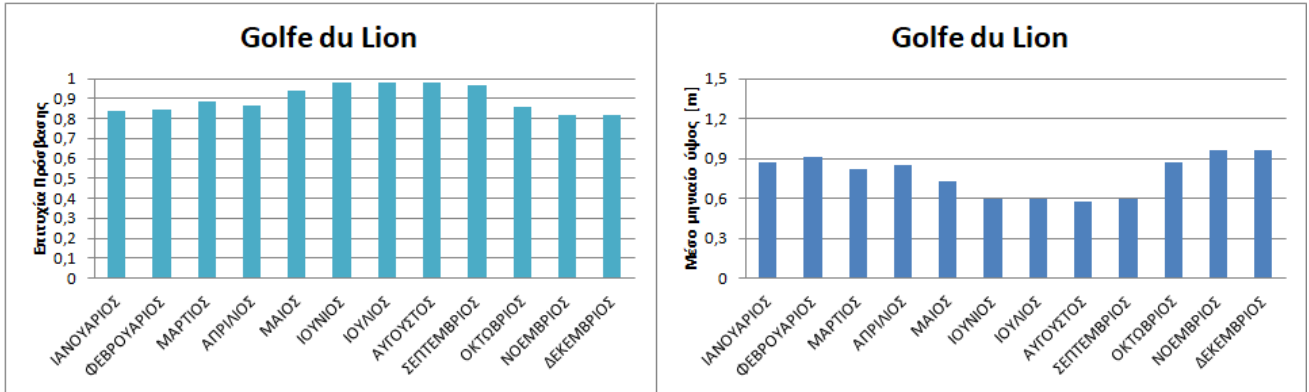
Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Golfe du Lion ένα σκάφος τύπου jack-up – όριο πρόσβασης τα 3,00m - μπορεί να επιχειρεί στην περιοχή με υψηλά ποσοστά αφού και στο μετεωρολογικό παράθυρο των 120hrs τα ποσοστά πρόσβασής του ανέρχονται στο 93%. Τα ποσοστά πρόσβασης για ένα σκάφος μεταφοράς προσωπικού (CTV) στην περιοχή του Golfe du Lion ανέρχονται σε 90,6% για μήκος παραθύρου 24hrs, ενώ για μήκος παραθύρου 48hrs φθάνουν στο 85,6%. Το πλοίο εργασίας (heavy lift) έχει ποσοστά πρόσβασης 79,8% σε μετεωρολογικό παράθυρο 24hrs τα οποία διατηρούνται ιδιαίτερωσ ικανοποιητικά ακόμα και για μήκος παραθύρου 72hrs αφού τα ποσοστά πρόσβασής του είναι 63,0%.

Αντίστοιχη εικόνα επικρατεί και στην περιοχή του Méditerranée I & III. Ένα σκάφος με όριο πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 3,00m έχει ποσοστά πρόσβασης 91,7% σε μετεωρολογικό παράθυρο των 120hrs. Ένα σκάφος μεταφοράς προσωπικού στην ίδια περιοχή αναμένεται να έχει ποσοστά πρόσβασης 88% στις 48hrs, ενώ ένα πλοίο εργασίας με όριο πρόσβασης τα 1,50m έχει υψηλά ποσοστά πρόσβασης 82,9% σε μήκος παραθύρου των 24hrs και τα ποσοστά πρόσβασής του στις 72hrs να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο των 67,8%.

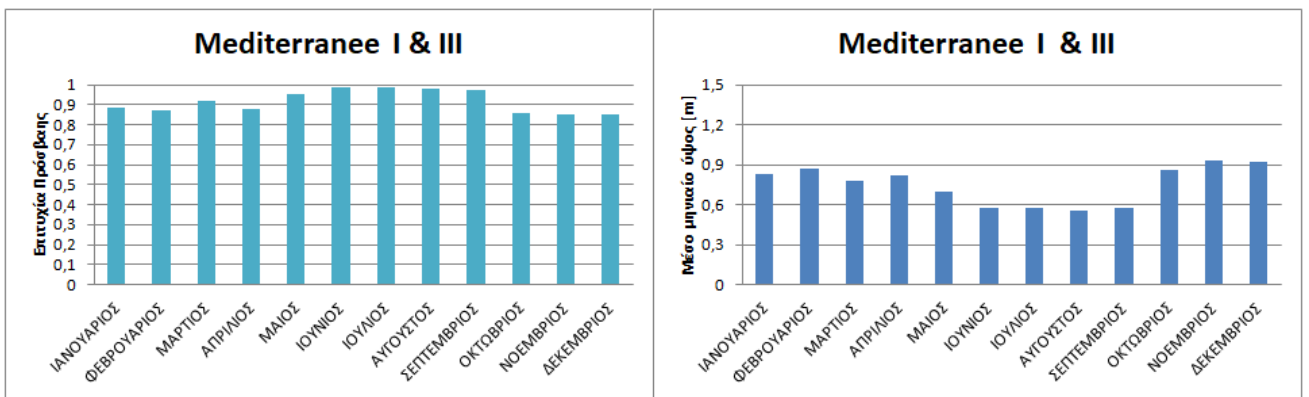
Στην περιοχή του Méditerranée II & IV ένα σκάφος τύπου jack-up μπορεί να επιχειρεί με ποσοστά επιτυχίας 83,6% σε μήκος παραθύρου τις 120hrs. Αντίστοιχα, το σκάφος με όριο πρόσβασης τα 2,00m μπορεί να μεταφέρει το τεχνικό προσωπικό με επιτυχία πρόσβασης 76,8% στις 24hrs και στις 48hrs να έχει φθάσει μόλις σε 67,5%, ενώ το σκάφος εργασίας στην περιοχή του Méditerranée II & IV έχει ποσοστά πρόσβασης μόλις 59,4% για μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 24hrs και αυτά να πέφτουν κάτω από το 50% στις 48hrs.

Τέλος, για την περιοχή του Medfloat Pilot Parc τα ποσοστά προσβασιμότητας για ένα σκάφος με όριο πρόσβασης τα 3,00m είναι ιδιαίτερα υψηλά (85,1%) ακόμα και στις 120hrs. Τα ποσοστά πρόσβασης για το σκάφος μεταφοράς προσωπικού στο μετεωρολογικό παράθυρο των 24hrs είναι 81,2% και στο μετεωρολογικό παράθυρο των 48hrs να βρίσκονται στο 73,7%. Ένα σκάφος εργασίας εμφανίζει ικανοποιητικά ποσοστά πρόσβασης 66,9% σε μετεωρολογικό παράθυρο των 24hrs και μόλις 55,6% σε μετεωρολογικό παράθυρο των 48hrs.

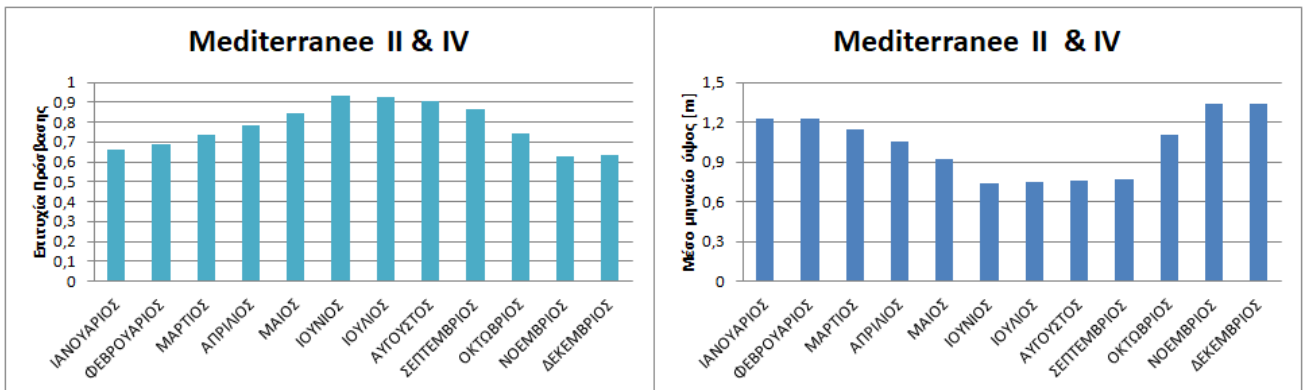
Σύμφωνα με τα Σχήματα 5.13 - 5.16 δεν μπορεί να σχεδιαστεί ένας σωστός προγραμματισμός των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης και για το λόγο αυτό θα πρέπει να είναι γνωστά τα επίπεδα πρόσβασης σε μηνιαία βάση. Επομένως, θεωρώντας ως ύψος αναφοράς τη μικρότερη τιμή του ορίου πρόσβασης του πιο ευάλωτου σκάφους στις καιρικές συνθήκες, ήτοι τα 1,50m, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου παραμονής πρόσβασης - ποσοστό επιτυχίας πρόσβασης - για κάθε υπό εξέταση περιοχή, ενώ για την καλύτερη σαφήνεια δημιουργούνται ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικού κύματος (Σχ. 5.17 - 5.20).



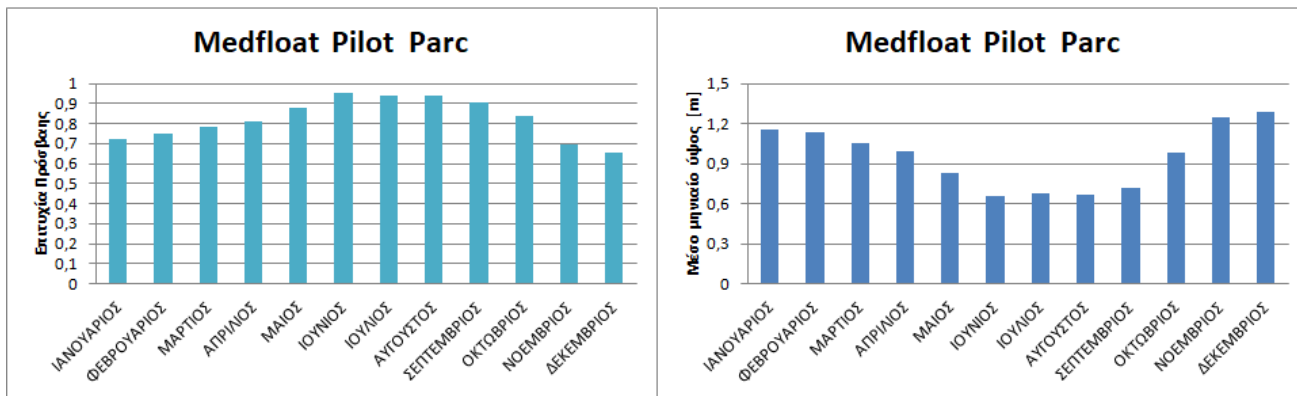
Σχήμα 5.17. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Golfe du Lion.



Σχήμα 5.18. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée I & III.



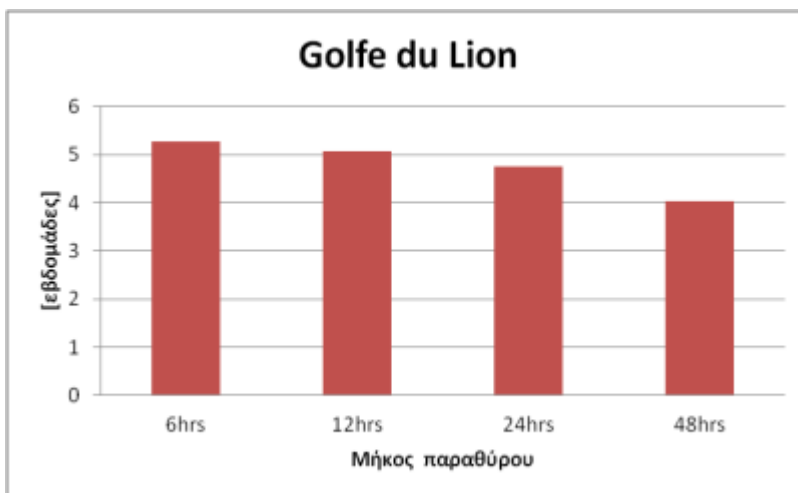
Σχήμα 5.19. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée II & IV.



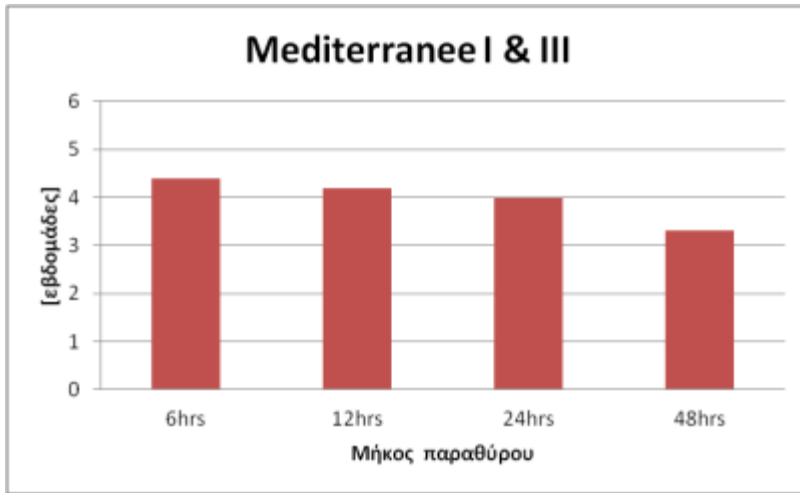
Σχήμα 5.20. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Medfloat Pilot Parc.

Σύμφωνα με τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.16 – 5.20 παρατηρείται ότι τα υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης για την περιοχή του κόλπου του Λέοντα παρουσιάζονται κατά τους μήνες Απρίλιο – Οκτώβριο, ενώ παρατηρείται μείωση των ποσοστών πρόσβασης κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω των δυσμενών συνθηκών. Παρ’ όλα αυτά ακόμα και στους χειμερινούς μήνες τα ποσοστά πρόσβασης είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά με τιμές άνω του 60% για την τοποθεσία του Méditerranée II & IV. Αντίστοιχα φαίνεται ότι τους μήνες Απρίλιο – Οκτώβριο τα μέσα μηνιαία ύψη κυμάτων είναι χαμηλότερα συγκριτικά με τα ύψη των χειμερινών μηνών όπου επικρατεί ο άνεμος Mistral.

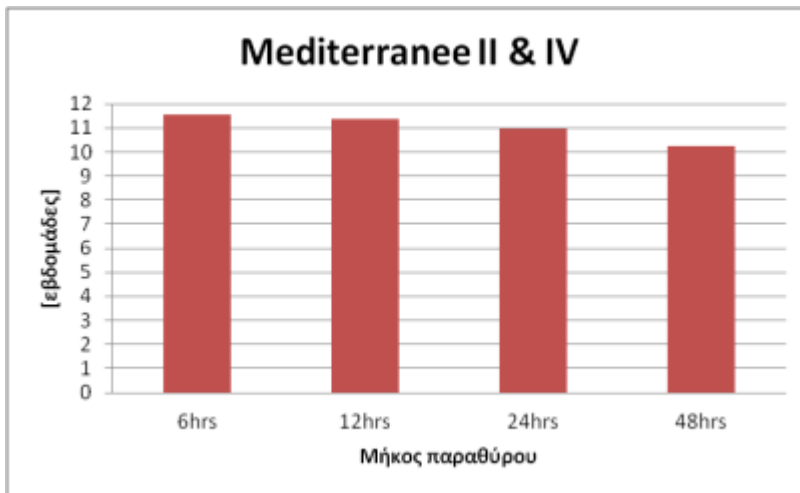
Τέλος, εξετάζονται τα συνολικά χρονικά διαστήματα (όχι συνεχόμενα) στο έτος για διαφορετικά μήκη των μετεωρολογικών παραθύρων που δρουν ανασταλτικά στην πρόσβαση των σκαφών στα υπεράκτια αιολικά πάρκα – συνολική περίοδος αναμονής - για τη διασφάλιση των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης. Οπότε, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα (Σχ. 5.21 – 5.24) της συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών στο αντίστοιχο θαλάσσιο αιολικό πάρκο για διαφορετικά μετεωρολογικά παράθυρα (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs) και λαμβάνοντας υπόψη ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m.



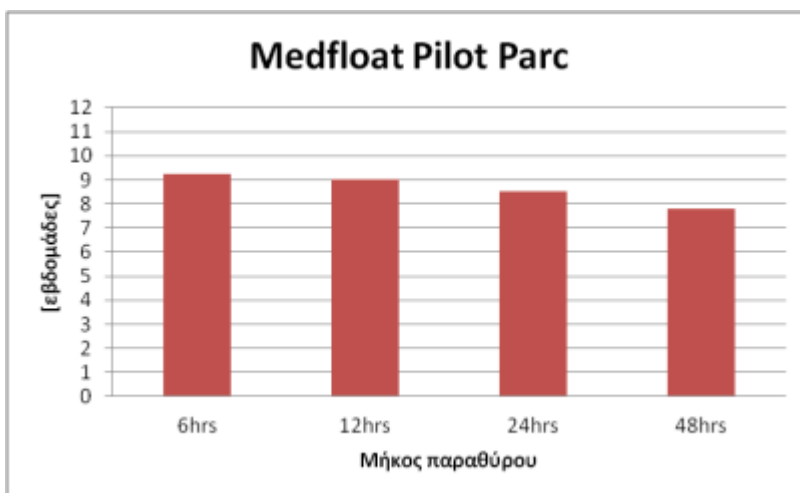
Σχήμα 5.21. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Golfe du Lion.



Σχήμα 5.22. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée I & III.



Σχήμα 5.23. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Méditerranée II & IV.



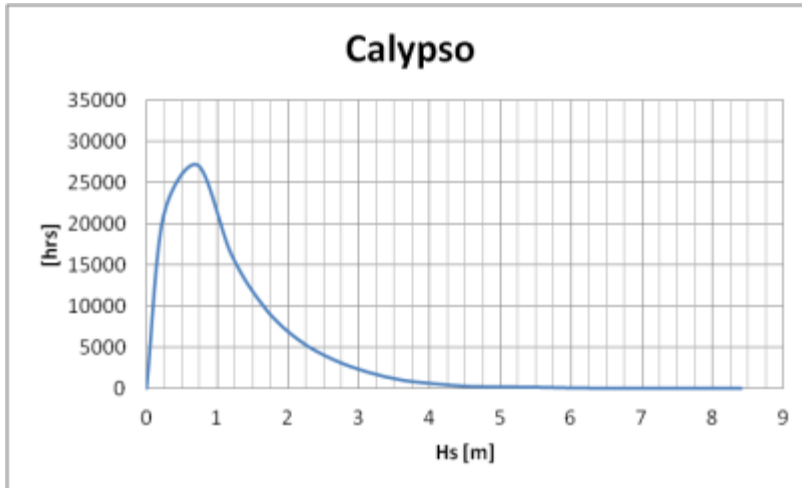
Σχήμα 5.24. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Medfloat Pilot Parc.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.21 - 5.24 διαπιστώνεται ότι οι τοποθεσίες των Méditerranée II & IV και Medfloat Pilot Parc εμφανίζουν τις μεγαλύτερες συνολικές διάρκειες αναμονής συγκριτικά με τις τοποθεσίες των Golfe du Lion και Méditerranée I & III. Τα ιστογράμματα αυτά θα πρέπει να συνδυάζονται με τις καμπύλες των Σχημάτων 5.13 - 5.16 και αποτελούν μια απαραίτητη πληροφορία της διαθεσιμότητας του υπεράκτιου πάρκου ανάλογα με το μήκος του μετεωρολογικού παραθύρου. Προφανώς οι περισσότερες περιόδους αναμονής εμφανίζονται τους χειμερινούς μήνες.

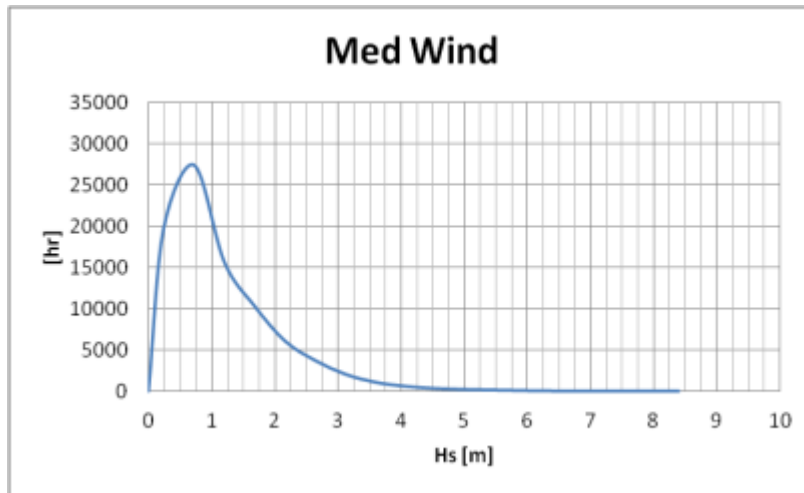
5.2 Στενό της Σικελίας

Στο στενό της Σικελίας λόγω της τοποθεσίας του στην Μεσόγειο επικρατούν οι ισχυροί ΒΑ άνεμοι Mistral και Gregale κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα με τις εντάσεις των οποίων να φθάνουν και να ξεπερνούν τα 20,5m/sec προκαλώντας προβλήματα στη ναυσιπλοΐα, ενώ το καλοκαίρι επικρατούν οι Ν - ΝΑ διευθύνσεις λόγω του ανέμου Scirocco. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η επίδραση των ανέμων στο στενό της Σικελίας είναι σημαντική λόγω του καναλισμού, με αποτέλεσμα οι άνεμοι να γίνονται σφοδροί το χειμώνα και την άνοιξη.

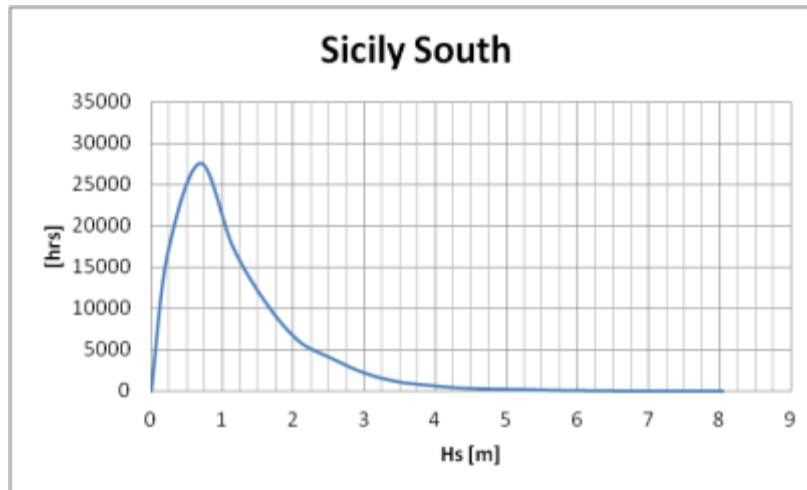
Στο στενό της Σικελία πρόκειται να κατασκευαστούν τα θαλάσσια αιολικά πάρκα Calypso, Med Wind και Sicily South. Στα Σχήματα 5.25 - 5.27 παρουσιάζονται τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στα Σχήματα 5.28 - 5.30 τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στα Σχήματα 5.31 - 5.33 τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου για κάθε προς εξέταση αιολικό πάρκο.



