



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

*Μαριάννα
Τριανταφυλλίδου*

Αθήνα, Μάρτιος 2012

**«ΕΠΙΣΤΗΜΗ
&
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»**

**Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής Κ.
Χατζημπίρος**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με βοήθησαν κατά τη διάρκεια εκπόνησής της. Η υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την παρουσία του επιβλέποντος Αναπληρωτή Καθηγητή Κίμων Χατζημπίρου. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω τόσο για την πνευματική αλλά και την ηθική στήριξη και καθοδήγηση, που αμέριστα, μου παρείχε σε όλο το διάστημα εκπόνησης της εργασίας. Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου που με στήριξαν σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου, τον αδερφό αλλά και τους φίλους μου, για την πηγαία συμπαράσταση και την υπομονή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	3
Περιεχόμενα	4
Περίληψη	11
<u>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	
1.2 Σκοπός της Εργασίας	19
1.3 Διάρθρωση της Εργασίας	19
<u>2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>	
2.1 Αιολική Ενέργεια	21
2.2 Παλιρροιακή Ενέργεια	22
2.3 Κυματική Ενέργεια	22
<u>3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</u>	
3.1 Αιολική Ενέργεια	24
3.1.1. Τεχνολογία Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων	26
3.1.1.1 Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου Άξονα	26
3.1.1.2 Ανεμογεννήτριες Κατακόρυφου Άξονα	29
3.1.1.3 Θεμελίωση στον Πυθμένα της Θάλασσας	30
3.2 Παλιρροιακή Ενέργεια	35
3.2.1 Τεχνολογία Συσκευών Παλιρροιακής Ενέργειας	37
3.2.1.1 Στρόβιλος Οριζόντιου Άξονα	38
3.2.1.2 Στρόβιλος Κατακόρυφου Άξονα	39
3.2.1.3 Παλινδρομικές Διατάξεις	40
3.2.1.4 Διατάξεις Τύπου Venturi	40
3.3 Κυματική Ενέργεια	41
3.3.1 Τεχνολογία Συσκευών Κυματικής Ενέργειας	43
3.3.1.1 Εξασθενητής Κυματισμών	43
3.3.1.1.1 Το Σύστημα Relamis	43
3.3.1.2 Σημειακός Απορροφητής (Αξονοσυμμετρικός)	45
3.3.1.3 Παλλόμενοι Μετατροπείς των Κυματικών Κλυδωνισμών (OWSC)	45
3.3.1.4 Παλλόμενη Υδάτινη Στήλη (OWC)	46

3.3.1.5 Συσκευή Υπερακόντισης.....	47
3.3.1.5.1 Το Σύστημα Wave Dragon.....	48
3.3.1.5.2 Το Σύστημα TAPCHAN.....	48
3.3.1.6 Βυθιζόμενη Συσκευή Διαφορικής Πίεσης.....	49

4. ΘΑΛΑΣΣΑ

4.1 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά.....	50
4.2 Φυσικά Χαρακτηριστικά.....	51
4.2.1 Θερμοκρασία.....	51
4.2.2 Πυκνότητα.....	52
4.2.3 Χρώμα.....	52
4.3 Χημικά Χαρακτηριστικά.....	54
4.3.1 Χημικές Ιδιότητες του Θαλασσινού Νερού.....	54
4.3.2 Συστατικά του Θαλασσινού Νερού.....	54
4.3.3 Ανόργανες Ουσίες - Διαλυμένα Άλατα.....	55
4.3.4 Διαλυμένα Αέρια.....	57
4.3.5 Οργανικές Ενώσεις.....	57
4.4 Βιολογικά Χαρακτηριστικά.....	59
4.5 Γενικά Χαρακτηριστικά της Ιρλανδικής Θάλασσας.....	62
4.5.1 Φυτοπλαγκτόν.....	63
4.5.2 Ζωοπλαγκτόν.....	64
4.5.3 Βένθος.....	64
4.5.4 Ψάρια.....	65
4.5.5 Θαλάσσια Θηλαστικά.....	65
4.5.6 Πτηνά.....	66
4.6 Γενικά Χαρακτηριστικά της Μεσογείου.....	67
4.6.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά της Μεσογείου.....	68
4.6.2 Ελληνικές Θάλασσες – Αιγαίο Πέλαγος.....	70
4.6.2.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά του Αιγαίου Πελάγους.....	71
4.7 Γενικά Χαρακτηριστικά του Βορείου Ατλαντικού Ωκεανού – Ανατολικά Νησιά Orkney.....	75
4.7.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού.....	76