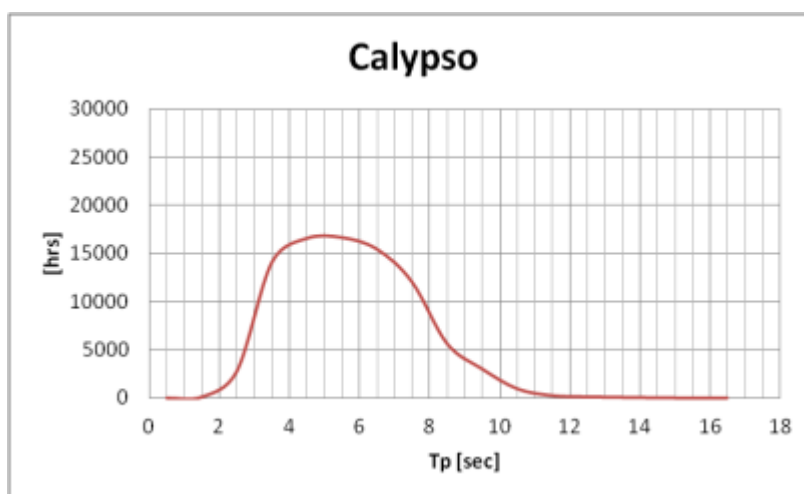
Σχήμα 5.25. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Calypso.



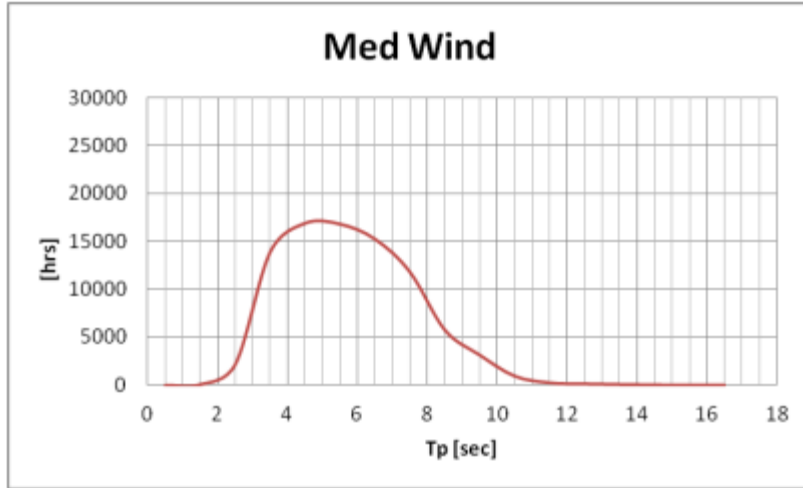
Σχήμα 5.26. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Med Wind.



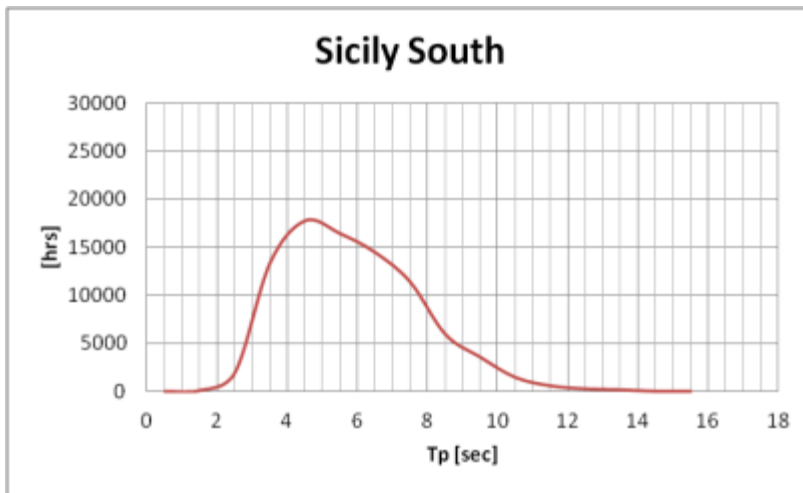
Σχήμα 5.27. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Sicily South.



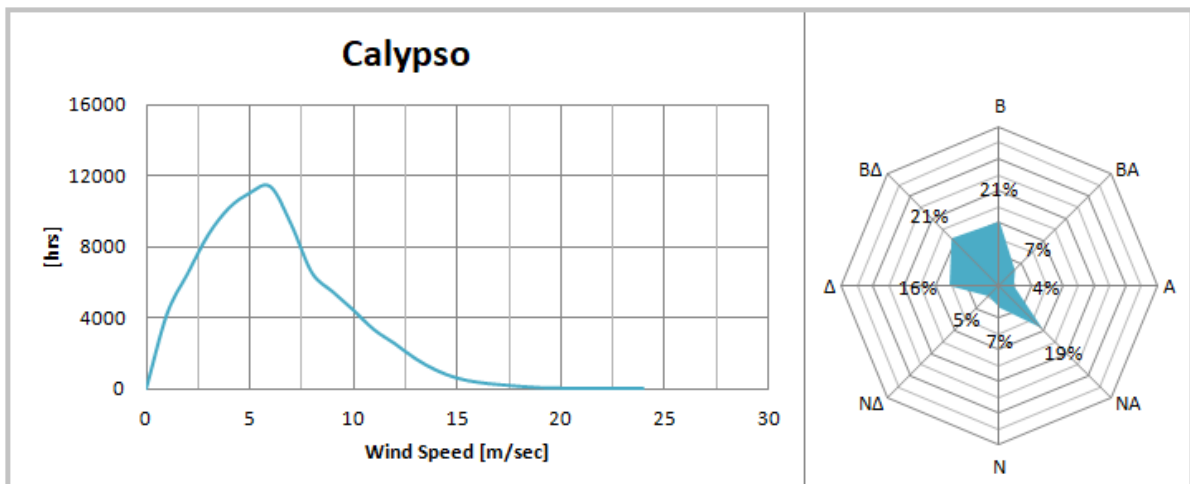
Σχήμα 5.28. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Calypso.



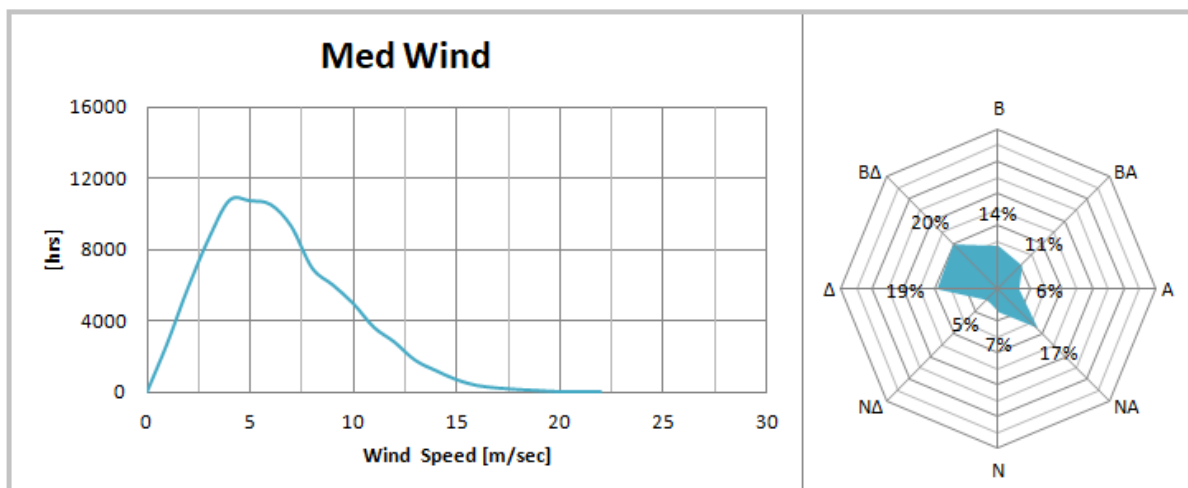
Σχήμα 5.29. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Med Wind.



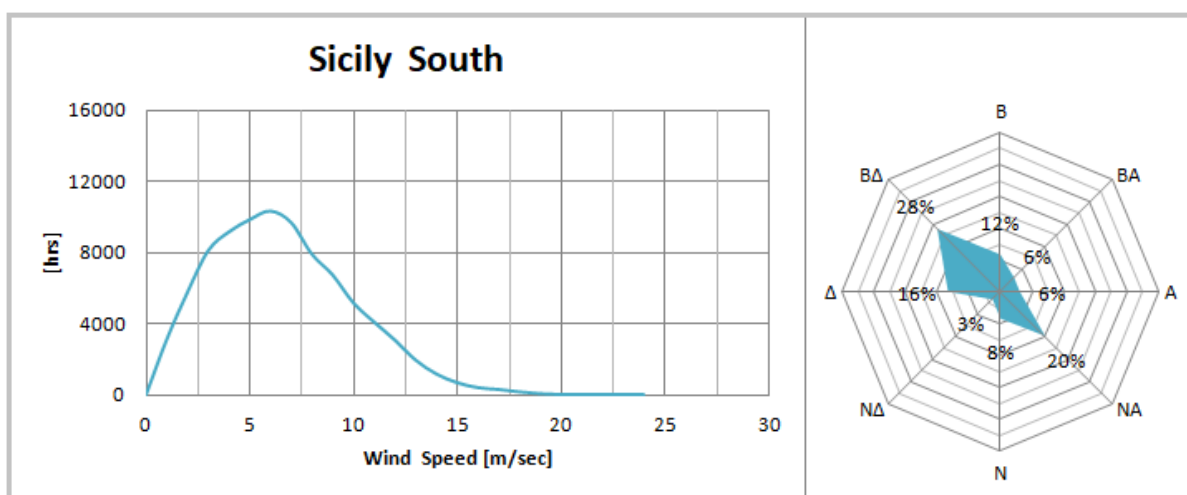
Σχήμα 5.30. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Sicily South.



Σχήμα 5.31. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Calypso.



Σχήμα 5.32. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Med Wind.



Σχήμα 5.33. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Sicily South.

Σύμφωνα με τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.25 – 5.27) παρατηρείται ότι και οι τρεις περιοχές στο στενό της Σικελίας εμφανίζουν την ίδια συμπεριφορά ως προς την συχνότητα εμφάνισης των υψών των κυματισμών, η επικρατούσα τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος βρίσκεται γύρω στα 0,70-0,75m, το μεγαλύτερο ποσοστό των κυμάτων βρίσκεται έως τα 3,00m ενώ τιμές άνω των 3,00m να αποτελούν ένα μικρό ποσοστό της τάξεως 5-6% σε όλες τις περιοχές. Γενικά, στις τοποθεσίες στην περιοχή του στενού της Σικελίας εμφανίζονται κυματισμοί που φθάνουν ή και ξεπερνούν τα 5,00m με αποτέλεσμα να προκαλούνται προβλήματα στην ναυσιπλοΐα.

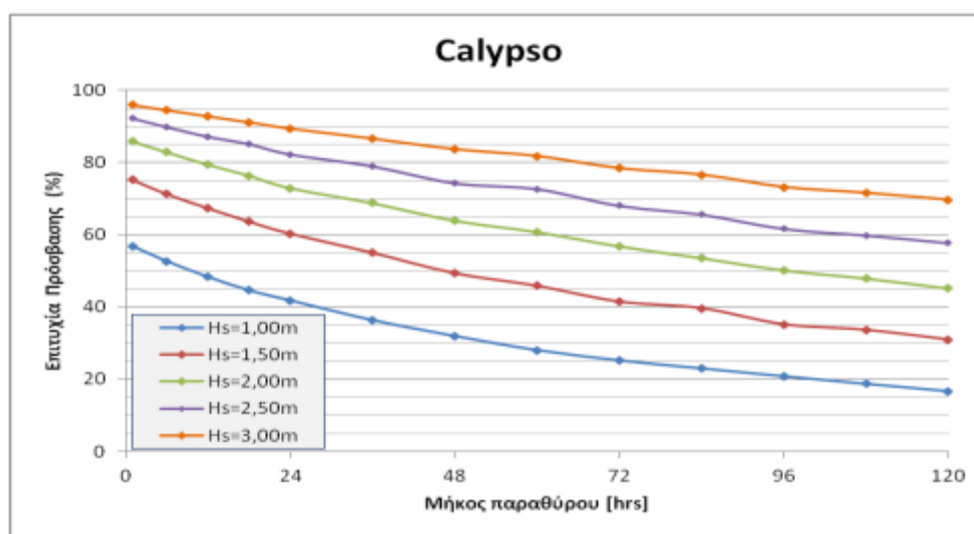
Την ίδια συμπεριφορά εμφανίζουν και τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) (Σχ. 5.28 – 5.30), από τα οποία παρατηρείται ότι οι επικρατούσες τιμές των περιόδων είναι περίπου στα 6,0sec. Σε όλες τις τοποθεσίες τιμές άνω των 4,0sec αποτελούν τα 4/5 του συνόλου των δεδομένων. Από άποψη των τιμών της περιόδου κυματισμών η περιοχή του στενού της Σικελίας είναι ιδιαίτερα ιδανική χωρίς όμως να επιτυγχάνεται το ανάλογο ύψος κύματος για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών στο κατάστρωμα ενός πλοίου εργασίας.

Από τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.31 – 5.33) των τοποθεσιών Calypso, Med Wind και Sicily South παρατηρείται η ίδια συμπεριφορά στην εμφάνιση των εντάσεων των ανέμων και σύμφωνα με τα οποία η επικρατούσα τιμή της ταχύτητας είναι τα 5,5m/sec και το μεγαλύτερο ποσοστό να είναι κάτω από τα 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει τις εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Από τα ανεμορόμβια του ανέμου φαίνεται ότι οι επικρατούσες διευθύνσεις του ανέμου είναι οι Β-ΒΔ των ανέμων Mistral και Gregale, ενώ έπονται οι ΝΑ διευθύνσεις από τον άνεμο Scirocco.

Στους Πίνακες 5.5 – 5.7 παρουσιάζονται αριθμητικά τα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων, και στα Σχήματα 5.34 - 5.36 απεικονίζονται οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής του στενού της Σικελίας.

Πίνακας 5.5. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Calypso.

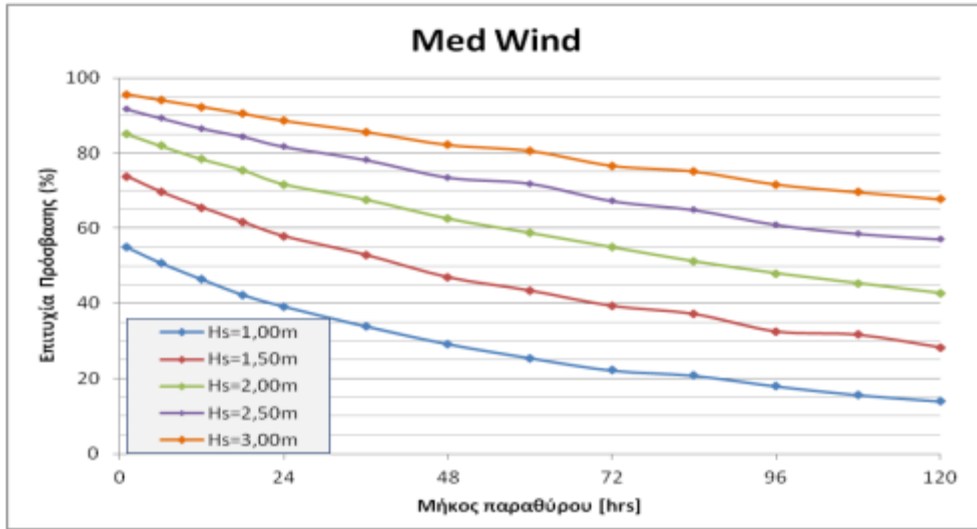
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Calypso												
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	95,9	94,5	92,8	91,1	89,4	86,6	83,7	81,8	78,4	76,6	73,2	71,6	69,6
	2,5m	92,3	89,9	87,2	85,2	82,3	79,0	74,3	72,7	68,1	65,6	61,7	59,9	57,7
	2,0m	85,8	82,9	79,4	76,4	72,9	68,8	63,9	60,8	56,8	53,5	50,2	47,9	45,1
	1,5m	75,2	71,3	67,4	63,7	60,4	55,0	49,3	45,9	41,5	39,7	35,2	33,6	30,9
	1,0m	56,9	52,7	48,4	44,6	41,8	36,4	32,0	28,1	25,2	23,0	20,8	18,7	16,7
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]												



Σχήμα 5.34. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Calypso.

Πίνακας 5.6. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Med Wind.

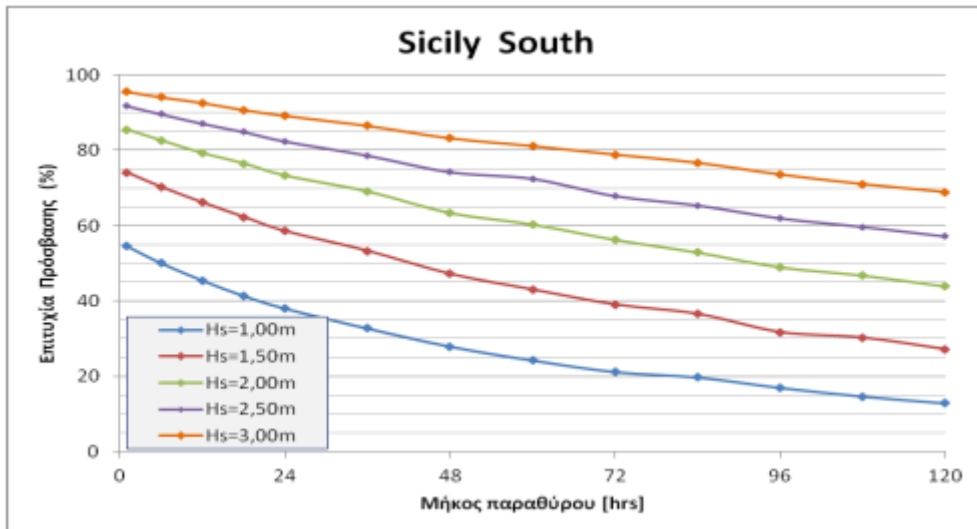
Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Med Wind														
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	95,6	94,0	92,3	90,4	88,6	85,6	82,1	80,6	76,6	75,1	71,6	69,6	67,7
	2,5m	91,7	89,3	86,5	84,4	81,7	78,2	73,5	71,9	67,2	64,8	60,9	58,5	57,0
	2,0m	85,1	81,9	78,4	75,4	71,7	67,6	62,5	58,7	54,9	51,1	48,0	45,3	42,7
	1,5m	73,7	69,6	65,5	61,6	57,9	52,9	46,9	43,4	39,3	37,2	32,5	31,7	28,3
	1,0m	54,9	50,7	46,4	42,3	39,2	33,9	29,2	25,5	22,2	20,8	18,0	15,6	14,0
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]														



Σχήμα 5.35. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Med Wind.

Πίνακας 5.7. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Sicily South.

Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Sicily South														
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	95,6	94,2	92,6	90,8	89,2	86,5	83,2	81,2	78,9	76,7	73,6	71,1	68,9
	2,5m	91,8	89,6	87,1	84,9	82,4	78,6	74,3	72,5	67,9	65,4	62,0	59,7	57,2
	2,0m	85,5	82,6	79,2	76,5	73,3	69,1	63,4	60,3	56,2	52,9	49,0	46,8	43,9
	1,5m	74,1	70,3	66,1	62,3	58,6	53,3	47,2	43,1	39,1	36,6	31,8	30,3	27,2
	1,0m	54,6	50,1	45,5	41,4	38,0	32,7	27,9	24,2	21,2	19,7	17,0	14,7	12,9
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)														



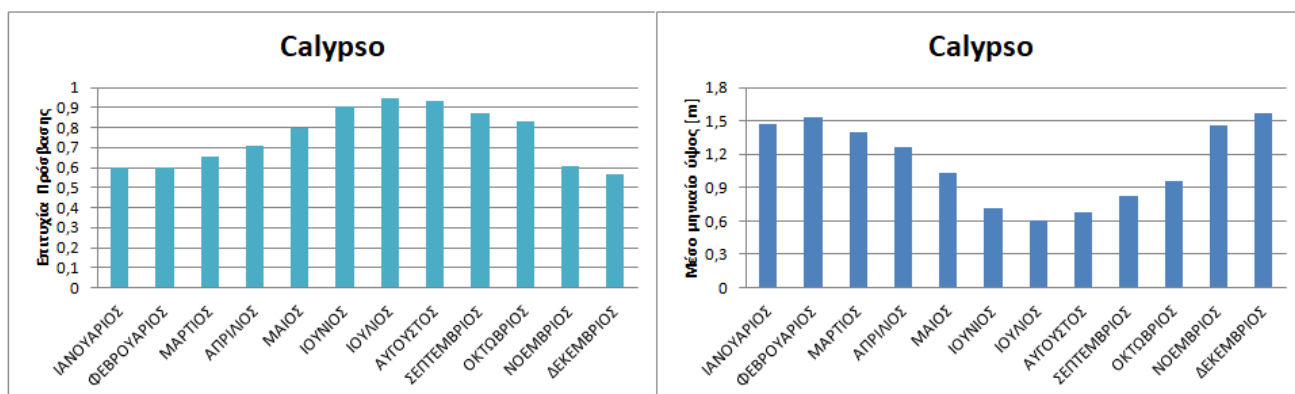
Σχήμα 5.36. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Med Wind.

Διαπιστώνεται από τα Σχήματα 5.34 - 5.36 ότι οι τοποθεσίες στο στενό της Σικελίας έχουν σχεδόν τα ίδια επίπεδα πρόσβασης σε όλα τα προς εξέταση ύψη των κυματισμών. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Calypso ένα σκάφος τύπου jack-up μπορεί να πλέει στη συγκεκριμένη περιοχή με ποσοστό επιτυχίας 83,7% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου τις 48hrs και το ποσοστό του να είναι πάνω από το 70,0% (73,2%) για μήκος παραθύρου τις 96hrs και να πέφτει ελάχιστα από το αυτό στις 120hrs. Το σκάφος μεταφοράς προσωπικού μπορεί να μεταφέρει το τεχνικό προσωπικό του με ποσοστό επιτυχίας 72,9% στη χρονική διάρκεια των 24hrs και στη χρονική διάρκεια των 48hrs να είναι μόλις 63,9%. Τέλος, τα επίπεδα προσβασιμότητας για ένα σκάφος εργασίας heavy lift στις 24hrs είναι 60,4% και στις 48hrs να βρίσκονται κάτω του 50,0%.

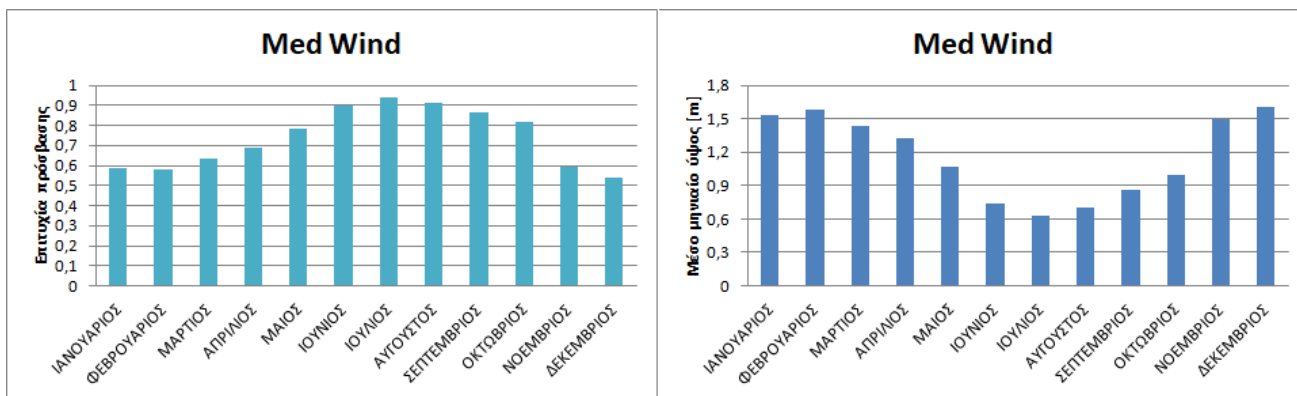
Στην περιοχή του MedWind τα ποσοστά πρόσβασης ενός σκάφους τύπου jack-up ανέρχονται σε 82,1% για μήκος παραθύρου 48hrs και στις 120hrs να είναι κάτω του 70% με τιμή 67,7%. Το ποσοστό πρόσβασης για ένα σκάφος μεταφοράς είναι μόλις 71,7% για μήκος μετεωρολογικού παραθύρου 24hrs και να φθάνει στο 62,5% για μήκος παραθύρου 48hrs. Το σκάφος εργασίας το οποίο είναι το σκάφος με το χαμηλότερο όριο πρόσβασης, εμφανίζει ποσοστά πρόσβασης ίσα με 57,9% σε μήκος παραθύρου 24hrs, ενώ σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου τις 48hrs τα ποσοστά πέφτουν κάτω από το 50,0%, τιμή 46,9%.

Τέλος, για την περιοχή του Sicily South η προσβασιμότητα όλων των σκαφών είναι σχεδόν αντίστοιχη με τις προαναφερθείσες περιοχές του στενού της Σικελίας. Δηλαδή ένα σκάφος τύπου jack-up στις 48hrs έχει ποσοστό πρόσβασης 83,2% και στις 120hrs το ποσοστό του να είναι 68,9%. Ένα σκάφος με όριο πρόσβασης τα 2,00m έχει μόλις 73,3% ποσοστό επιτυχίας στις 24hrs και στις 48hrs το ποσοστό του να είναι 63,4%, ενώ ένα σκάφος με όριο πρόσβασης τα 1,50m έχει ποσοστό πρόσβασης 58,6% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου 24hrs και να βρίσκεται κάτω από το 50% (47,2%) σε μήκος παραθύρου 48hrs.

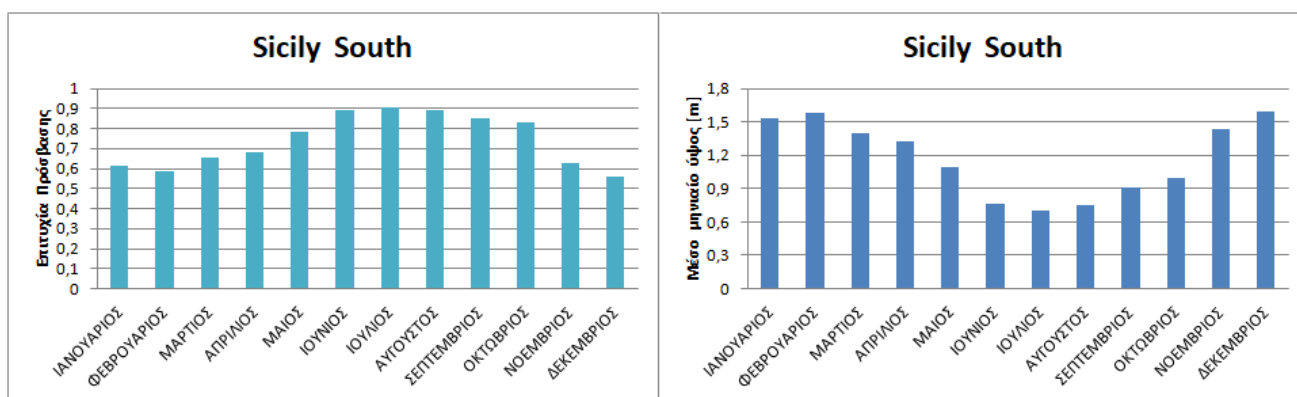
Όπως έχει αναφερθεί για το σωστό προγραμματισμό των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης απαιτείται η γνωστοποίηση των επιπέδων πρόσβασης σε μηνιαία βάση. Στα Σχήματα 5.37 - 5.39 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου παραμονής πρόσβασης - ποσοστό επιτυχίας πρόσβασης - για κάθε υπό εξέταση περιοχή και τα ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικού κύματος, θεωρώντας ως ύψος αναφοράς τα 1,50m (όριο πρόσβασης του πλοίου εργασίας).



Σχήμα 5.37. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Calypso.



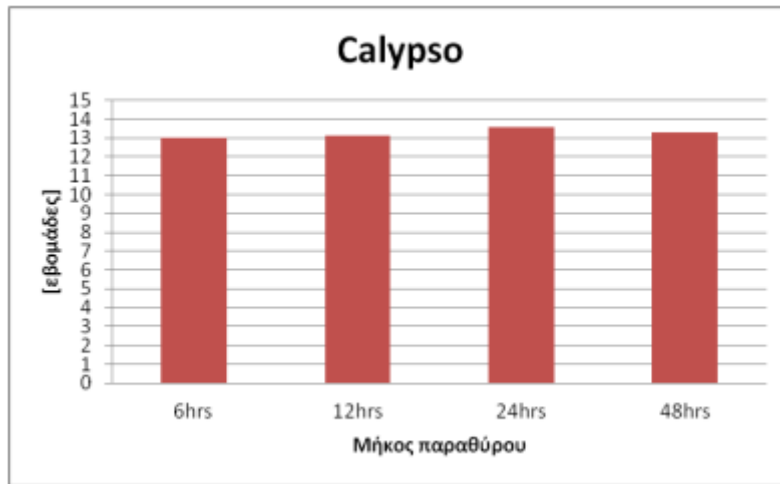
Σχήμα 5.38. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Med Wind.



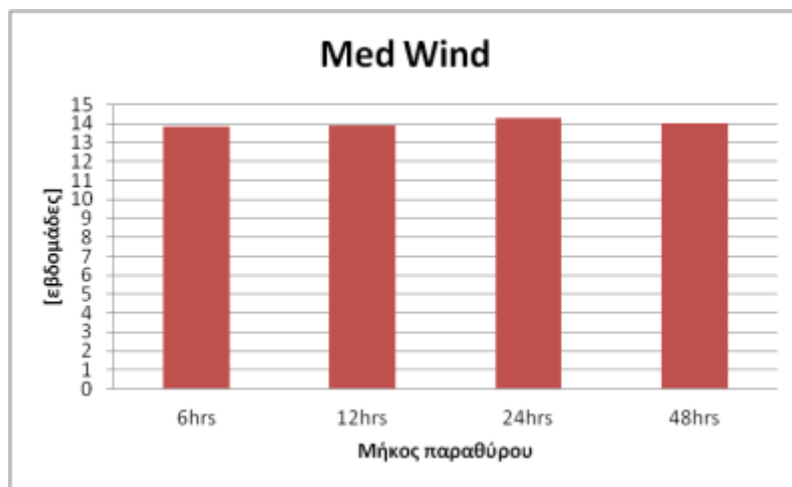
Σχήμα 5.39. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Sicily South.

Σύμφωνα με τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.37 – 5.39 παρατηρείται ότι τα υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης για την περιοχή του στενού της Σικελίας παρουσιάζονται κατά τους μήνες Μάιο – Οκτώβριο. Για τη συγκεκριμένη περιοχή οι ιδανικοί μήνες αποτελούν οι θερινοί λαμβάνοντας υπόψη την ιδιαιτερότητα της περιοχής ως προς την επίδραση των ανέμων και κατ’ αντιστοιχία τη δημιουργία των σχετικά υψηλών κυματισμών, ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες, άνω των 1,50m.

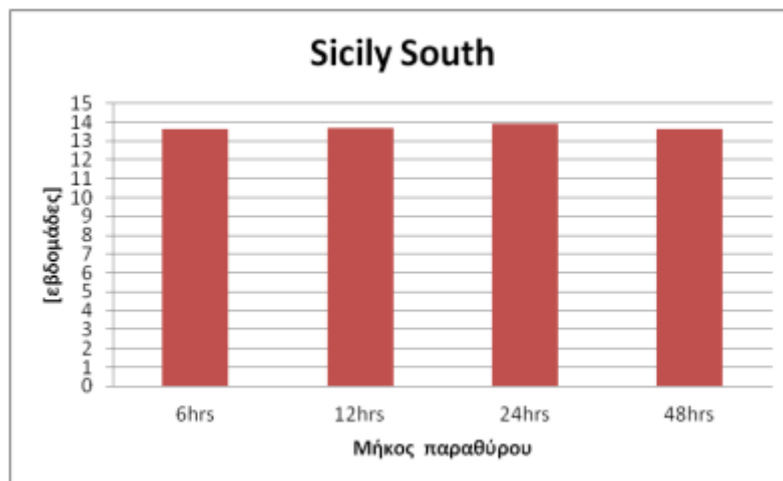
Τέλος, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα (Σχ. 5.40 – 5.42) της συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών για κάθε θαλάσσιο αιολικό πάρκο στο στενό της Σικελίας για διαφορετικά μετεωρολογικά παράθυρα (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs) και έχοντας ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m, ώστε να βρεθεί ο συνολικός χρόνος (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 5.40. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Calypso.



Σχήμα 5.41. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Med Wind.



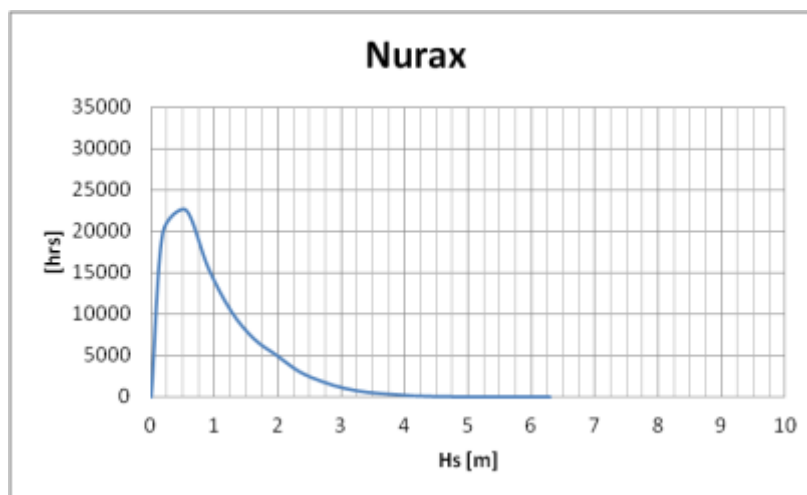
Σχήμα 5.42. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Sicily South.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.40 - 5.42 διαπιστώνεται ότι οι τοποθεσίες των Calypso, Med Wind και Sicily South εμφανίζουν σημαντικά μεγάλες συνολικές διάρκειες αναμονής στο έτος, αφού σχεδόν το $\frac{1}{4}$ του έτους είναι σχεδόν απαγορευτικές για την ασφαλή πρόσβαση των πλοίων με όριο πρόσβασης τα 1,50m. Από τα ιστογράμματα αυτά αναμένεται μια χαμηλή διαθεσιμότητα στα αιολικά πάρκα του στενού της Σικελίας ειδικά τους χειμερινούς μήνες εάν προκύψει κάποια απρόοπτη βλάβη.

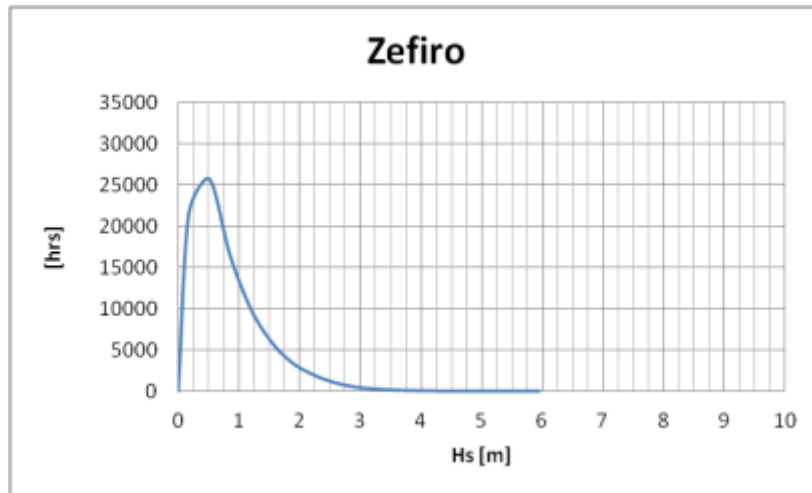
5.3 Τυρρηνική θάλασσα

Στην Τυρρηνική θάλασσα επικρατεί ο Λυβικός άνεμος, ο οποίος είναι ένας Δ ή ΝΔ άνεμος που επικρατεί κυρίως στη Β. Κορσική καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Το χειμώνα γίνεται ακόμα ισχυρότερος όταν περνούν τα βαρομετρικά χαμηλά ή αναπτύσσονται βαρομετρικά χαμηλά στον κόλπο της Γένοβας. Προκαλεί συχνά πολύ ισχυρό κυματισμό καθώς επίσης ότι μπορεί να προκαλέσει καταιγίδες από τα δυτικά. Τον χειμώνα εναλλάσσεται με τον ΒΑ άνεμο Τραμουντάνα, ο οποίος πνέει το χειμώνα προς τις δυτικές ακτές της Ιταλίας και της Β. Κορσική. Ο Τραμουντάνας είναι ένας δροσερός άνεμος που σπάνια προκαλεί καταιγίδες, παρ'όλο που η έντασή του μπορεί να φθάσει και τα 20,5m/sec τις πρώτες πρωινές ώρες.

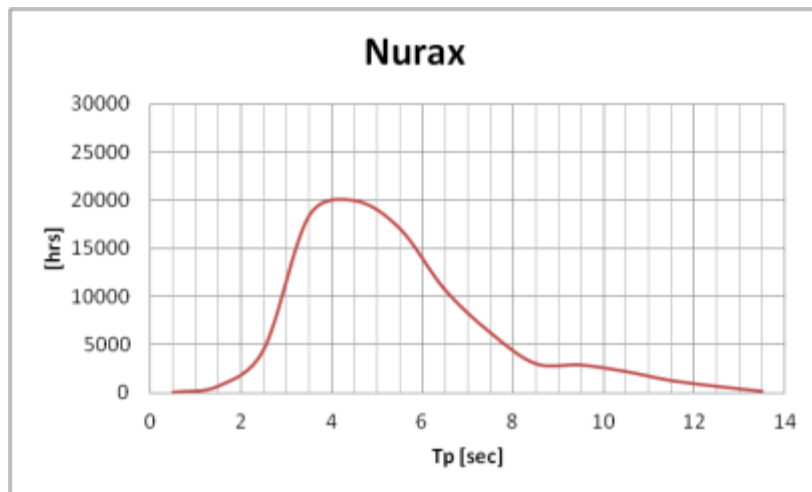
Βορειανατολικά της Σαρδηνίας στην Τυρρηνική θάλασσα πρόκειται να κατασκευαστούν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα Nurax και Zefiro. Τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) παρουσιάζονται στα Σχήματα 5.43 - 5.44, τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) απεικονίζονται στα Σχήματα 5.45 - 5.46 και στα Σχήματα 5.47 - 5.48 φαίνονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου για κάθε τοποθεσία προς εξέταση.



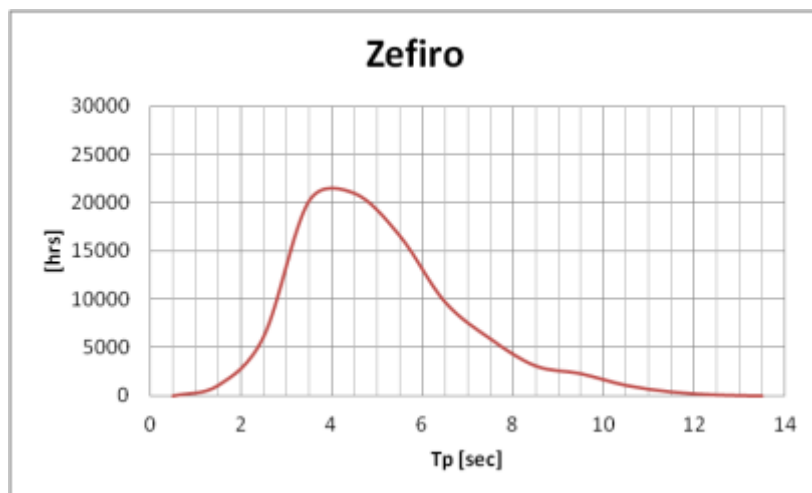
Σχήμα 5.43. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Nurax.



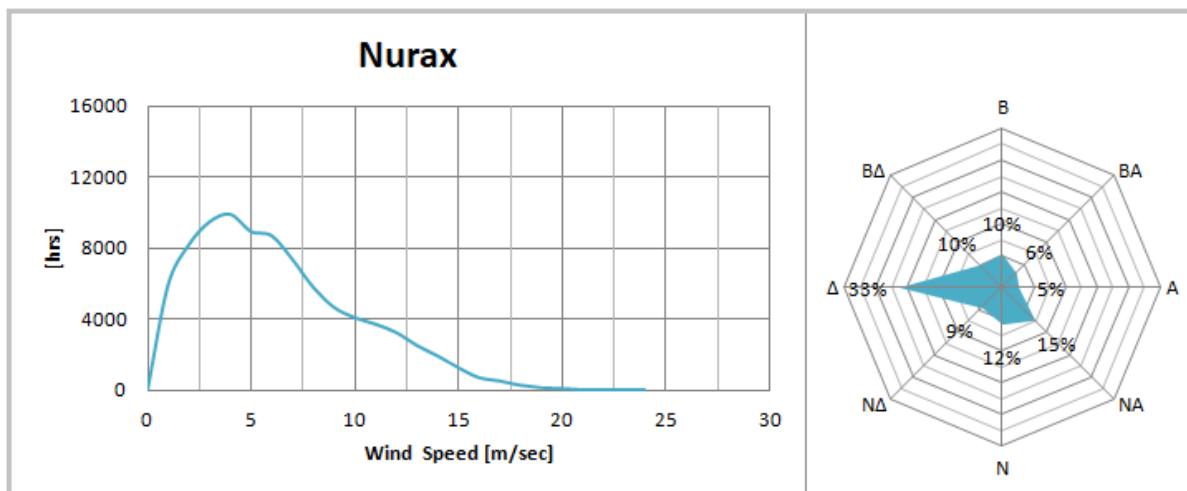
Σχήμα 5.44. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (Hs) για το OWF: Zefiro.



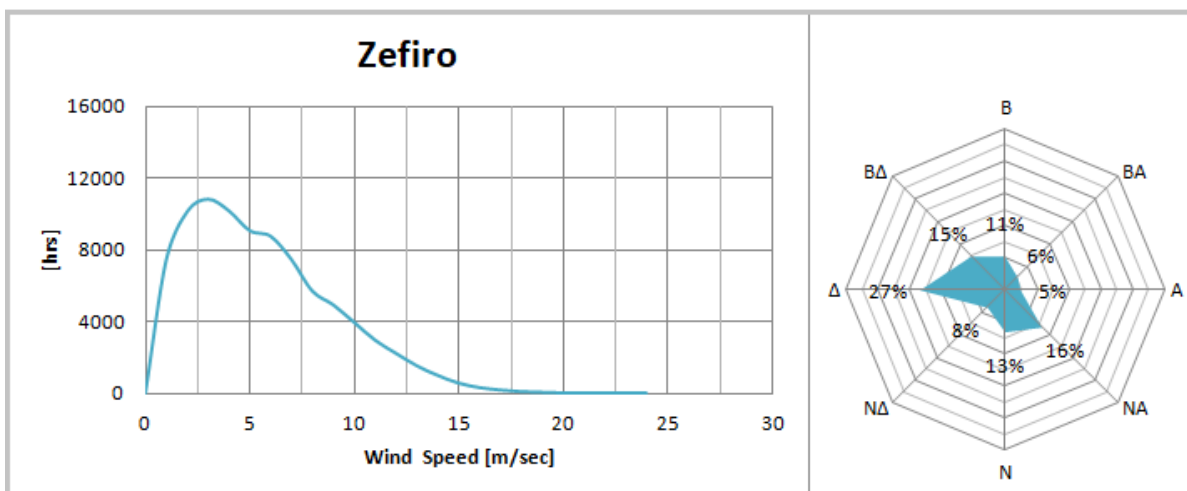
Σχήμα 5.45. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Nurax.



Σχήμα 5.46. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) για την περιοχή του OWF: Zefiro.



Σχήμα 5.47. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Nurax.



Σχήμα 5.48. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Zefiro.

Σύμφωνα, με τα διαγράμματα των συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.43 – 5.44) παρατηρείται ότι οι περιοχές των Nurax και Zefiro στην Τυρρηνική θάλασσα εμφανίζουν μία παρόμοια συμπεριφορά ως προς τη συχνότητα των κυματισμών με την επικρατούσα τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος να βρίσκεται γύρω στα 0,50-0,60m. Το μεγαλύτερο μέρος των κυματισμών να βρίσκεται έως τα 3,00m και οι τιμές άνω των 3,00m να είναι σπάνιες, παρ’όλο που η περιοχή του Nurax εμφανίζει αισθητά πιο υψηλούς κυματισμούς από του Zefiro, για κυματισμούς άνω των 2,00m. Οι τοποθεσίες στην Τυρρηνική θάλασσα μπορεί να χαρακτηριστούν ως περιοχές χαμηλών κυματισμών.

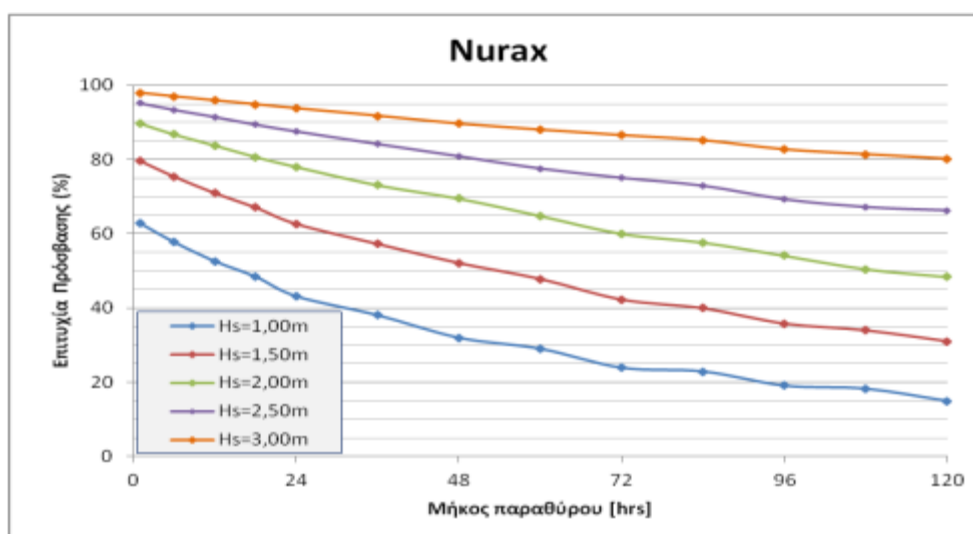
Αντίστοιχη συμπεριφορά εμφανίζεται και στα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) (Σχ. 5.45 – 5.46), από τα οποία παρατηρείται ότι οι επικρατούσες τιμές των περιόδων είναι περίπου στα 4,5sec και στις δύο τοποθεσίες, ενώ οι τιμές άνω των 4,0sec ξεπερνούν το 70% του συνόλου των ωριαίων δεδομένων, γεγονός ιδιαίτερα επιθυμητό για τις ασφαλείς εργασίες στο κατάστρωμα ενός πλοίου εργασίας σε συνδυασμό πάντοτε με το ύψος κύματος.