5.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Παράκτια Αιολικά Πάρκα.....	77
5.1.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού.....	77
5.1.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία.....	79
5.1.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων.....	79
5.1.4 Ρύποι.....	80
5.1.5 Θόρυβος και Δόνηση.....	81
5.1.6 Οπτική Όχληση.....	84
5.1.7 Αλιεία.....	85
5.1.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας.....	85
5.1.9 Πουλιά.....	86
5.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Συσκευές Μετατροπής της	
Παλιρροιακής Ενέργειας.....	88
5.2.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού.....	88
5.2.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία.....	89
5.2.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων.....	90
5.2.4 Ρύποι.....	90
5.2.5 Θόρυβος και Δόνηση.....	91
5.2.6 Οπτική Όχληση.....	92
5.2.7 Αλιεία.....	93
5.2.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας.....	93
5.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Συσκευές Μετατροπής της	
Κυματικής Ενέργειας.....	95
5.3.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού.....	95
5.3.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία.....	96
5.3.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων.....	96
5.3.4 Ρύποι.....	97
5.3.5 Θόρυβος και Δόνηση.....	98
5.3.6 Οπτική Όχληση.....	99
5.3.7 Αλιεία.....	100
5.3.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας.....	100

6. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ

6.1 Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στην Ιρλανδική Θάλασσα	102
6.1.1 Περιγραφή του Υπεράκτιου Αιολικού Πάρκου North Hoyle.....	103
6.1.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο North Hoyle.....	104
6.1.2.1 Θαλάσσια Θηλαστικά.....	104
6.1.2.2 Πτηνά.....	105
6.1.2.3 Βενθικοί Οργανισμοί.....	107
6.1.2.4 Ψάρια.....	109
6.1.2.5 Ιζήματα.....	110
6.1.2.6 Ποιότητα Υδάτων.....	112
6.1.2.7 Υδρογραφικές Συνθήκες.....	113
6.1.2.8 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία.....	114
6.1.2.9 Θόρυβος – Δονήσεις.....	115
6.1.2.10 Απεγκατάσταση Διάταξης.....	116
6.2 Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στον Κόλπο των Πεταλιών	117
6.2.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στον Κόλπο των Πεταλιών.....	120
6.2.1.1 Φάση Εγκατάστασης.....	120
6.2.1.2 Φάση Λειτουργίας.....	123
6.3 Παλιρροιακή Συσκευή στην Ιρλανδική Θάλασσα	128
6.3.1 Περιγραφή της Συσκευής SeaGen για την Αξιοποίηση της Παλιρροιακής Ενέργειας.....	130
6.3.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Παλιρροιακή Συσκευή SeaGen.....	131
6.3.2.1 Θαλάσσια Θηλαστικά.....	131
6.3.2.2 Βενθικοί Οργανισμοί.....	135
6.3.2.3 Πτηνά.....	136
6.3.2.4 Υδρογραφικές Συνθήκες.....	137
6.4 Κυματική Συσκευή στον Βορειοανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό	139
6.4.1 Περιγραφή της Συσκευής Oyster 800 για την Αξιοποίηση της Κυματικής Ενέργειας.....	140

6.4.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Κυματική Συσκευή Oyster 800.....	142
6.4.2.1 Περιγραφή του Περιβάλλοντος Εγκατάστασης της Συσκευής.....	142
6.4.2.2 Θαλάσσια Θηλαστικά.....	144
6.4.2.3 Ψάρια.....	145
6.4.2.4 Πτηνά.....	145
6.4.2.5 Βενθικοί Οργανισμοί.....	146
6.4.2.6 Υδροδυναμικές Συνθήκες.....	147
6.4.2.7 Απεγκατάσταση Συσκευής.....	147