Τέλος, από τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.47 - 5.48) των τοποθεσιών της Τυρρηνικής θάλασσας παρατηρείται όμοια συμπεριφορά στην εμφάνιση των εντάσεων του ανέμου. Σύμφωνα με τα διαγράμματα στις περιοχές αυτές επικρατεί χαμηλή ένταση ανέμου περίπου στα 3,5m/sec και το μεγαλύτερο ποσοστό να υπεισέρχεται κάτω από τα 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει να πραγματοποιούνται οι εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Από τα ανεμορόμβια του ανέμου φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι η Δ διεύθυνση του Λυβικού ανέμου.

Στους Πίνακες 5.8 - 5.9 παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των ποσοστών επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων και στα Σχήματα 5.49 - 5.50 οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής της Τυρρηνικής θάλασσας.

Πίνακας 5.8. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Nurax.

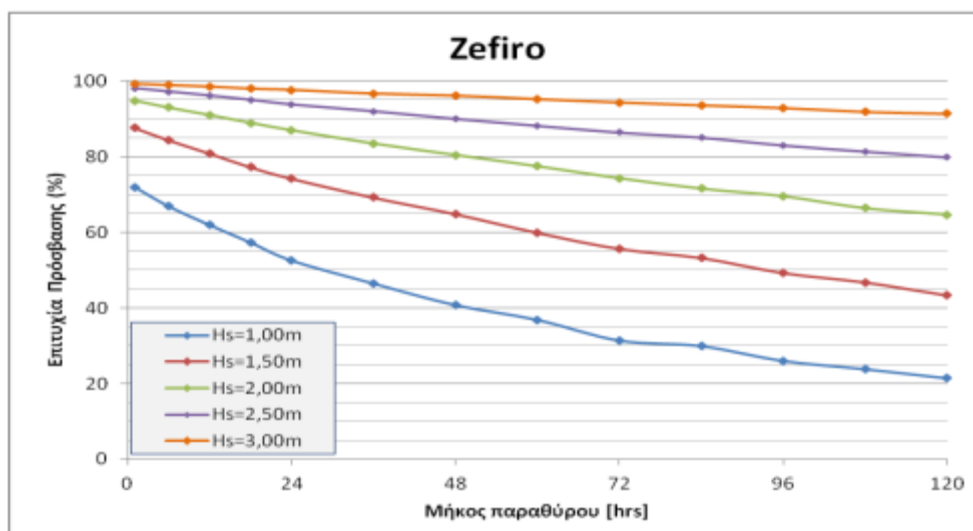
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Nurax													
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	98,0	97,0	95,9	94,9	93,8	91,8	89,6	88,0	86,5	85,2	82,7	81,4	80,2	
	2,5m	95,2	93,4	91,5	89,4	87,6	84,2	80,9	77,6	75,1	73,0	69,3	67,2	66,3	
	2,0m	89,7	86,8	83,8	80,7	78,0	73,1	69,5	64,8	60,0	57,7	54,1	50,5	48,4	
	1,5m	79,6	75,4	71,0	67,1	62,7	57,3	52,1	47,8	42,3	39,9	35,8	34,0	31,1	
	1,0m	62,8	57,8	52,6	48,5	43,2	38,1	32,0	29,0	23,9	22,9	19,1	18,2	14,9	
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)													



Σχήμα 5.49. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Nurax.

Πίνακας 5.9. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Zefiro.

		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Zefiro												
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	99,2	98,9	98,5	97,9	97,6	96,7	96,1	95,2	94,3	93,6	92,9	91,9	91,4
	2,5m	98,0	97,2	96,1	95,0	93,8	92,0	90,0	88,2	86,4	85,1	83,0	81,4	79,9
	2,0m	94,8	93,0	91,0	89,0	87,0	83,5	80,4	77,5	74,3	71,6	69,6	66,4	64,7
	1,5m	87,6	84,4	80,8	77,2	74,2	69,2	64,8	59,9	55,7	53,3	49,3	46,8	43,4
	1,0m	72,0	66,9	61,9	57,3	52,6	46,5	40,8	36,9	31,4	30,0	26,1	23,9	21,5
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]												



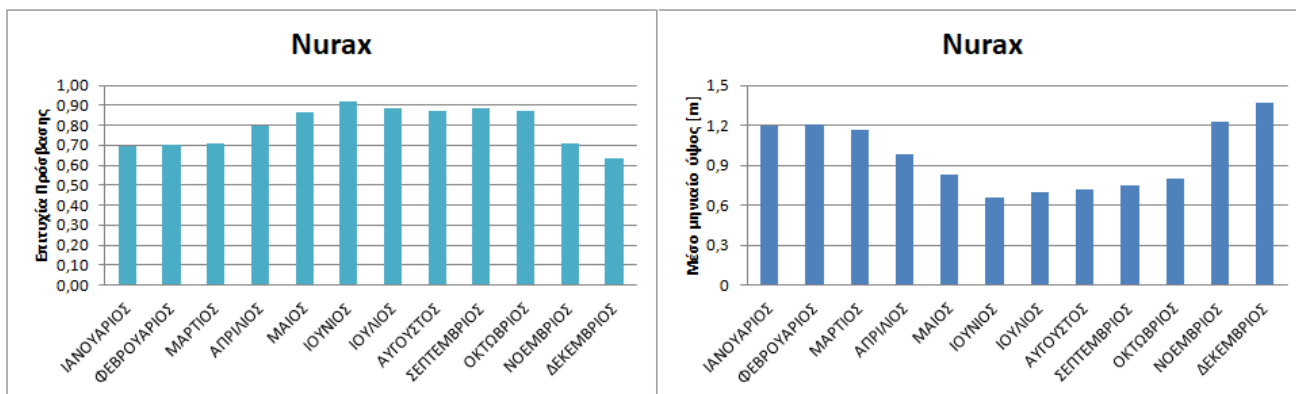
Σχήμα 5.50. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Zefiro.

Διαπιστώνεται από τα Σχήματα 5.49 - 5.50 ότι οι τοποθεσίες της Τυρρηνικής θάλασσας εμφανίζουν μία μεταβλητότητα μεταξύ τους ως προς τα επίπεδα πρόσβασης. Τα επίπεδα πρόσβασης είναι υψηλά για τα ανώτερα όρια πρόσβασης στην περιοχή του Zefiro, ενώ στην περιοχή του Nurax τα επίπεδα πρόσβασης δεν είναι τόσο υψηλά καθώς το μήκος του μετεωρολογικού παραθύρου αυξάνεται. Το ίδιο παρατηρείται και στα μεσαία όρια πρόσβασης στην περιοχή του Nurax και για τα μήκη παραθύρων άνω των 48hr.

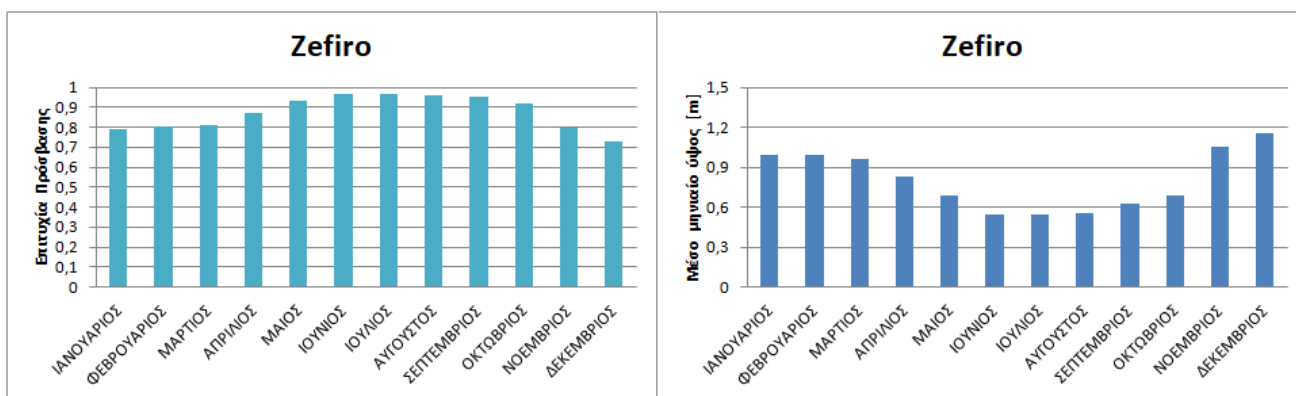
Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Nurax ένα σκάφος τύπου jack-up μπορεί να πλέει στη συγκεκριμένη περιοχή με ποσοστό επιτυχίας 89,6% για μήκος μετεωρολογικού παραθύρου τις 48hrs και το ποσοστό του να είναι πάνω από το 80,0% (80,2%) για μήκος παραθύρου τις 120hrs. Το σκάφος μεταφοράς προσωπικού μπορεί να μεταφέρει το τεχνικό προσωπικό με ποσοστό επιτυχίας 78,0% στη χρονική διάρκεια των 24hrs και στη χρονική διάρκεια των 48hrs να είναι οριακά κάτω από το 70,0% (69,5%). Τέλος τα επίπεδα προσβασιμότητας για ένα σκάφος εργασίας heavy lift στις 24hrs είναι 62,7% και στις 48hrs να βρίσκονται άνω του 50%, με τιμή 52,1%.

Στην περιοχή του Zefiro εμφανίζονται πιο υψηλά ποσοστά πρόσβασης από την περιοχή του Nurax, δηλαδή σε ένα σκάφος τύπου jack-up τα ποσοστά πρόσβασης για μήκος μετεωρολογικού παραθύρου 48hrs βρέθηκαν ίσα με 96,1% και να παραμένουν υψηλά ακόμα και στο μήκος παραθύρου 120hrs με τιμή 91,4%. Το ποσοστό πρόσβασης για ένα σκάφος μεταφοράς στις 24hrs είναι 87,0% και στις 48hrs να είναι ελάχιστα άνω του 80,0% (80,4%). Το σκάφος εργασίας, σκάφος με το χαμηλότερο όριο πρόσβασης, εμφανίζει ποσοστό πρόσβασης ίσο με 74,2% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου 24hrs, ενώ σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου τις 48hrs τα ποσοστά εμφανίζονται ικανοποιητικά με τιμή 64,8%.

Επομένως για τον σωστό προγραμματισμό των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης θα πρέπει να κατασκευαστούν τα μηνιαία επίπεδα πρόσβασης σε κάθε περιοχή, λαμβάνοντας ως ύψος αναφοράς τα 1,50m δηλαδή το όριο πρόσβασης του πλοίου εργασίας. Στα Σχήματα 5.51 και 5.52 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου παραμονής πρόσβασης και τα ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικών κυμάτων για τις περιοχές της Τυρρηνικής θάλασσας.



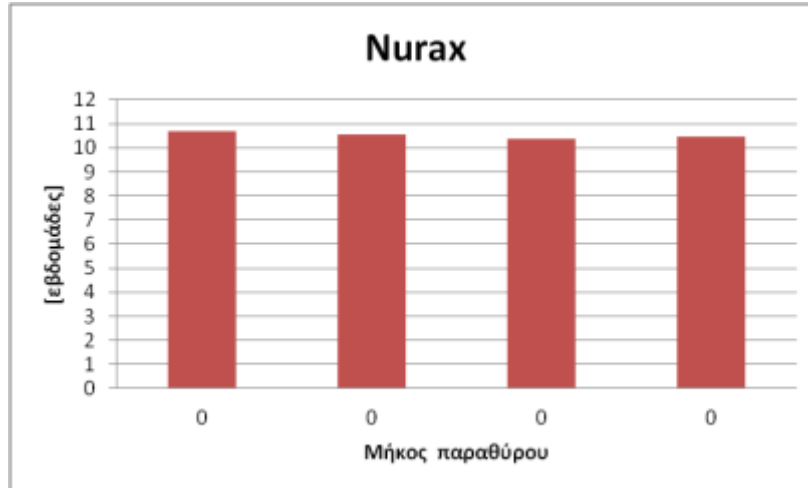
Σχήμα 5.51. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.



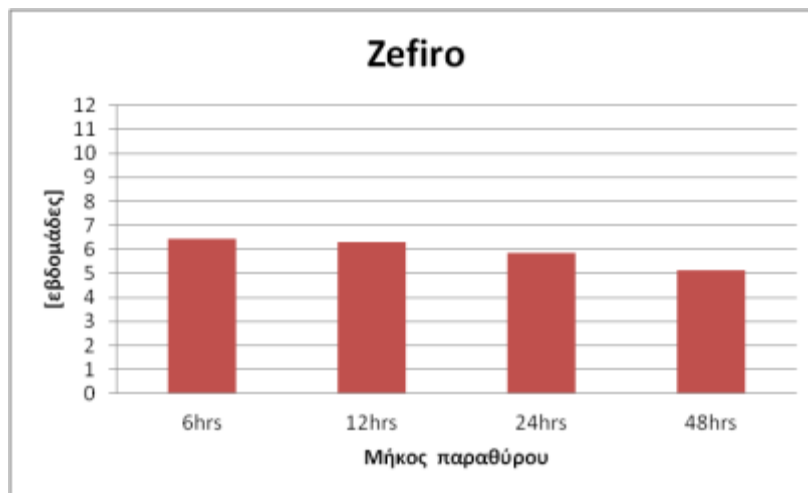
Σχήμα 5.52. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.

Σύμφωνα με τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.51 – 5.52 για τις περιοχές των Nurax και Zefiro παρατηρείται ότι τα υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης εμφανίζονται κατά τους μήνες Απρίλιο – Οκτώβριο, με τα μηνιαία επίπεδα πρόσβασης στην περιοχή του Zefiro να ξεπερνούν το 90% και το αντίστοιχο μέσο ύψος κύματος να βρίσκεται κάτω από τα 0,90m. Ωστόσο, ενώ οι καλοκαιρινοί μήνες εμφανίζουν σχεδόν τα ίδια επίπεδα πρόσβασης δεν συμβαίνει το ίδιο κατά τους χειμερινούς μήνες, αφού διακρίνεται και εδώ η μεταβλητότητα που υπάρχει ανάμεσα στις δύο προς εξέταση περιοχές, με την περιοχή του Nurax να εμφανίζει τα χειρότερα επίπεδα πρόσβασης κατά τους χειμερινούς σε σχέση με την περιοχή του Zefiro.

Τέλος, δημιουργούνται τα ιστογράμματα της συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών (Σχήματα 5.53 – 5.54) για κάθε θαλάσσιο αιολικό πάρκο της Τυρρηνικής θάλασσας για διαφορετικά μετεωρολογικά παράθυρα (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), λαμβάνοντας υπόψη την τιμή του ύψους αναφοράς κύματος τα 1,50m, ώστε να βρεθεί ο συνολικός χρόνος (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 5.53. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Nurax.



Σχήμα 5.54. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Zefiro.

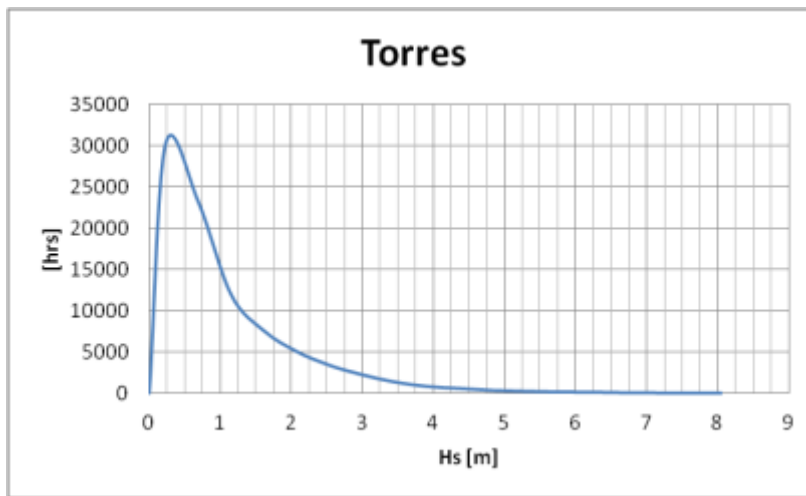
Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.53 - 5.54 φαίνεται για άλλη μία φορά η μεταβλητότητα που παρουσιάζουν οι τοποθεσίες των Nurax και Zefiro. Η τοποθεσία του Nurax εμφανίζει σημαντικά μεγάλες συνολικές διάρκειες αναμονής στο έτος, αφού σχεδόν το 1/5 του έτους βρέθηκε να είναι απαγορευτικό για την ασφαλή πρόσβαση των πλοίων με όριο πρόσβασης τα 1,50m. Αντίθετα η τοποθεσία του Zefiro εμφανίζει μία σχετικά ικανοποιητική συνολική διάρκεια αναμονής στο έτος και κατά συνέπεια αναμένεται μία καλύτερη διαθεσιμότητα του Zefiro έναντι του Nurax.

Η μεταβλητότητα αυτή συμβαίνει διότι η περιοχή του Nurax βρίσκεται βορειαντολικά της Σαρδηνίας στο ύψος του στενού μεταξύ Σαρδηνίας και Κορσικής, οπότε λόγω της θέσης του δημιουργείται μήκος για ανεπτυγμένους κυματισμούς από τα δυτικά μέσω του στενού Σαρδηνίας και Κορσικής, σε αντίθεση με την τοποθεσία του Zefiro που είναι προστατευμένη από τους δυτικούς κυματισμούς.

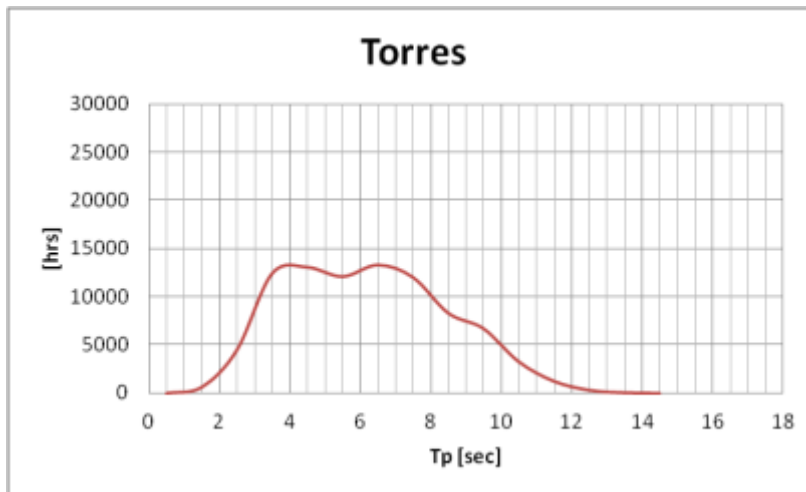
5.4 Θάλασσα της Σαρδηνίας

Στη θάλασσα της Σαρδηνίας ανατολικά της νήσου Σαρδηνίας επικρατεί ο άνεμος Mistral, ο οποίος όπως έχει αναφερθεί είναι ένας Β - ΒΔ ψυχρός και ξηρός θυελλώδης άνεμος που πνέει το χειμώνα. Επίσης η δυτική Σαρδηνία επηρεάζεται και από το Λυβικό άνεμο, ο οποίος είναι ένας Δ ή ΝΔ άνεμος που επικρατεί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

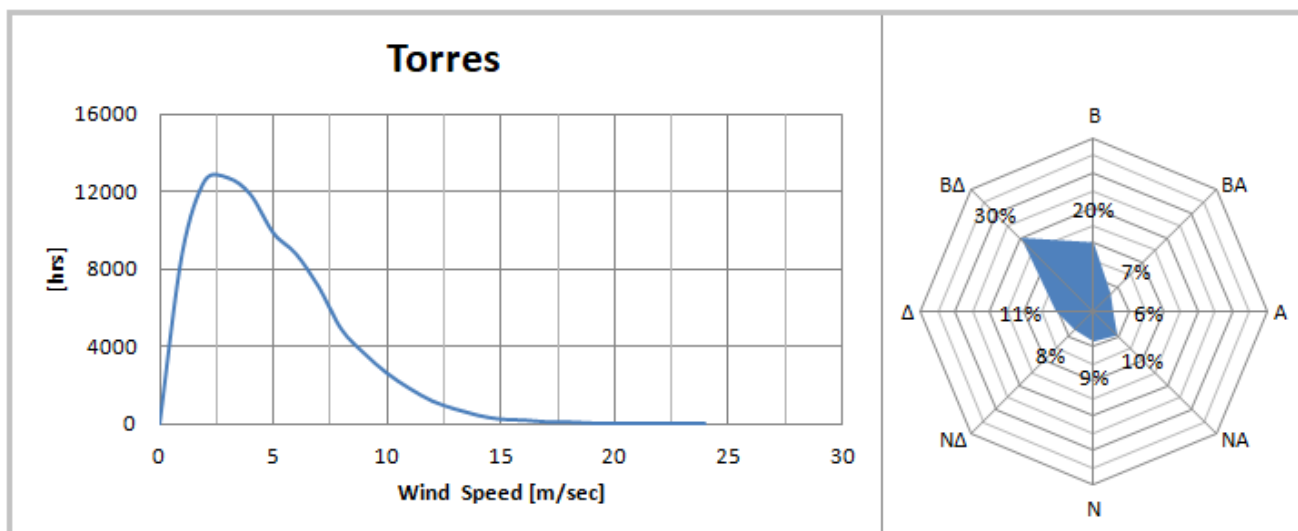
Δυτικά της Σαρδηνίας πρόκειται να κατασκευαστεί το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Torres. Στο Σχήμα 5.55 παρουσιάζεται το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στο Σχήμα 5.56 το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στο Σχήμα 5.57 το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου.



Σχήμα 5.55. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Torres.



Σχήμα 5.56. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Torres.



Σχήμα 5.57. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Torres.

Σύμφωνα με το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) του Σχήματος 5.55 φαίνεται ότι στο αναμενόμενο θαλάσσιο αιολικό πάρκο Torres η επικρατούσα τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος βρίσκεται κάτω από τα 0,50m. Ωστόσο υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό για ύψη κυμάτων άνω των 2,00m καθώς και οι εμφανίσεις κυμάτων άνω των 3,00m όπου φθάνουν ή και ξεπερνούν τα 5,00m.

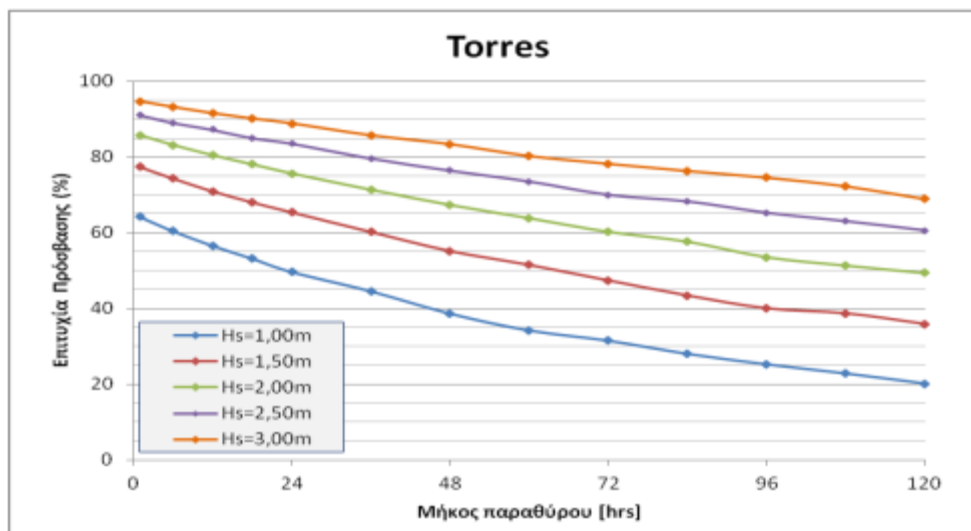
Από το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) του Σχήματος 5.56 παρατηρείται ότι υπάρχει ένα πλατώ στις επικρατούσες τιμές της περιόδου κυματισμού κορυφής μεταξύ 4,0sec και 7,0sec. Γενικά το μεγαλύτερο μέρος (τα 4/5 του συνόλου των δεδομένων) βρίσκεται άνω των 4,0sec, ιδιαίτερα επιθυμητό γεγονός για τις ασφαλείς εργασίες στο κατάστρωμα ενός πλοίου εργασίας σε συνδυασμό πάντοτε με το ύψος κύματος.

Τέλος, από το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.57) για την τοποθεσία του Torres επικρατεί μία χαμηλή ένταση περίπου στα 3,5m/sec. Σχεδόν όλες οι ταχύτητες του ανέμου είναι κάτω από τα 16,0m/sec, δηλαδή την τιμή που επιτρέπει τη διεξαγωγή των εργασιών γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Από το ανεμορόμβιο του ανέμου φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι η ΒΔ, διεύθυνση του ανέμου Mistral.

Στον Πίνακα 5.10 παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των ποσοστών επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασης του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων για το θαλάσσιο αιολικό πάρκο Torres, ενώ στο Σχήμα 5.58 φαίνονται οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της περιοχής του Torres.

Πίνακας 5.10. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Torres.

		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Torres												
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	94,7	93,2	91,6	90,2	88,9	85,7	83,4	80,3	78,2	76,3	74,6	72,3	68,9
	2,5m	91,1	89,1	87,3	85,1	83,6	79,7	76,5	73,6	70,0	68,3	65,3	63,1	60,6
	2,0m	85,8	83,2	80,5	78,1	75,7	71,4	67,4	63,9	60,3	57,7	53,6	51,4	49,4
	1,5m	77,4	74,4	71,0	68,0	65,4	60,2	55,1	51,5	47,4	43,4	40,0	38,7	35,8
	1,0m	64,2	60,4	56,6	53,2	49,6	44,5	38,6	34,2	31,4	28,0	25,2	22,8	20,1
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]												

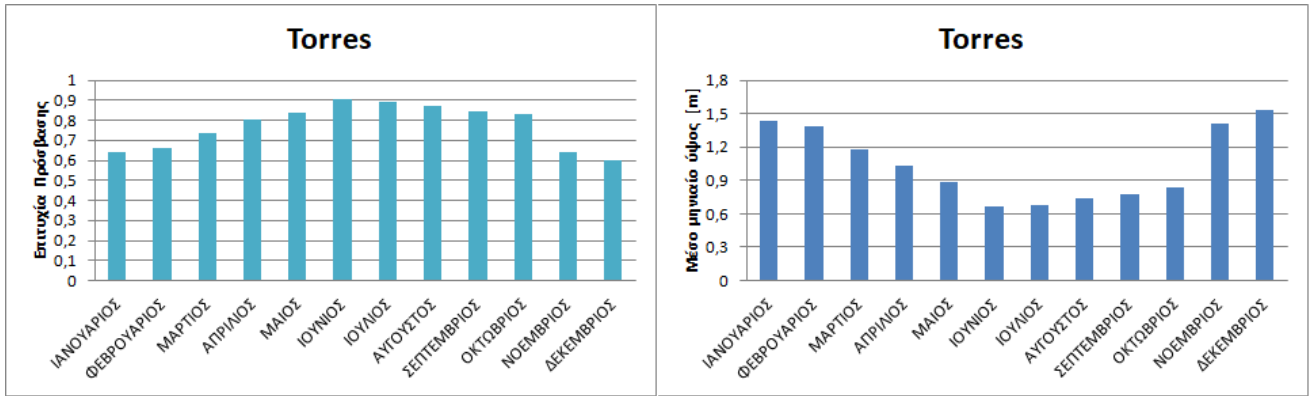


Σχήμα 5.58. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Torres.

Από τις καμπύλες του Σχήματος 5.58 διαπιστώνεται ότι η περιοχή του Torres δυτικά της Σαρδηνίας εμφανίζει για τις ανώτερες τιμές των ορίων πρόσβασης ικανοποιητικά επίπεδα πρόσβαση για μήκος μετεωρολογικού παραθύρου έως τις 72hrs. Η αντίστοιχη καμπύλη για το πλοίο εργασίας (Hs=1,50m) διαθέτει ικανοποιητικά επίπεδα πρόσβασης έως τις 36hrs ενώ για διάρκεια άνω των 48hrs τα επίπεδα είναι κάτω του μετρίου.

Ειδικότερα στην περιοχή του Torres ένα σκάφος τύπου jack-up – όριο πρόσβασης τα 3,00m - μπορεί να επιχειρεί στην περιοχή με ποσοστά πρόσβασης 83,4% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 48hrs και με τα ποσοστά να είναι κάτω από τα 70,0% (68,9%) για μήκος παραθύρου τις 120hrs. Τα ποσοστά πρόσβασης για ένα σκάφος μεταφοράς προσωπικού (CTV) στην περιοχή του Torres ανέρχονται σε 75,7% για μήκος παραθύρου τις 24hrs, ενώ για μήκος παραθύρου τις 48hrs φθάνουν στα 67,4%. Το σκάφος με το μικρότερο όριο πρόσβασης - πλοίο εργασίας (heavy lift) – διαθέτει μέτρια ποσοστά πρόσβασης 65,4% σε μετεωρολογικό παράθυρο των 24hrs και τα οποία στις 48hrs βρίσκονται στα 55,1%.

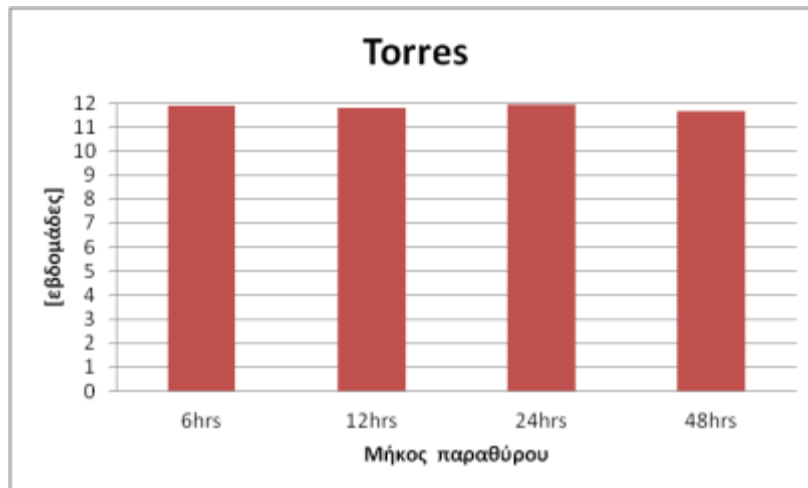
Στο Σχήμα 5.59 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα των μηνιαίων επιπέδων πρόσβασης και του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικού κύματος έχοντας ως ύψος αναφοράς τα 1,50m. Από τα οποία εξασφαλίζεται ο σωστός προγραμματισμός των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης για την περιοχή του Torres, στη θάλασσα της Σαρδηνίας.



Σχήμα 5.59. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Torres.

Παρατηρείται από το ιστόγραμμα του μέσου μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης (Σχ. 5.59) ότι τα υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης για την περιοχή του Torres είναι κατά τους μήνες Απρίλιο – Οκτώβριο, με τα μηνιαία επίπεδα να ξεπερνούν το 80% τους μήνες αυτούς και με το αντίστοιχο μέσο μηνιαίο ύψος κυμάτων να είναι κάτω των 0,90m.

Τέλος, κατασκευάζεται το ιστόγραμμα της συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών (Σχήμα 5.60) για το υπό κατασκευή υπεράκτιο αιολικό πάρκο Torres για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs) λαμβάνοντας και εδώ υπόψη ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m, ώστε να βρεθεί ο συνολικός χρόνος (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



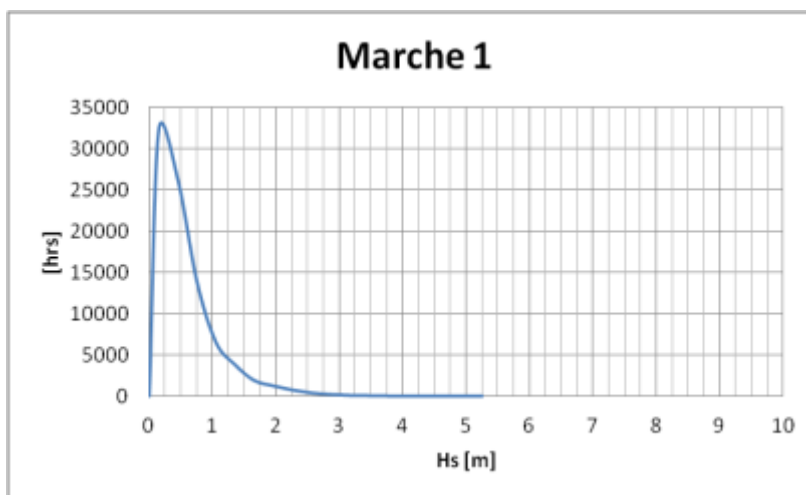
Σχήμα 5.60. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Torres.

Από το ιστόγραμμα του Σχήματος 5.60 διαπιστώνεται ότι η περιοχή του υπεράκτιου πάρκου Torres εμφανίζει μία σημαντικά μεγάλη συνολική διάρκεια αναμονής στο έτος, αφού σχεδόν το ¼ του έτους βρέθηκε να είναι απαγορευτικό για την ασφαλή πρόσβαση πλοίων με όριο πρόσβασης τα 1,50m. Συμπεραίνεται ότι αναμένεται μια χαμηλή διαθεσιμότητα στο αιολικό πάρκο Torres, στη θάλασσα της Σαρδηνίας, τους χειμερινούς μήνες σε περίπτωση που προκύψει κάποια απρόοπτη βλάβη.

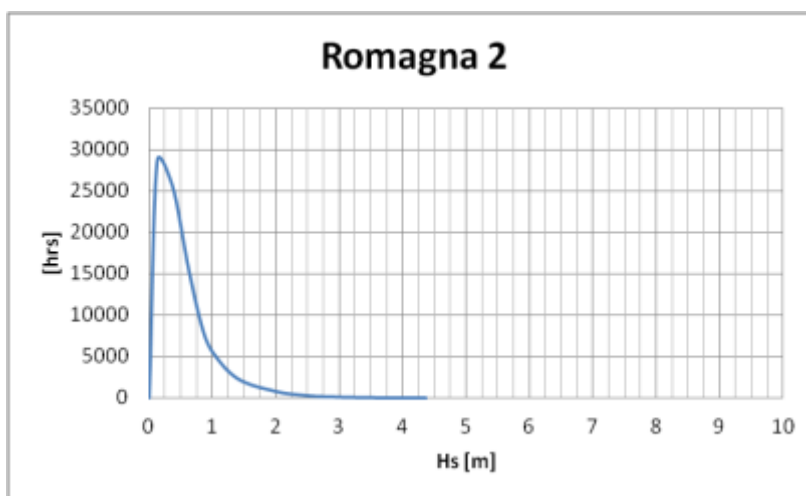
5.5 Βόρεια Αδριατική θάλασσα

Στην περιοχή της βόρειας Αδριατικής θάλασσας επικρατεί ο άνεμος Bora, ο οποίος είναι ένας ξηρός, ριπαίος ΒΑ άνεμος που πνέει κυρίως τον χειμώνα και συνοδεύεται από αίθριο, αλλά ψυχρό μέτωπο που μπορεί να προκαλέσει βροχές ή και χιόνια. Το καλοκαίρι είναι πιο ασθενής και λιγότερο συχνός, επειδή η ημερήσια θαλάσσια αύρα που έχει αντίθετη διεύθυνση και μεγαλύτερη ένταση τις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες, τον εξασθενεί. Πνέει στις ανατολικές ακτές της βόρειας Αδριατικής και κυρίως στις Δαλματικές ακτές της Κροατίας. Ωστόσο μπορεί να φτάσει στο Ιόνιο πέλαγος και γενικότερα στο ανατολικό τμήμα της κεντρικής Μεσογείου. Το καλοκαίρι ακόμα και στη βόρεια Αδριατική θάλασσα επικρατεί ο Scirocco, ο οποίος είναι ένας Ν – ΝΑ άνεμος που προέρχεται από την έρημο της Β. Αφρικής, όπου κατά την μετακίνησή του επάνω από τη θάλασσα και λόγω της υψηλής του θερμοκρασία, εμπλουτίζεται με υδρατμούς συμπαρασύροντας και σκόνη από την έρημο.

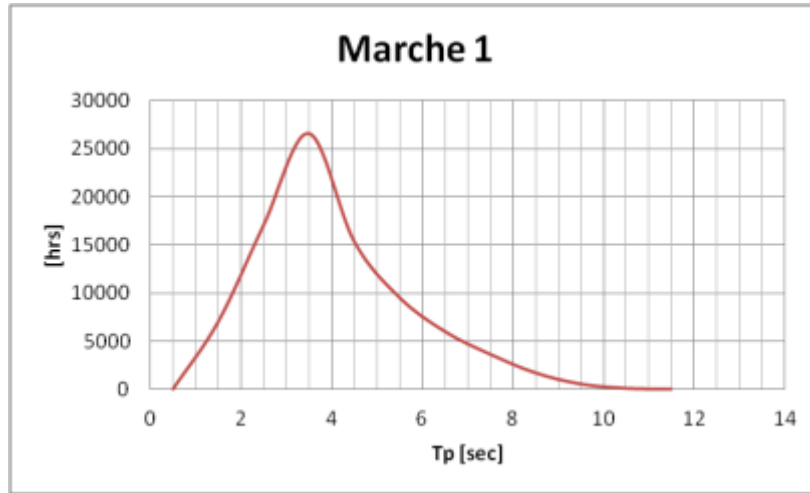
Στη βόρεια Αδριατική θάλασσα πρόκειται να κατασκευαστούν τα θαλάσσια αιολικά πάρκα Marche 1 και Romagna 2. Στα Σχήματα 5.61 - 5.62 παρουσιάζονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στα Σχήματα 5.63 - 5.64 τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στα Σχήματα 5.65 - 5.66 τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου.



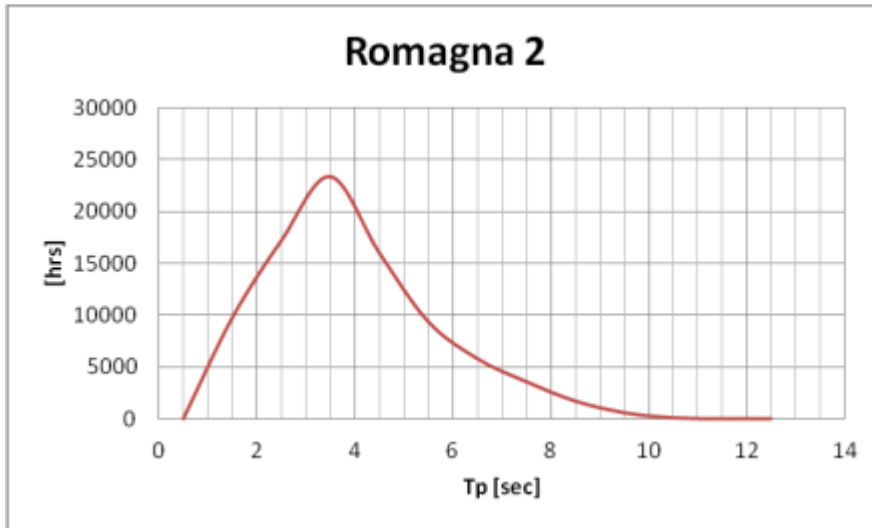
Σχήμα 5.61. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Marche 1.



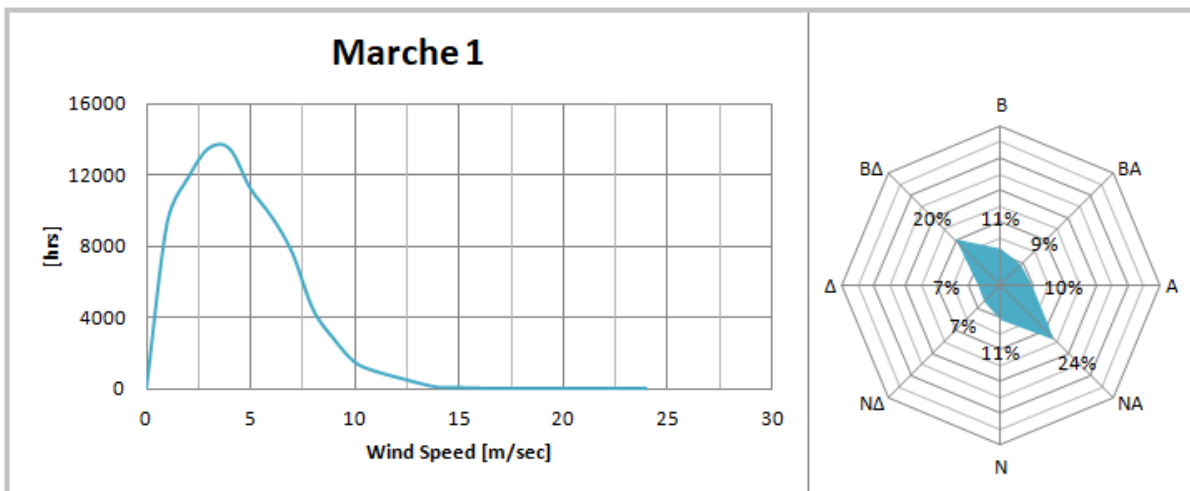
Σχήμα 5.62. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Romagna 2.



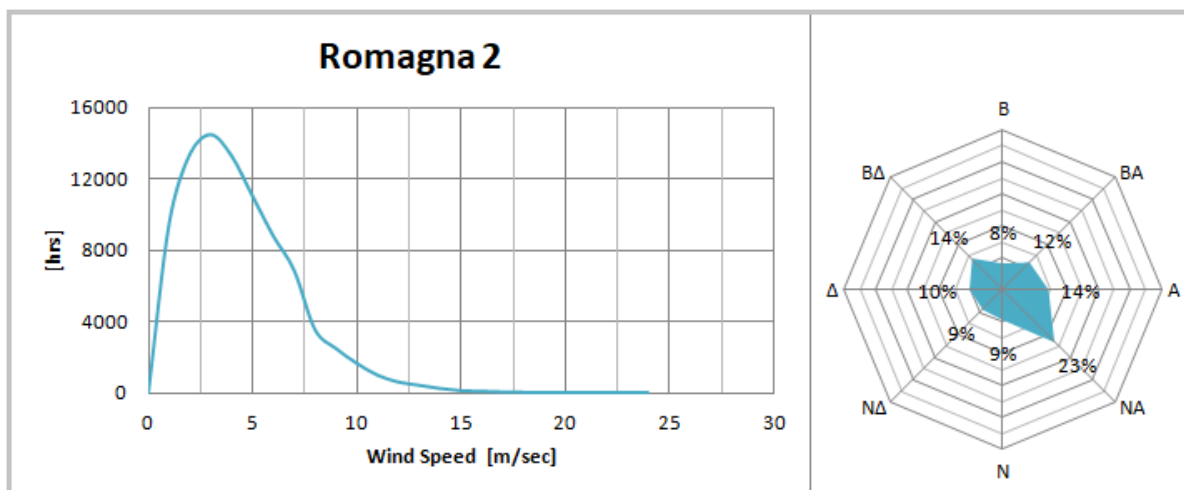
Σχήμα 5.63. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Marche 1.



Σχήμα 5.64. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Romagna 2.



Σχήμα 5.65. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Marche 1.



Σχήμα 5.66. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Romagna 2.

Σύμφωνα με τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.61 – 5.62) παρατηρείται ότι και οι δύο περιοχές στη βόρεια Αδριατική θάλασσα παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά ως προς τη συχνότητα εμφάνισης των υψών των κυματισμών, με την επικρατούσα τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος να είναι περίπου στα 0,30-0,40m. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κυμάτων να βρίσκεται έως τα 2,00m και οι τιμές άνω των 3,00m να είναι σπανίως εμφανιζόμενες στις περιοχές των Marche 1 και Romagna 2. Γενικά, οι τοποθεσίες της βόρειας Αδριατικής θάλασσας σύμφωνα με τα προαναφερθέντα διαγράμματα χαρακτηρίζονται ως περιοχές χαμηλού κυματικού καθεστώτος.

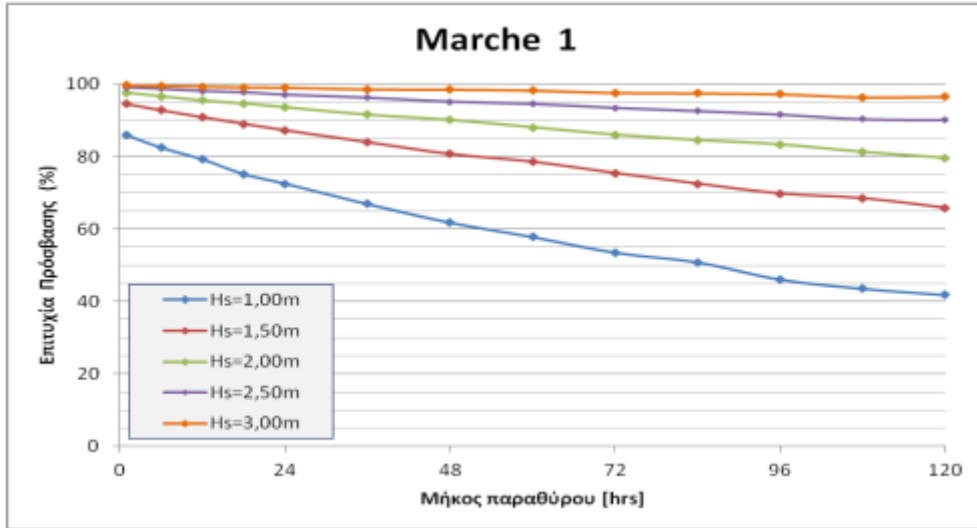
Όμοια συμπεριφορά εμφανίζουν και τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) (Σχ. 5.63 – 5.64), από τα οποία παρατηρείται ότι οι επικρατούσες τιμές των περιόδων είναι περίπου στα 3,5sec. Σε όλες τις τοποθεσίες οι τιμές άνω των 4,0sec αποτελούν τα 2/5 του συνόλου των δεδομένων. Σύμφωνα με τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής η περιοχή της βόρειας Αδριατικής χαρακτηρίζεται από μικρές περιόδους κυματισμών, και σε συνδυασμό με τα ύψη των κυματισμών (Σχ. 5.61 - 5.62) συνεπάγεται ότι δεν διατρέχει κάποιος κίνδυνος για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών στο κατάστρωμα ενός πλοίου εργασίας.