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 Γενικά Αποτελέσματα – Συμπεράσματα από όλες τις Τεχνολογίες στο Θαλάσσιο Περιβάλλον με Βάση τους Δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ.....	150
7.1.1 Βιοποικιλότητα.....	152
7.1.2 Μη Αυτόχθονα Είδη.....	155
7.1.3 Πληθυσμοί Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμων Ειδών.....	155
7.1.4 Τροφικά Πλέγματα.....	156
7.1.5. Ανθρωπογενής Ευτροφισμός.....	156
7.1.6 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού.....	157
7.1.7 Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών.....	158
7.1.8 Ρυπογόνες Ουσίες.....	159
7.1.9 Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση.....	161
7.1.10 Απορρίμματα.....	162
7.1.11 Ενέργεια.....	163
7.2 Γενικά Αποτελέσματα – Συμπεράσματα από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο North Hoyle στο Θαλάσσιο Περιβάλλον με Βάση τους Δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ.....	166
7.2.1 Βιοποικιλότητα.....	168
7.2.2 Μη Αυτόχθονα Είδη.....	168
7.2.3 Πληθυσμοί Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμων Ειδών.....	168
7.2.4 Τροφικά Πλέγματα - Ανθρωπογενής Ευτροφισμός.....	168
7.2.5 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού.....	169

7.2.6 Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών.....	169
7.2.7 Ρυπογόνες Ουσίες – Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση.....	169
7.2.8 Απορρίμματα.....	170
7.2.9 Ενέργεια.....	170
7.2.10 Συμπέρασμα.....	171
7.3 Γενικά Αποτελέσματα – Συμπεράσματα από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο των Πεταλιών στο Θαλάσσιο Περιβάλλον με Βάση τους Δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ.....	172
7.3.1 Βιοποικιλότητα.....	174
7.3.2 Μη Αυτόχθονα Είδη.....	174
7.3.3 Πληθυσμοί Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμων Ειδών.....	174
7.3.4 Τροφικά Πλέγματα.....	174
7.3.5 Ανθρωπογενής Ευτροφισμός.....	174
7.3.6 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού.....	175
7.3.7 Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών.....	75
7.3.8 Ρυπογόνες Ουσίες - Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση.....	175
7.3.9 Απορρίμματα.....	175
7.3.10 Ενέργεια.....	176
7.3. Συμπέρασμα.....	176
7.4 Γενικά Αποτελέσματα – Συμπεράσματα από την Παλιρροιακή Συσκευή SeaGen στο Θαλάσσιο Περιβάλλον με Βάση τους Δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ.....	177
7.4.1 Βιοποικιλότητα.....	179
7.4.2 Μη Αυτόχθονα Είδη – Πληθυσμοί Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμων Ειδών - Τροφικά Πλέγματα - Ανθρωπογενής Ευτροφισμός.....	179
7.4.3 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού.....	179
7.4.4 Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών.....	180
7.4.5 Ρυπογόνες Ουσίες - Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση – Απορρίμματα.....	180
7.4.6 Ενέργεια.....	180
7.3.7 Συμπέρασμα.....	180

7.5 Γενικά Αποτελέσματα – Συμπεράσματα από την Κυματική Συσκευή Oyster 800 στο Θαλάσσιο Περιβάλλον με Βάση τους Δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ.....	182
7.5.1 Βιοποικιλότητα.....	184
7.5.2 Μη Αυτόχθονα Είδη - Πληθυσμοί Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμων Ειδών – Ανθρωπογενής Ευτροφισμός.....	184
7.5.3 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού.....	184
7.5.4 Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών.....	184
7.5.5 Ρυπογόνες Ουσίες - Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση – Απορρίμματα.....	185
7.5.6 Ενέργεια.....	185
7.5.7 Συμπέρασμα.....	185
7.6. Επίλογος.....	186
Βιβλιογραφία	188