Από τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.65 – 5.66) των τοποθεσιών Marche 1 και Romagna 2 παρατηρείται και εδώ μία ίδια συμπεριφορά και στην εμφάνιση των εντάσεων των ανέμων. Σύμφωνα με τα οποία η επικρατούσα τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι τα 3,5m/sec, καθώς και ολόκληρο το τμήμα των γραφημάτων είναι κάτω από την τιμή των 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει τις εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Από τα ανεμορόμβια του ανέμου φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι η NA χαρακτηριστική διεύθυνση του ανέμου Scirocco, ενώ δεν παρατηρείται ότι οι συγκεκριμένες θέσεις επηρεάζονται σημαντικά από τον άνεμο Bora.

Στους Πίνακες 5.11 – 5.12 παρουσιάζονται αριθμητικά τα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων, ενώ στα Σχήματα 5.67 - 5.68 απεικονίζονται οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής στην βόρεια Αδριατική θάλασσα.

Πίνακας 5.11. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Marche 1.

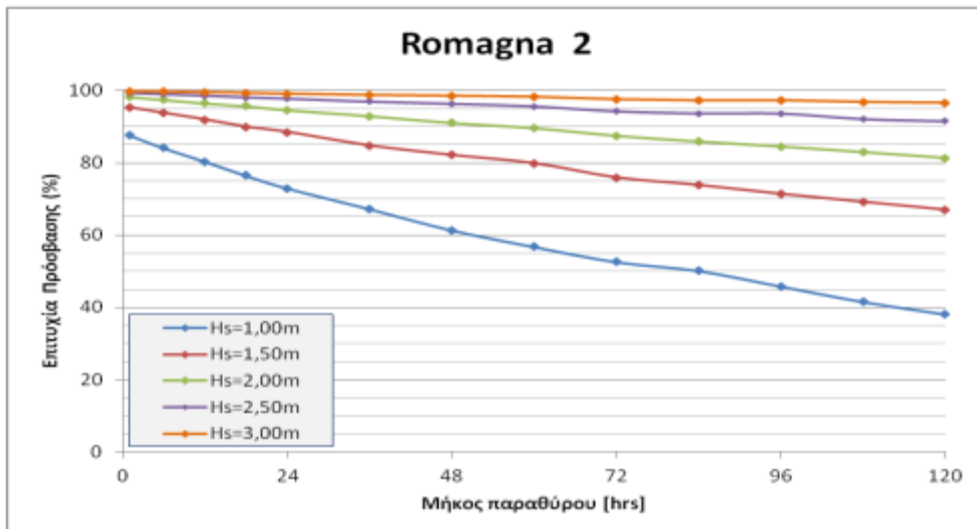
Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Marche 1														
Σημαντικό ύψος κύματος (m)	3,0m	99,7	99,5	99,3	99,2	99,0	98,6	98,5	98,3	97,6	97,5	97,3	96,4	96,6
	2,5m	99,2	98,7	98,1	97,8	97,2	96,3	95,2	94,6	93,5	92,6	91,7	90,4	90,2
	2,0m	97,7	96,7	95,5	94,7	93,6	91,6	90,1	88,1	86,0	84,6	83,4	81,3	79,6
	1,5m	94,5	92,8	90,9	89,1	87,3	84,0	80,7	78,6	75,5	72,5	69,8	68,5	65,8
	1,0m	85,9	82,5	79,3	75,2	72,6	66,9	61,8	57,8	53,5	50,9	46,1	43,6	41,9
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)														



Σχήμα 5.67. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Marche 1.

Πίνακας 5.12. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Romagna 2.

Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Romagna 2														
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος (m)	3,0m	99,8	99,7	99,5	99,3	99,1	98,7	98,5	98,2	97,5	97,2	97,3	96,8	96,6
	2,5m	99,4	99,0	98,6	98,1	97,8	96,9	96,3	95,6	94,3	93,7	93,6	92,1	91,5
	2,0m	98,3	97,5	96,5	95,7	94,6	92,9	91,0	89,6	87,4	85,8	84,4	82,9	81,3
	1,5m	95,3	93,8	92,0	90,0	88,5	84,8	82,1	79,9	75,9	73,9	71,4	69,2	67,0
	1,0m	87,7	84,1	80,4	76,5	73,0	67,2	61,3	56,7	52,5	50,1	45,8	41,5	38,0
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)														

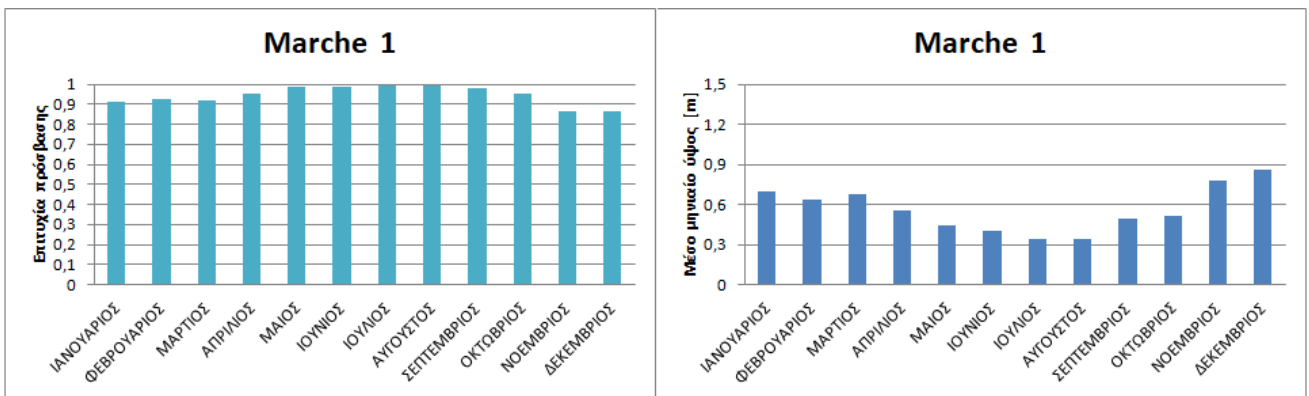


Σχήμα 5.68. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Romagna 2.

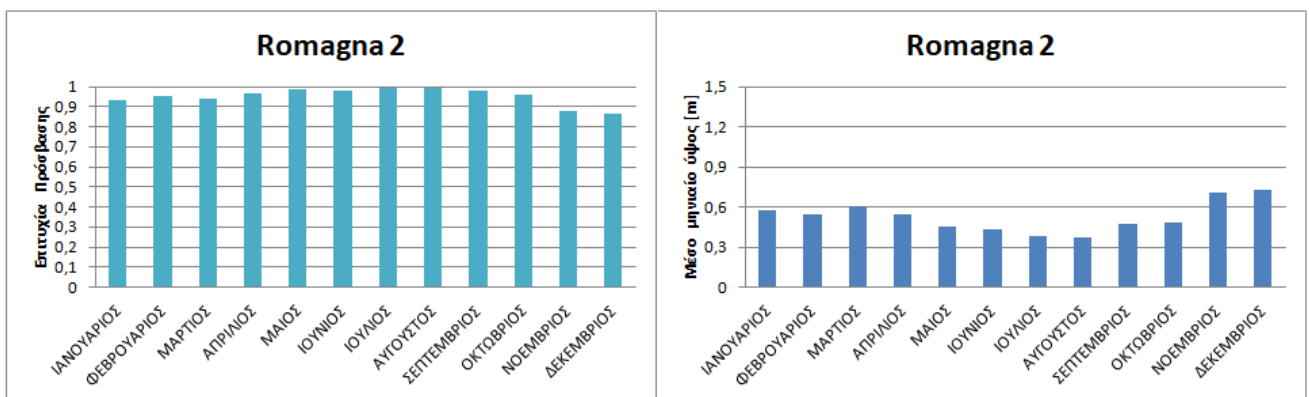
Διαπιστώνεται από τις καμπύλες των Σχημάτων 5.67 - 5.68 ότι και οι δύο τοποθεσίες στη βόρεια Αδριατική θάλασσα εμφανίζουν τα ίδια επίπεδα πρόσβασης σε όλα τα υπό εξέταση όρια. Παρατηρείται ότι η βόρεια Αδριατική παρουσιάζει υψηλά ποσοστά για τα όρια πρόσβασης των 3,00m, 2,50m και 2,00m, καθώς και στο καθοριστικό όριο πρόσβασης των 1,50m να εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά πρόσβασης για μήκος παραθύρου έως τις 48hrs ενώ για μεγαλύτερες χρονικές διάρκειες τα επίπεδα πρόσβασης είναι ιδιαιτέρως ικανοποιητικά.

Συγκεκριμένα στην περιοχή των Marche 1 και Romagna 2 ένα σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up μπορεί να πλέει στη συγκεκριμένη περιοχή με ποσοστό επιτυχίας 96,6% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 120hrs. Ένα σκάφος μεταφοράς προσωπικού σε μήκος παραθύρου τις 48hrs μπορεί να μεταφέρει το τεχνικό προσωπικό με ποσοστό επιτυχίας άνω του 90,0%, με τις τιμές των ποσοστών να είναι 90,1% για την περιοχή του Marche 1 και 91,0% για την περιοχή του Romagna 2. Αντίστοιχα, τα επίπεδα προσβασιμότητας για ένα σκάφος εργασίας heavy lift είναι και εδώ ιδιαίτερα υψηλά, αφού τα ποσοστά πρόσβασης για μήκος παραθύρου των 48hrs είναι άνω του 80,0%, με τιμές 80,7% για το Marche 1 και 82,1% για το Romagna 2.

Ο σωστός προγραμματισμός των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης απαιτεί τη γνώση των επιπέδων πρόσβασης σε μηνιαία βάση. Συνεπώς, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου παραμονής πρόσβασης - ποσοστό επιτυχίας πρόσβασης - για κάθε υπό εξέταση περιοχή και τα ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικών κυμάτων λαμβάνοντας ως ύψος αναφοράς τα 1,50m - όριο πρόσβασης του πλοίου εργασίας -. Στα Σχήματα 5.69 – 5.70 παρουσιάζονται τα προαναφερόμενα ιστογράμματα.



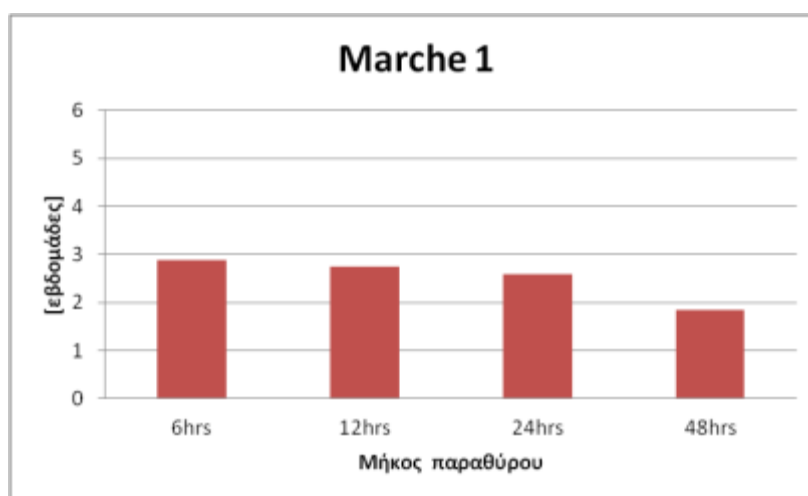
Σχήμα 5.69. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Marche 1.



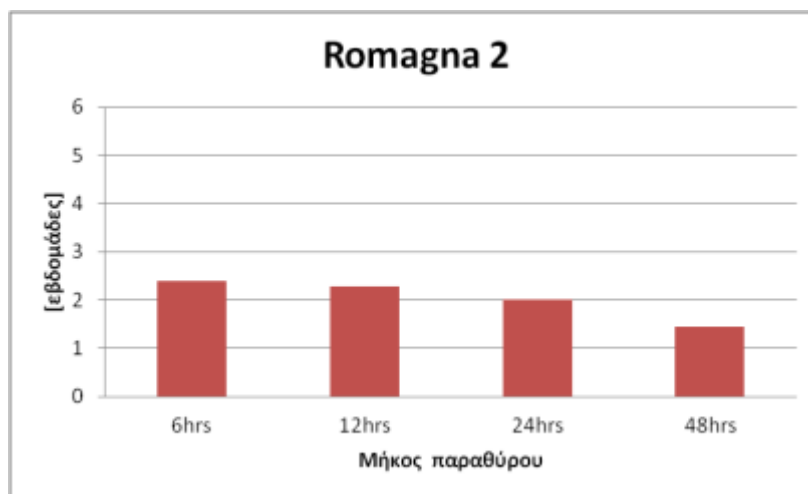
Σχήμα 5.70. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Romagna 2.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.69 - 5.70 παρατηρείται ότι στη βόρεια Αδριατική θάλασσα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους μπορεί ένα πλοίο εργασίας να επιχειρεί με ασφάλεια στα αναμενόμενα υπεράκτια αιολικά πάρκα, αφού τα μηνιαία ποσοστά πρόσβασης υπολογίστηκαν άνω του 85% ακόμα και για τους χειρότερους μήνες Νοέμβριο - Δεκέμβριο και στη συγκεκριμένη περιοχή το αντίστοιχο μέσο μηνιαίο ύψος κυμάτων να είναι κάτω των 0,90m.

Τέλος, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών (Σχήματα 5.71 - 5.72) για κάθε θαλάσσιο αιολικό πάρκο της βόρειας Αδριατικής θάλασσας για διαφορετικά μετεωρολογικά παράθυρα (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), λαμβάνοντας και εδώ υπόψη ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m, ώστε να βρεθεί ο συνολικός χρόνος (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 5.71. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Marche 1.



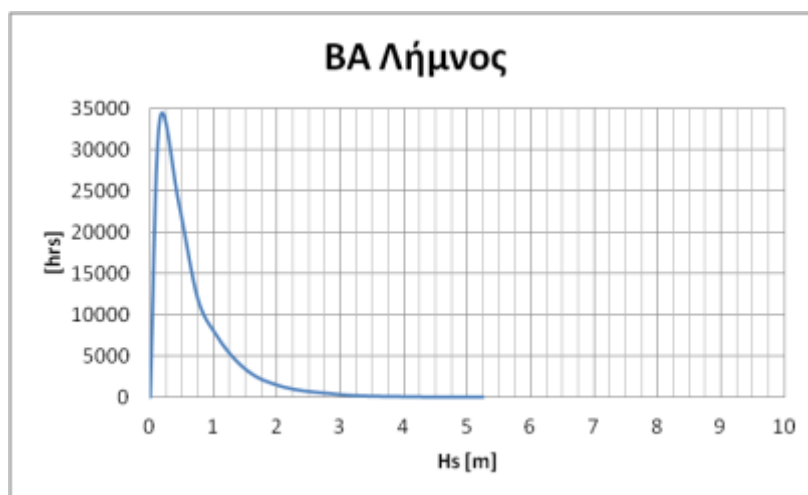
Σχήμα 5.72. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Romagna 2.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.71 - 5.72 διαπιστώνεται ότι οι τοποθεσίες της βόρειας Αδριατικής θάλασσας διαθέτουν υψηλό ποσοστό διαθεσιμότητας. Οι συνολικές διάρκειες για τη μη πρόσβαση στην περιοχή Marche 1 δεν ξεπερνούν τις 3 εβδομάδες για μήκος παραθύρου τις 24hrs, ενώ στην περιοχή του Romagna 2 εμφανίζονται ακόμα καλύτερα αποτελέσματα ως προς την συνολική περίοδο αναμονής.

5.6 Αιγαίο πέλαγος

Στο Αιγαίο πέλαγος εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι Ετησίες ή Μελτέμια του Αιγαίου που πνέουν από το Μάιο μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου. Δημιουργούνται εξαιτίας του θερμού χαμηλού των Ινδιών σε συνδυασμό των υψηλών πιέσεων που επικρατούν στην κεντρική Ευρώπη και στα Βαλκάνια. Η διεύθυνση των ανέμων είναι κυρίως Β και μεταβάλλεται με τη διαμόρφωση των ακτών, στο βόρειο Αιγαίο πνέουν ΒΑ άνεμοι, στο κεντρικό γίνονται Β και στο νότιο τείνουν να γίνουν ΒΔ και στην περιοχή της Ρόδου τείνουν να γίνουν Δ. Η ένταση των Ετησιών ανέμων στο Αιγαίο είναι μεταξύ 6,7m/sec – 12,3m/sec και μερικές φορές ξεπερνά τα 18,9m/sec προκαλώντας προβλήματα στη ναυσιπλοΐα. Οι Ετησίες είναι πιο έντονες την ημέρα απ’ ότι τη νύχτα, παρά το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του 24ωρου δεν παρατηρείται μεταβολή της βαροβαθμίδας. Η αυξομείωση αυτή των Ετησιών ανέμων παρατηρείται εφόσον η έντασή τους στο Αιγαίο φτάνει μέχρι τα 15,5m/sec. Σε περίπτωση έξαρσής τους δηλαδή σε 18,9m/sec ή και περισσότερο, τα μελτέμια διατηρούνται στην ίδια ένταση και τη νύχτα. Η μεγαλύτερη έντασή τους παρατηρείται στο νότιο Αιγαίο και ιδιαίτερα στις Κυκλάδες. Ο καιρός που χαρακτηρίζει αυτούς τους ανέμους είναι ξηρός και αίθριος, με μέγιστη συχνότητα των μελτεμιών τον Αύγουστο. Επίσης στην περιοχή του Αιγαίου παρατηρούνται από το Φεβρουάριο μέχρι και τον Ιούνιο νότιοι, θερμοί και ξηροί άνεμοι συνοδευόμενοι από σκόνη που πνέουν από την Αίγυπτο και την Ερυθρά θάλασσα, οι άνεμοι αυτοί καλούνται με την ονομασία Χαμσίν.

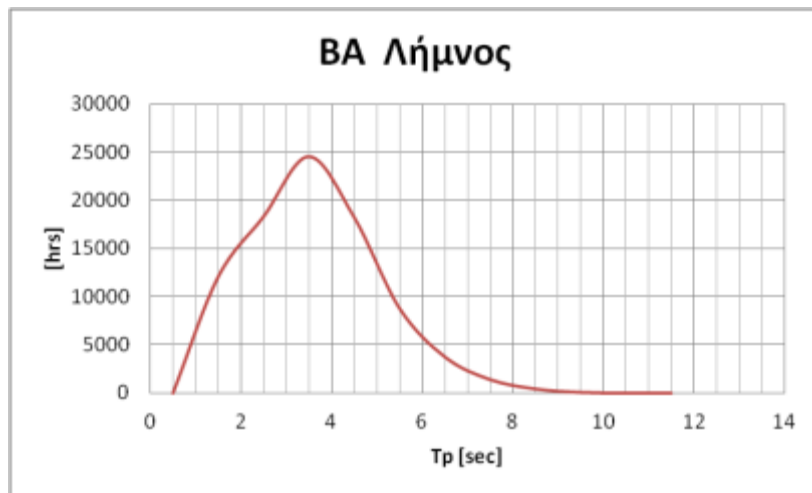
Στο Αιγαίο πέλαγος θεωρήθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία ότι πρόκειται να κατασκευαστούν θαλάσσια αιολικά πάρκα τόσο στο βόρειο Αιγαίο - βορειοανατολικά της νήσου Λήμνου (ΒΑ Λήμνος) - όσο και στο κεντρικό Αιγαίο - βόρεια της νήσου Μυκόνου (Μύκονος) -. Στα Σχήματα 5.73 - 5.74 παρουσιάζονται τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στα Σχήματα 5.75 - 5.76 τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στα Σχήματα 5.77 - 5.78 τα διαγράμματα συχνοτήτων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου.



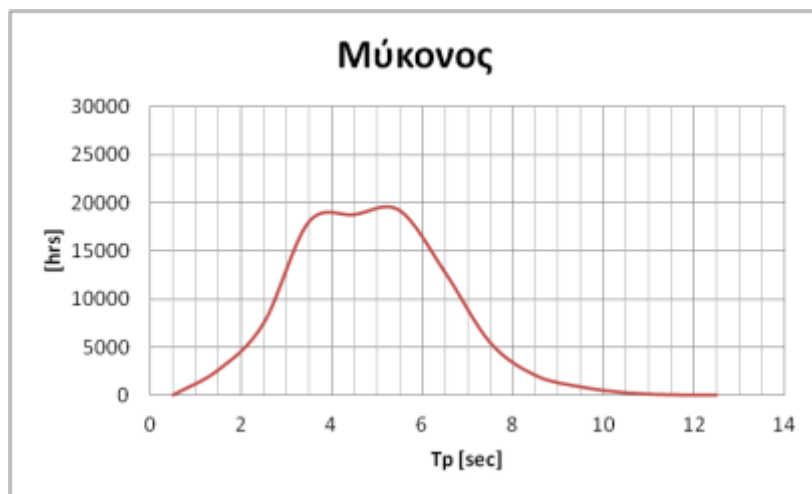
Σχήμα 5.73. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το ΟΥΦ: ΒΑ Λήμνος.



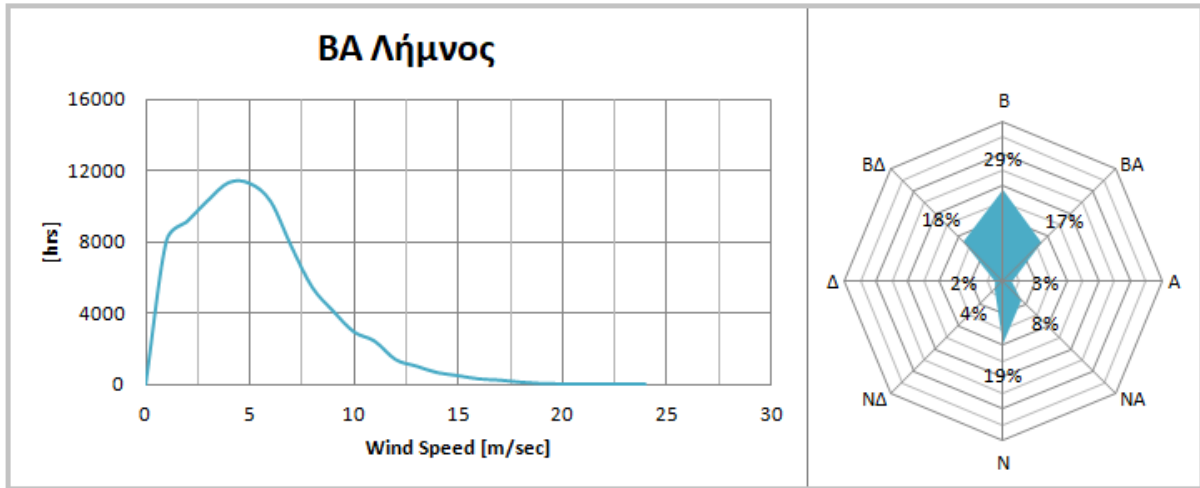
Σχήμα 5.74. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το OWF: Μύκονος.



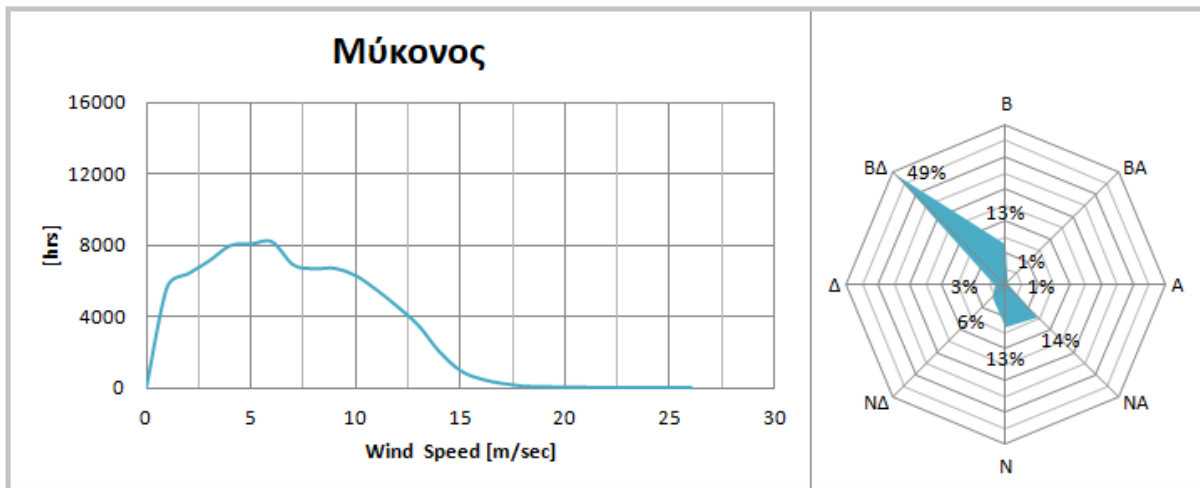
Σχήμα 5.75. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: BA Λήμνος.



Σχήμα 5.76. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του OWF: Μύκονος.



Σχήμα 5.77. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: BA Λήμνος.



Σχήμα 5.78. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Μύκονος.

Σύμφωνα με το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.73) για την περιοχή του βορείου Αιγαίου παρατηρείται ότι οι επικρατούσες τιμές των υψών των κυμάτων είναι κάτω από τα 0,50m και με το μεγαλύτερο ποσοστό των υψών των κυματισμών να είναι έως τα 2,00m, με σχεδόν όλο το τμήμα του διαγράμματος να βρίσκεται έως τα 3,00m και οι τιμές άνω των 3,00m να είναι σπάνιες για την περιοχή βορειανατολικά της Λήμνου. Στην περίπτωση του αντίστοιχου διαγράμματος (Σχ. 5.74) για την περιοχή του κεντρικού Αιγαίου παρατηρείται και εδώ ότι οι επικρατούσες τιμές για τα ύψη των χαρακτηριστικών κυμάτων βρίσκονται κάτω από τα 0,50m. Υπάρχει όμως ένα σημαντικό ποσοστό κυμάτων που έχουν ύψη άνω των 2,00m έως τα 4,00m που ενδεχομένως να προκαλούν κάποια προβλήματα στη ναυσιπλοΐα. Γενικά, οι περιοχές του Αιγαίου πελάγους σύμφωνα με τα διαγράμματα των Σχημάτων 5.73 - 5.74 μπορούν να χαρακτηριστούν ως περιοχές χαμηλού κυματικού καθεστώτος.

Στο διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) (Σχ. 5.75) για την περιοχή του βορείου Αιγαίου διακρίνεται ότι η επικρατούσα τιμή της περιόδου κορυφής των κυματισμών είναι στα 3,5sec και μόνο τα 2/5 του εμβαδού του διαγράμματος είναι πάνω από τα 4,0sec. Από το

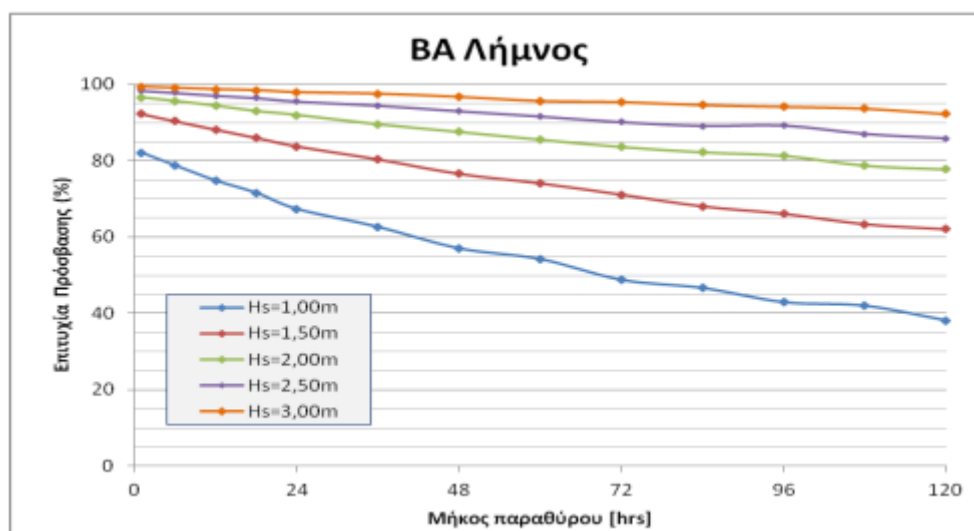
διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (Tp) του Σχήματος 5.76 για την περιοχή του υπεράκτιου αιολικού πάρκου Μύκονος παρατηρείται ότι υπάρχει ένα πλατώ για τις επικρατούσες τιμές της περιόδου κυματισμού κορυφής μεταξύ 3,5sec και 5,5sec και με το μεγαλύτερο μέρος του διαγράμματος να είναι άνω των 4,0sec, τιμές ευνοϊκές για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών στο κατάστρωμα των πλοίων εργασίας.

Από τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.77 - 5.78) και για τις δύο περιοχές του Αιγαίου πελάγους παρατηρείται ότι η επικρατούσα τιμή του ανέμου και στις δύο τοποθεσίες είναι στα 5,0m/sec, και σχεδόν ολόκληρο το τμήμα των γραφημάτων να βρίσκεται κάτω από την τιμή των 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει τις εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Επίσης διακρίνεται ότι στις περιοχές του Αιγαίου υπάρχουν κάποιες ταχύτητες ανέμου της τάξεως των 19,0m/sec. Από τα ανεμορόμβια του ανέμου φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου για την περιοχή του ΒΑ Λήμνος είναι η Β, ενώ για την περιοχή του Μύκονος είναι η ΒΔ, χαρακτηριστικές διευθύνσεις για τις Ετησίες του Αιγαίου.

Στους Πίνακες 5.13 - 5.14 παρουσιάζονται αριθμητικά τα ποσοστά επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων και στα Σχήματα 5.79 - 5.80 φαίνονται οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της κάθε περιοχής του Αιγαίου πελάγους.

Πίνακας 5.13. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: ΒΑ Λήμνος.

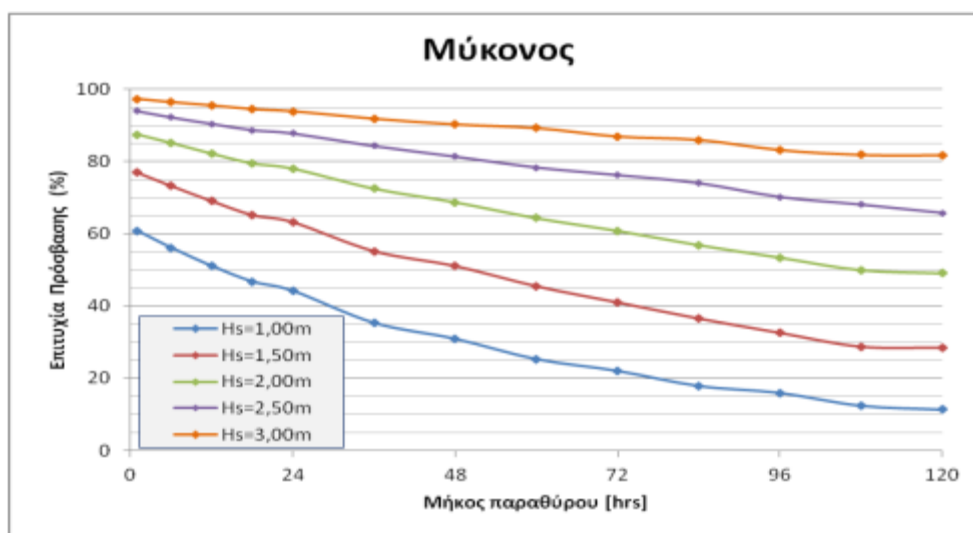
Επιτυχία Πρόσβασης (%) - ΒΑ Λήμνος														
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	99,4	99,1	98,7	98,5	98,0	97,6	96,8	95,7	95,4	94,6	94,2	93,7	92,3
	2,5m	98,4	97,9	97,1	96,5	95,6	94,5	93,0	91,6	90,1	89,2	89,3	87,1	85,9
	2,0m	96,6	95,6	94,4	93,0	92,0	89,6	87,6	85,6	83,7	82,3	81,4	78,8	77,8
	1,5m	92,3	90,4	88,2	86,0	83,8	80,4	76,6	74,1	71,2	68,1	66,2	63,4	62,1
	1,0m	82,1	78,7	74,8	71,5	67,3	62,6	57,0	54,2	48,8	46,6	42,9	42,0	38,2
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)														



Σχήμα 5.79. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: ΒΑ Λήμνος.

Πίνακας 5.14. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Μύκονος.

Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Μύκονος														
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	97,2	96,4	95,5	94,5	93,8	91,8	90,3	89,3	86,9	86,0	83,2	81,9	81,8
	2,5m	93,9	92,2	90,4	88,7	87,8	84,3	81,4	78,4	76,3	74,0	70,2	68,1	65,8
	2,0m	87,5	85,1	82,2	79,5	78,0	72,5	68,7	64,3	60,8	56,9	53,5	50,0	49,1
	1,5m	76,9	73,2	69,0	65,2	63,2	55,2	51,0	45,4	41,0	36,5	32,5	28,7	28,5
	1,0m	60,8	56,1	51,1	46,8	44,2	35,4	30,9	25,3	22,1	17,9	16,0	12,4	11,4
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Ελάχιστο μήκος παραθύρου [hrs]														



Σχήμα 5.80. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Μύκονος.

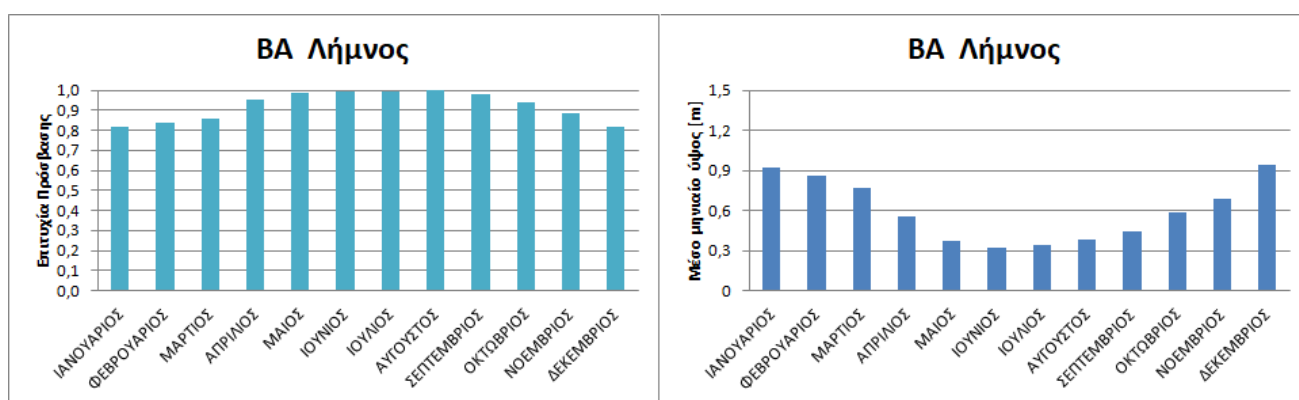
Από τις καμπύλες του Σχήματος 5.79 για την περιοχή του βορείου Αιγαίου τα επίπεδα πρόσβασης είναι υψηλά για τα όρια πρόσβασης των 3,00m, 2,50m και 2,00m σε όλο το εύρος των μηκών των μετεωρολογικών παραθύρων. Για το καθοριστικό όριο πρόσβασης των 1,50m και εδώ τα επίπεδα πρόσβασης εμφανίζουν υψηλές τιμές σε όλο το χρονικό εύρος. Στην περίπτωση των αντίστοιχων καμπυλών (Σχ. 5.80) για την περιοχή του κεντρικού Αιγαίου δεν παρουσιάζονται αντίστοιχα υψηλά επίπεδα πρόσβασης όπως ήταν στην περιοχή του ΒΑ Λήμνος, όμως επικρατούν υψηλές τιμές για τα ανώτερα όρια πρόσβασης των 3,00m και 2,50m για μήκος παραθύρου έως τις 48hrs και με τα επίπεδα να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά μέχρι τις 120hrs. Για το καθοριστικό όριο των 1,50m τα επίπεδα πρόσβασης είναι ικανοποιητικά για χρονικό παράθυρο έως τις 24 ώρες.

Συγκεκριμένα στην περιοχή του ΒΑ Λήμνος εμφανίζονται πιο υψηλά ποσοστά πρόσβασης συγκριτικά με την περιοχή του Μύκονος, δηλαδή για ένα σκάφος τύπου jack-up τα ποσοστά πρόσβασης σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 48hrs βρέθηκαν τα ποσοστά πρόσβασης ίσα με 96,8% και να παραμένουν υψηλά ακόμα για το μήκος παραθύρου των 120hrs με τιμή 92,3%. Τα ποσοστά πρόσβασης για ένα σκάφος μεταφοράς στις 24hrs είναι 92,0% και στις 48hrs να είναι 87,6%. Το σκάφος εργασίας - σκάφος με το χαμηλότερο όριο πρόσβασης - εμφανίζει ποσοστά πρόσβασης ίσα με 83,8% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 24hrs, ενώ σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου τις 48hrs τα ποσοστά του εμφανίζονται ικανοποιητικά με τιμή 76,6% και σε όλο το εξεταζόμενο μετεωρολογικό εύρος (120hrs) να βρίσκονται άνω του 60,0%, με τιμή 62,1%.

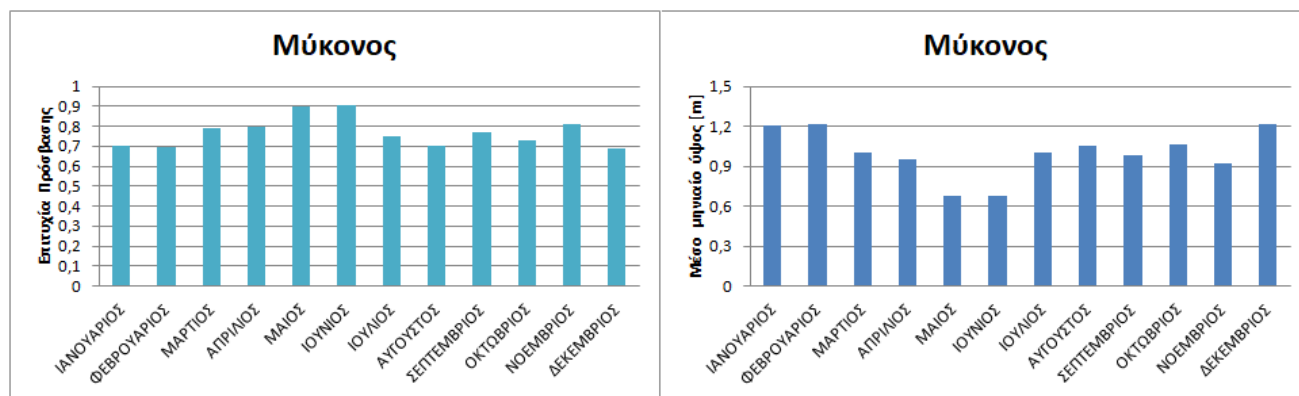
Στην περιοχή του Μύκονος ένα σκάφος τύπου jack-up σημειώνει περίπου τα αντίστοιχα ποσοστά με αυτά του ΒΑ Λήμνος, δηλαδή ποσοστά επιτυχίας 90,3% σε μήκος μετεωρολογικού παραθύρου των 48hrs και με τα ποσοστά του να είναι άνω του 80,0% (81,8%) για μήκος παραθύρου

τις 120hrs. Αντίθετα για τα σκάφη μεταφοράς προσωπικού και εργασίας δε σημειώνονται τα αντίστοιχα ποσοστά επιτυχίας όπως του ΒΑ Λήμνος, δηλαδή στην περιοχή του Μύκονος ένα σκάφος μεταφοράς μπορεί να μεταφέρει το τεχνικό προσωπικό με ποσοστό επιτυχίας 78,0% στη χρονική διάρκεια των 24hrs και στη χρονική διάρκεια των 48hrs να είναι οριακά κάτω από το 70,0% (68,7%). Τα επίπεδα προσβασιμότητας ενός πλοίου εργασίας heavy lift στις 24hrs είναι 63,2%, ενώ στις 48hrs να είναι οριακά άνω του 50%, με τιμή 51,0%.

Ο σωστός προγραμματισμός των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης απαιτεί τη γνώση των επιπέδων πρόσβασης σε μηνιαία βάση. Επομένως κατασκευάζονται τα ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου παραμονής πρόσβασης - ποσοστό επιτυχίας πρόσβασης - για κάθε υπό εξέταση περιοχή και τα ιστογράμματα του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικών κυμάτων, θεωρώντας ως ύψος αναφοράς τα 1,50m - όριο πρόσβασης του πλοίου εργασίας -. Στα Σχήματα 5.81 - 5.82 παρουσιάζονται τα προαναφερόμενα ιστογράμματα για τις τοποθεσίες του Αιγαίου πελάγους.



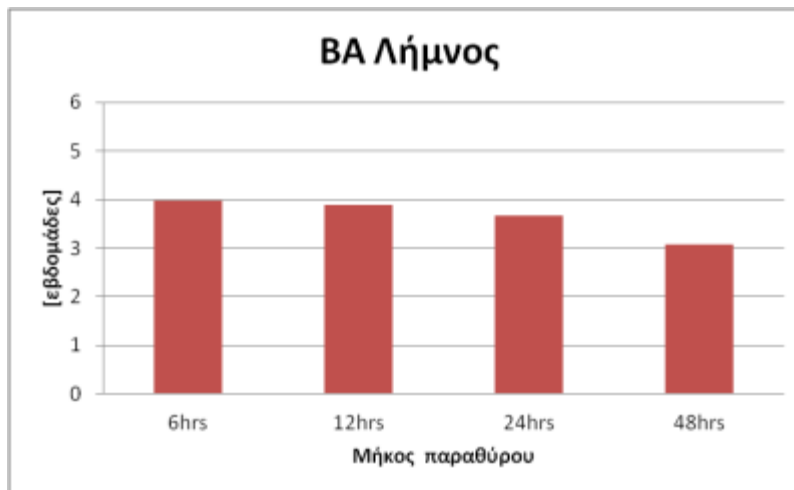
Σχήμα 5.81. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: ΒΑ Λήμνος.



Σχήμα 5.82. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Μύκονος.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.81 και 5.82 παρατηρείται ότι στο βόρειο Αιγαίο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους μπορεί να επιχειρεί με ασφάλεια ένα πλοίο εργασίας στην περιοχή του ΒΑ Λήμνου, αφού τα μηνιαία ποσοστά πρόσβασης υπολογίστηκαν άνω του 80% ακόμα και για τους χειμερινούς μήνες και με το αντίστοιχο μέσο μηνιαίο ύψος κυμάτων να είναι κάτω του 1,00m για τους μήνες Δεκέμβριο - Ιανουάριο. Επίσης στο κεντρικό Αιγαίο τα μηνιαία ποσοστά πρόσβασης είναι υψηλά της τάξεως του 70% για τους χειμερινούς μήνες καθώς και του μήνα Αυγούστου, με τη διαφορά ότι κατά τους χειμερινούς μήνες το μέσο μηνιαίο ύψος κύματος είναι μεγαλύτερο από του Αυγούστου. Σε γενικές γραμμές το Αιγαίο πέλαγος προσφέρεται για εργασίες λειτουργίας και συντήρησης όλο το έτος.

Τέλος, κατασκευάζονται τα ιστογράμματα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών (Σχήματα 5.71 – 5.72) για κάθε θαλάσσιο αιολικό πάρκο του Αιγαίου πελάγους για διαφορετικά μετεωρολογικά παράθυρα (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs) λαμβάνοντας και εδώ υπόψη ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m, ώστε να βρεθεί ο συνολικός χρόνος (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 5.83. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: BA Λήμνος.



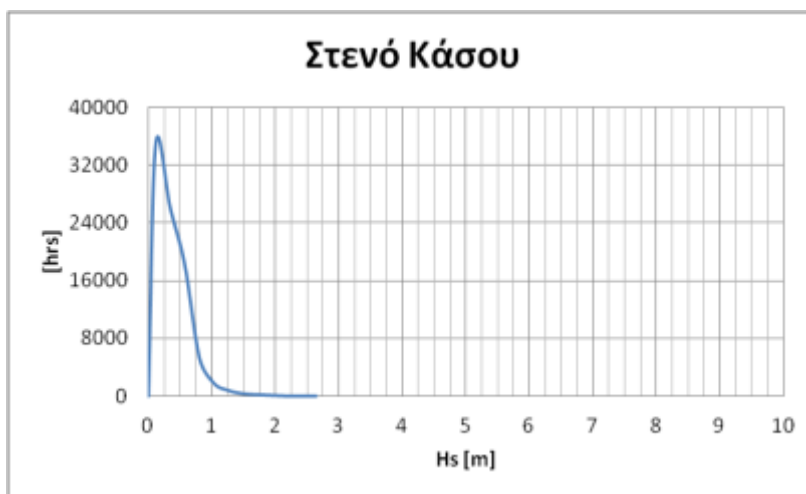
Σχήμα 5.84. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Μύκονος.