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η περιβαλλοντική διερεύνηση των εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μελετώνται είναι η αιολική, η παλιρροιακή και η κυματική ενέργεια. Παρουσιάζονται οι τεχνολογίες για την αξιοποίηση των προαναφερθέντων ενεργειών και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις βιολογικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση αυτών των τεχνολογιών στο θαλάσσιο περιβάλλον, κυρίως με γνώμονα την Οδηγία - πλαίσιο 2008/56/EK για τη θαλάσσια στρατηγική.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μία ώριμη τεχνολογία, και η αιολική βιομηχανία είναι σήμερα, η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία στον κόσμο, με ρυθμό ανάπτυξης περίπου 40% ετησίως. Τα αιολικά πάρκα οριοθετούνται σε περιοχές όπου μπορούν να εξασφαλίσουν υψηλές μέσες ταχύτητες ανέμου για τη μέγιστη δέσμευση της ενέργειας, κάτι που συμβαίνει συνήθως στις ορεινές παράκτιες και υπεράκτιες περιοχές. Υπεράκτια αιολικά πάρκα κατασκευάζονται με γοργούς ρυθμούς σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο, ώστε να συλλέξουν την αιολική ενέργεια πάνω από τον ωκεανό και να τη μετατρέψουν σε ηλεκτρική. Οι άνεμοι έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες πάνω από τον ωκεανό από ότι πάνω από τη ξηρά με αποτέλεσμα να παράγεται μεγαλύτερη ηλεκτρική ενέργεια από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα.

Οι θαλάσσιες μάζες καλύπτουν το 75% της επιφάνειας του πλανήτη μας και μπορούν να θεωρηθούν ένα κολοσσιαίο, «παγκόσμιο» ενεργειακό ρεζερβουάρ. Η θαλάσσια επιφάνεια απορροφά τεράστιες ποσότητες ηλιακής και αιολικής ενέργειας, η οποία εμφανίζεται στη θάλασσα σε διάφορες μορφές, όπως κύματα ή ρεύματα. Επιπλέον, το θαλάσσιο σύστημα επηρεάζεται από τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις του πλανήτη μας με τον Ήλιο και τη Σελήνη. Ο μηχανισμός αυτός, αργά αλλά σταθερά, κινητοποιεί ασύλληπτες ποσότητες ύδατος, δημιουργώντας το φαινόμενο της παλίρροιας. Οι τεχνολογίες παλιρροιακής ενέργειας αξιοποιούν την αυξομείωση της στάθμης της θαλάσσιας κατά τη παλίρροια και την τελευταία δεκαετία πολλοί ευρωπαϊκοί οργανισμοί και τεχνικές εταιρείες έχουν εστιάσει τις δραστηριότητές τους σε αυτόν τον τομέα. Επιπλέον, οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ενέργειας που περικλείεται στους θαλάσσιους κυματισμούς εξελίσσονται ραγδαία καθώς, μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών η κυματική ενέργεια παρουσιάζει την υψηλότερη

ενεργειακή πυκνότητα. Συνεπώς οι μορφές θαλάσσιας ενέργειας είναι πολλές, ενώ οι ποσότητες ενέργειας οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν τεράστιες.

Συμπερασματικά, οι δυνατότητες για την ανάπτυξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι τεράστιες. Η συστηματική έρευνα γύρω από αυτές τις εφαρμογές έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη τεχνολογιών που συνδυάζουν αρκετά ικανοποιητικά τη παραγωγή ενέργειας από το θαλάσσιο περιβάλλον με την ταυτόχρονη προστασία του, καθώς μειώνεται αυτόματα η εξάρτηση από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση συμβατικών καυσίμων.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The subject of this postgraduate thesis is the environmental investigation of renewable energy applications in marine environment. The term marine renewable energy covers coastal and mainly offshore wind farms, tidal energy and wave energy structures. The study is based particularly on possible pressures and potential biological impacts resulting from the installation of these technologies in the marine environment, particularly with regard to the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC.

Thesis outline

The thesis includes, apart from this 1st Chapter which constitutes the introduction into the subject of the work, six extra Chapters.

The second chapter considers an initial contact with the issue that discusses in the thesis. The same structure is followed for the other renewable energy, tidal and wave energy, respectively.