Από τα ιστογράμματα των Σχημάτων 5.83 - 5.84 εμφανίζεται μία σημαντική διαφορά στις συνολικές διάρκειες αναμονής στο έτος ανάμεσα στα υπεράκτια αιολικά πάρκα BA Λήμνος και Μύκονος, με του Μύκονος να είναι τριπλάσια έναντι του BA Λήμνος. Η περιοχή του BA Λήμνος διαθέτει ένα υψηλό ποσοστό διαθεσιμότητας αφού οι συνολικές διάρκειες για τη μη πρόσβαση φθάνουν τις 3 εβδομάδες για μήκος παραθύρου τις 48hrs. Αντίθετα η περιοχή του Μύκονος εμφανίζει μία ιδιαίτερα μεγάλη συνολική διάρκεια αναμονής στο έτος, αφού σχεδόν το 1/5 του έτους είναι απαγορευτικό για την ασφαλή πρόσβαση των πλοίων με όριο πρόσβασης τα 1,50m. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι επικρατούντες άνεμοι στο Αιγαίο πέλαγος είναι κυρίως βόρειοι και λόγω της γεωγραφικής θέσης των νησιών Λήμνου και Μυκόνου στο Αιγαίο πέλαγος, δεν σχηματίζεται το ίδιο μήκος για ανεπτυγμένους κυματισμούς στη Λήμνο σε σχέση με τη Μύκονο.

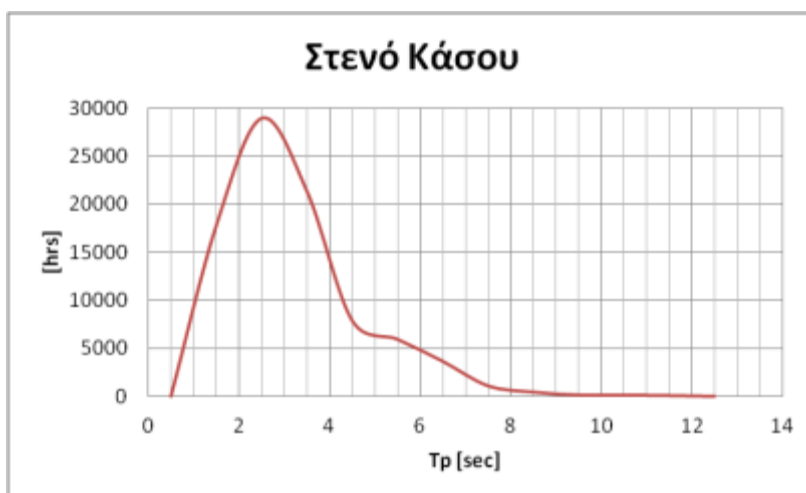
5.7 Καρπάθιο πέλαγος

Στο Καρπάθιο πέλαγος επικρατούν οι ίδιοι άνεμοι που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη υποενότητα για το Αιγαίο πέλαγος, δηλαδή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού εμφανίζονται οι Ετησίες ή Μελέτσια του Αιγαίου που πνέουν από το Μάιο μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου. Λόγω της γεωγραφικής θέσης του Καρπάθιου πελάγους η διεύθυνση των μελετεμιών τείνει να γίνει ΒΔ και στην περιοχή της Ρόδου τείνει να γίνει Δ. Ενώ από το Φεβρουάριο μέχρι και τον Ιούνιο επικρατούν οι νότιοι, θερμοί και ξηροί άνεμοι Χαμισίν.

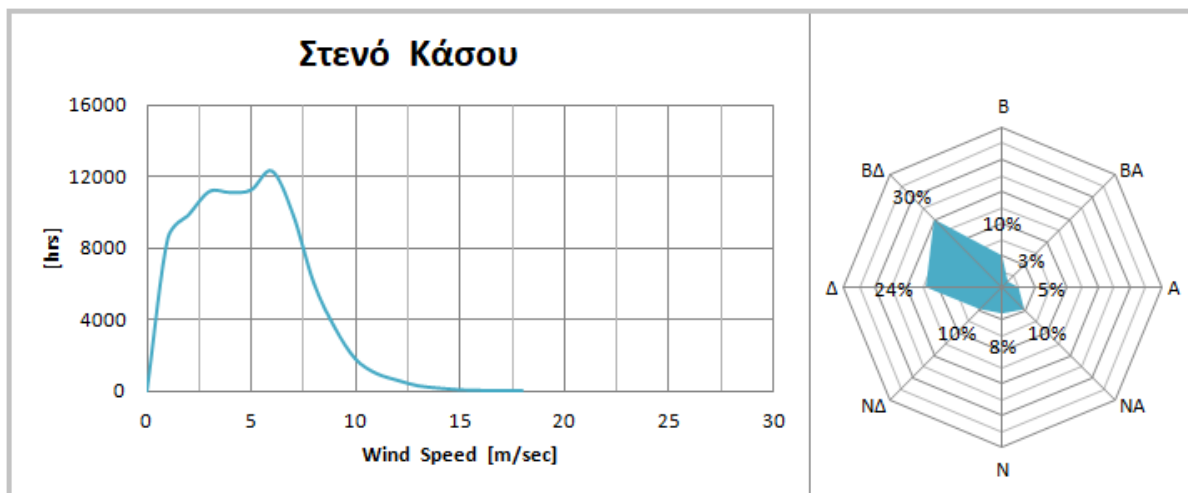
Στο Καρπάθιο πέλαγος θεωρήθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία ότι πρόκειται να κατασκευαστεί ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο ανάμεσα στην Κάρπαθο και στην Κάσο (Στενό Κάσου). Στο Σχήμα 5.85 εμφανίζεται το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s), στο Σχήμα 5.86 το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) και στο Σχήμα 5.87 το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. με το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου.



Σχήμα 5.85. Συχνότητα εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) για το ΟΥΦ: Στενό Κάσου.



Σχήμα 5.86. Συχνότητα εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) για την περιοχή του ΟΥΦ: Στενό Κάσου.



Σχήμα 5.87. Συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την Μ.Σ.Θ. (αριστερά) και το αντίστοιχο ανεμορόμβιο του ανέμου (δεξιά) για την περιοχή του OWF: Στενό Κάσου.

Σύμφωνα με το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης του χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) (Σχ. 5.85) φαίνεται ότι στο αναμενόμενο θαλάσσιο αιολικό πάρκο Στενό Κάσου η επικρατούσα τιμή του χαρακτηριστικού ύψους κύματος βρίσκεται κάτω από τα 0,20m και ολόκληρο το μέρος του διαγράμματος να βρίσκεται έως τα 2,50m. Συνεπώς στην περιοχή του υπεράκτιου πάρκου Στενό Κάσου οι κυματισμοί είναι χαμηλοί.

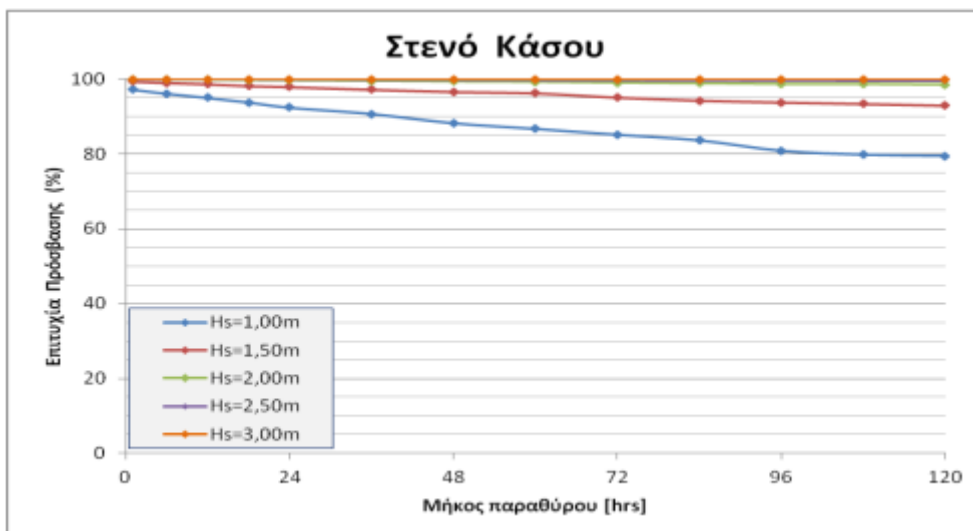
Από το διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης της περιόδου κορυφής (T_p) του Σχήματος 5.86 παρατηρείται ότι η επικρατούσα τιμή της περιόδου είναι κοντά στα 3,0sec και με το μεγαλύτερο μέρος του γραφήματος να είναι κάτω από τα 4,0sec.

Στο διάγραμμα συχνότητων εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχ. 5.87) για την τοποθεσία του Στενό Κάσου παρατηρείται ότι επικρατεί μία υψηλή ένταση ανέμου περίπου στα 6,0m/sec. Όλες σχεδόν οι ταχύτητες του ανέμου είναι κάτω από τα 16,0m/sec, τιμή που επιτρέπει τις εργασίες γερανού στο σκάφος εγκατάστασης τύπου jack-up. Από το ανεμορόμβιο του ανέμου φαίνεται ότι στο Καρπάθιο πέλαγος η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι η ΒΔ διεύθυνση χαρακτηριστική των μελετημών στο Καρπάθιο πέλαγος.

Στον Πίνακα 5.10 παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των ποσοστών επιτυχίας πρόσβασης του κάθε σκάφους ανάλογα με το όριο πρόσβασής του και για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων για το θαλάσσιο αιολικό πάρκο Στενό Κάσου καθώς και οι αντίστοιχες καμπύλες παραμονής πρόσβασης της περιοχής απεικονίζονται στο Σχήμα 5.88.

Πίνακας 5.15. Πίνακας παραμονής σκαφών στο OWF: Στενό Κάσου.

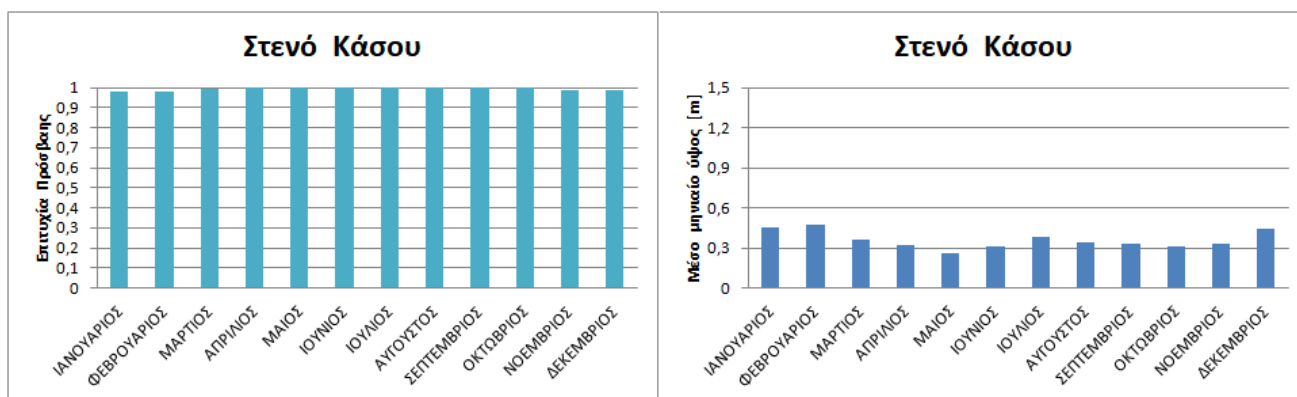
		Επιτυχία Πρόσβασης (%) - Στενό Κάσου													
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος [m]	3,0m	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2,5m	100,0	100,0	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,8	99,8	99,8	99,7	99,7	99,6	99,6
	2,0m	99,9	99,8	99,8	99,7	99,6	99,5	99,3	99,2	99,0	98,9	98,7	98,6	98,5	
	1,5m	99,4	99,1	98,7	98,2	97,9	97,2	96,6	96,2	95,1	94,3	93,8	93,3	92,9	
	1,0m	97,2	96,2	95,0	93,8	92,4	90,7	88,2	86,7	85,1	83,6	80,8	79,8	79,5	
		1	6	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
		Ελάχιστο μήκος παραθύρου (hrs)													



Σχήμα 5.88. Καμπύλες παραμονής πρόσβασης για την περιοχή του OWF: Στενό Κάσου.

Σύμφωνα με το διάγραμμα του χαρακτηριστικού ύψους κύματος στην περιοχή του Στενό Κάσου (Σχ. 5.85) ήταν αναμενόμενο οι καμπύλες παραμονής πρόσβασης (Σχ. 5.88) να εμφανίζουν υψηλά ποσοστά σε όλα τα όρια πρόσβασης και σε όλα τα μήκη των μετεωρολογικών παραθύρων. Η περιοχή του Στενό Κάσου είναι ιδανική για την πρόσβαση όλων των σκαφών που απασχολούνται στην θαλάσσια αιολική βιομηχανία αφού τα επίπεδα πρόσβασης είναι άνω του 90% ακόμα και για το πλοίο εργασίας - όριο πρόσβασης τα 1,50m - αφού το συγκεκριμένο σκάφος για το μήκος παραθύρου τις 5 ημέρες έχει ποσοστά πρόσβασης 92,9%.

Στο Σχήμα 5.89 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα των μηνιαίων επιπέδων πρόσβασης και του μέσου μηνιαίου ύψους χαρακτηριστικών κυμάτων, έχοντας ύψος αναφοράς τα 1,50m, για την εξασφάλιση ενός σωστού προγραμματισμού των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης της περιοχής του Στενό Κάσου, στο Καρπάθιο πέλαγος.



Σχήμα 5.89. Ιστογράμματα του μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης παραμονής (γαλάζιο χρώμα) και του μέσου μηνιαίου ύψους κύματος (μπλέ χρώμα), για την τοποθεσία του OWF: Στενό Κάσου.

Παρατηρείται από το ιστόγραμμα του μέσου μηνιαίου επιπέδου πρόσβασης (Σχ. 5.89) για την περιοχή του Καρπάθιου πελάγους ότι δεν υπάρχει κανένας μήνας του χρόνου όπου να μην μπορεί ένα πλοίο εργασίας να επιχειρεί με ασφάλεια, αφού όλα τα μηνιαία ποσοστά αγγίζουν το 100%. Από το ιστόγραμμα του μέσου μηνιαίου ύψους αναμενόταν το αποτέλεσμα επιτυχίας διότι ακόμα και στους χειμερινούς μήνες το ύψος των κυμάτων είναι χαμηλό, δεν ξεπερνάει τα 0,50m.

Τέλος, κατασκευάζεται το ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) μη πρόσβασης των σκαφών (Σχήμα 5.60) για το υπό κατασκευή θαλάσσιο αιολικό πάρκο Στενό Κάσου για διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs) λαμβάνοντας και εδώ υπόψη ως ύψος αναφοράς κύματος τα 1,50m, για την εύρεση του συνολικού χρόνου (όχι συνεχόμενος) στο έτος όπου η πρόσβαση των σκαφών είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 5.90. Ιστόγραμμα συνολικής διάρκειας (σε εβδομάδες) για τη μη πρόσβαση των σκαφών σε διαφορετικά μήκη μετεωρολογικών παραθύρων (6hrs, 12hrs, 24hrs και 48hrs), για την τοποθεσία του OWF: Στενό Κάσου.

Από το ιστόγραμμα του Σχήματος 5.90 διαπιστώνεται ότι η περιοχή του υπεράκτιου πάρκου Στενό Κάσου θα έχει υψηλή διαθεσιμότητα ισάξια με αυτή των χερσαίων αιολικών πάρκων, αφού η συνολική διάρκεια αναμονής στο έτος είναι της τάξεως 1 -2 ημερών.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας επιχειρήθηκε η εκτίμηση και η ποσοτικοποίηση των επιπέδων προσβασιμότητας για τις δραστηριότητες λειτουργίας και συντήρησης κάποιων μελλοντικών υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα. Συγκεκριμένα επεξεργάστηκαν τα δεδομένα των παραμέτρων α) του χαρακτηριστικού ύψους κύματος, β) της περιόδου κορυφής και γ) της ταχύτητας του ανέμου στα 10m από την επιφάνεια της θάλασσας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση μετεωρολογικών παραθύρων για την επιτυχία πρόσβασης τριών τύπων σκαφών που απασχολούνται στη θαλάσσια αιολική βιομηχανία ενέργειας για διάφορες αναμενόμενες τοποθεσίες εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα. Κάθε τύπος πλοίου έχει διαφορετικό όριο πρόσβασης σε ύψος κύματος καθώς και σε άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους αναλόγως την εργασία που επιτελεί. Επίσης, εξετάστηκαν τα μηνιαία επίπεδα πρόσβασης κάθε περιοχής μελέτης για χαρακτηριστικό ύψος κύματος τα 1,50m ώστε να βρεθούν οι κατάλληλοι μήνες για τις εργασίες λειτουργίας και συντήρησης του κάθε αιολικού πάρκου. Τέλος, υπολογίστηκε ο συνολικός χρόνος στο έτος για τη μη πρόσβαση σε κάθε θαλάσσιο αιολικό πάρκο με όριο πρόσβασης σε ύψος κύματος τα 1,50m και για διάφορα μήκη μετεωρολογικών παραθύρων, όπου ο χρόνος αυτός αποτελεί έναν δείκτη της διαθεσιμότητας των αιολικών πάρκων.

Γενικά μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα χρήσιμα συμπεράσματα:

- Οι κυματισμοί στις αναμενόμενες περιοχές δημιουργίας υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Μεσόγειο θάλασσα χαρακτηρίζονται από χαμηλό κυματικό καθεστώς, αφού σχεδόν σε όλες τις περιοχές δεν βρέθηκε κάποιο σημαντικό ποσοστό στο διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης χαρακτηριστικού ύψους κύματος άνω των 3,00m, με εξαίρεση το στενό της Σικελίας, λόγω της ιδιαιτερότητας της θέσης του.
- Οι επικρατούσες τιμές της περιόδου κορυφής δεν αποτελούν πρόβλημα, για τις περισσότερες υπό εξέταση περιοχές, για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών στο κατάστρωμα ενός πλοίου εργασίας, διότι στις περισσότερες περιοχές ξεπερνούσαν το όριο των 4,0sec ή και σε αυτές που ήταν κοντά στα 4,0sec χαρακτηρίζονται από αρκετά μικρό ύψος κυματισμών.
- Το ανεμολογικό καθεστώς των υπό εξέταση περιοχών δεν έδειξε ότι θα υπάρχει σημαντικός περιορισμός στις εργασίες γερανού, διότι από τα διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης ταχύτητας του ανέμου εμφανίζονται εντάσεις του ανέμου, σε μικρό ποσοστό άνω των 16,0m/sec μόνο στις περιοχές όπου επικρατούν κυρίως οι άνεμοι Mistral (κόλπος του Λέοντα) και Etesian (Αιγαίο πέλαγος).
- Από τους πίνακες παραμονής πρόσβασης ή τις καμπύλες παραμονής πρόσβασης διαπιστώνεται ότι με την αύξηση του ορίου πρόσβασης (ύψος κύματος) αυξάνονται και τα επίπεδα πρόσβασης (ποσοστά επιτυχίας) και επίσης ότι όσο αυξάνονται τα μήκη των μετεωρολογικών παραθύρων (χρονική διάρκεια) τόσο τα επίπεδα πρόσβασης μειώνονται.
- Από τις εξεταζόμενες περιοχές της Μεσογείου θάλασσας διαπιστώθηκε ότι τα σκάφη με όρια πρόσβασης τα 3,00m μπορούν να επιχειρούν με υψηλά ποσοστά στις περισσότερες περιοχές για 4 - 5 ημέρες, ενώ τα σκάφη με μικρότερα όρια πρόσβασης τα 1,50m μπορούν να επιχειρούν με ικανοποιητικά ποσοστά έως 2 ημέρες.

- Οι καταλληλότεροι μήνες για τον προγραμματισμό εργασιών λειτουργίας και συντήρησης στα εξεταζόμενα θαλάσσια αιολικά πάρκα είναι οι θερινοί μήνες, γεγονός που δείχνει μία εποχικότητα στην πρόσβαση. Απαγορευτικοί για τον προγραμματισμό εργασιών λειτουργίας και συντήρησης είναι οι χειμερινοί μήνες για την πλειονότητα των πάρκων.
- Από τα ιστογράμματα συνολικής διάρκειας για τη μη πρόσβαση των σκαφών στα προς κατασκευή θαλάσσια αιολικά πάρκα της Μεσογείου θάλασσας, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα αναμενόμενα πάρκα θα διαθέτουν μία υψηλή τιμή διαθεσιμότητας, επειδή η Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί μία κλειστή θάλασσα (ύψος κυματισμών) που περιβάλλεται από μία μεγάλη ακτογραμμή (απόσταση από ακτή).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ

1. Christina Kalogeri, 'Offshore wind and wave energy resource characterization: An integrated approach for combined exploitation', PhD Thesis, Athens, 2017.
2. M. O'Connor, T. Lewis, G. Dalton, 'Weather window analysis of Irish west coast wave data with relevance to operations & maintenance of marine renewables', Renewable Energy, 2013.
3. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=COM:2020:741:FIN&qid=1605792629666>
4. Wind-energy-in-Europe-2021-statistics.pdf
5. WindEurope-Offshore-wind-in-Europe-statistics-2020.pdf
6. M. O'Connor,, D. Bourke, T. Curtin, T. Lewis and G. Dalton 'Weather windows analysis incorporating wave height, wave period, wind speed and tidal current with relevance to deployment and maintenance of marine renewables', 4th International Conference on Ocean Energy, 2012.
7. Takvor H. Soukissian , Dimitra Denaxa, Flora Karathanasi, Aristides Prospathopoulos, Konstantinos Sarantakos, Athanasia Iona, Konstantinos Georgantas and Spyridon Mavrakos , 'Marine Renewable Energy in the Mediterranean Sea: Status and Perspectives', Energies 2017.
8. Structural Integrity of Offshore Wind Turbines Oversight of Design, Fabrication, and Installation, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES, Washington, D.C., 2011, www.TRB.org.
9. http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/MIS_sept15/MIS%20375406_CRES_KROSSIS.pdf
10. Zhiyu Jiang , 'Installation of offshore wind turbine: A technical review', Renewable and Sustainable Energy Reviews , 2021.
11. Giovanni Rinaldi, Anna Garcia-Teruel, Henry Jeffrey, Philipp R. Thies Lars Johanning, 'Incorporating stochastic operation and maintenance models into the techno-economic analysis of floating offshore wind farms', Applied Energy, 2021.
12. <https://ulstein.com/news/dedication-to-offshore-wind-designs>
13. <https://www.dco.uscg.mil/OCSNCOE/Renewable-Energy/Support-Vessels/>
14. <https://www.marasinews.com/offshore/designs-jones-act-versatile-feeder-vessel-support-offshore-wind>
15. Dang Ahn, Sung-chul Shin, Soo-young Kim, Hicham Kharoufi, Hyun-cheol Kim, 'Comparative evaluation of different offshore wind turbine installation vessels for Korean west coast wind farm' International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering, 2017.
16. <https://www.triumph-subsea.com/fdv-new-builds>
17. https://el.m.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Mediterranean_Sea_surface.jpg
18. ETOPO1, NOAA National Geophysical Data Center. 2009: ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model. NOAA National enters for Environmental Information. Accessed.
19. Αικ. Γ. Ψύχα & Μ. Π. Μηνογιάννη 'Ναυτική Μετεωρολογία', γ' έκδοση, Αθήνα 2020.
20. Christina Kalogeri, George Galanis, Christos Spyrou, Dimitris Diamantis, Foteini Baladima, Marika Koukoula, George Kallos, 'Assessing the European offshore wind and wave energy resource for combined exploitation', Renewable Energy, 2017.
21. C Kalogeri, Th I Lekas, G Kallos, 'Assessing the availability of seaplane operations in the Aegean Sea', Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 2019.
22. <https://map.4coffshore.com/offshorwind/>