In chapter 3, is presented in detail the wind energy into the marine environment and the technology of offshore wind energy parks. In addition, is discussed the use of tidal energy in seas with tidal currents and their respective technologies. Finally, is presented the wave energy into the marine environment, and the technologies of devices used for the exploitation of wave energy in marine environment.

In Chapter 4, is recorded the general characteristics of the sea. Specifically, is described the physical and geological characteristics of marine areas, chemical properties of seawater and sea as a biological environment. In addition, are analysed the corresponding characteristics of the sea areas examined in the context of this thesis, in which, exist coastal renewable energy installations. These areas are the Irish Sea, the North-East Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and especially, the Aegean Sea.

In Chapter 5, is recorded in detail the environmental impacts generated by offshore wind farms in the marine environment and is given emphasis on biological effects. The same structure is followed for the other two renewable energy, tidal and wave energy.

In Chapter 6, are presented examples of existing projects from offshore wind farms in Europe and analyzing these on the basis of the monitoring programmes that take place. The same structure is followed for the other two renewable energy, tidal and wave energy.

In Chapter 7, are recorded the conclusions for the environmental impacts from the marine renewable energy devices. Also, are recorded in tabular form the environmental impacts arising from the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC.

Renewable energy sources

The term renewable energy sources shall mean renewable non-fossil energy sources, i.e. wind, solar and geothermal energy, wave energy, tidal energy, hydraulic energy, the energy produced by the combustion of gases and biogases which evolved from landfills and sewage treatment facilities, as defined in DIRECTIVE 2001/77/EC.

Today, renewable energy sources taken into account in the official plans of the developed countries for energy and although forming very small percentage of energy production, only 18% globally, nevertheless made steps to further exploitation.

Wind Energy

Wind energy is one of the oldest natural sources of energy utilized in mechanical form. For thousands of years the wind is used for the movement of ships, grinding grains in traditional windmills and for pumping water. The development of modern wind turbines used for electricity production began towards the end of the nineteenth century, however, when in the 1980s the technology has matured enough to allow the department of wind energy to develop on a large scale.

Tidal Energy

Energy conversion devices of tidal currents are a recent addition to the industry of renewable energy of the aquatic element. However, only recently, with the development of offshore technologies and the push towards finding and "other" renewable energy was made possible the exploitation of the energy of the tidal currents.

Wave Energy

The idea for the exploitation of marine ripple is not new. The first patent dates back to 1799. In many cases, largely depreciated the destructive power of ocean waves, while the early energy conversion devices wave had not always shown satisfactory results. As a result, when the energy crisis is over, the interest for the wave energy has been lost and in the early 1980s many of the tests were suspended. The research was led since the mid-1980s the original devices installed in coastal. The evolution of technologies has continued to be slow until the beginning of this century, with the new impetus given to renewable energy sources.

Environmental impacts generated by offshore wind farms, tidal devices and wave devices in the marine environment

Sediment Resuspension and Water Turbidity

During install and uninstall of these devices will be a transfer the precipitate. The bottom is disturbed by the establishment of the foundations of the devices and from assignment of submarine cables that connect the devices to electricity collection station. The movement of sediment can lead to loss of Habitat. However, this effect is temporary thereby is negligible loss which may have the ecosystem. Furthermore, the foundations of the devices work as technical traps, obviously creating a new artificial ecosystem for marine organisms living in this region. In addition, during the operation of these devices can affect the morphology of bottom.

Electromagnetic Fields

The submarine cables produce electromagnetic fields. Depending on the type of cables, generated fields are strong or weak and cause effects on marine organisms. Electromagnetic fields affect fish, notably the elasmobranches and marine mammals that use the Earth's magnetic field to move.

Changes in status of Flows

The physical presence of towers of offshore wind turbines could lead to diffraction of waves and underwater currents between the wind turbines in a wind park, resulting in a change in the hydrography of the region.

The devices used for the exploitation of tidal energy have the possibility to modify the dynamic transfer of tide and precipitate through the transfer of tidal energy. Where applicable, the export of energy or its amendment may lead to changes concerning the tidal flow and direction of the water.

Big wave energy facilities can have a bearing on marine currents and hydrography, since a significant part of the energy of the waves is collected or reflected. The reduction of wave energy can lead to changes in currents developed away from the coast, to decrease the width and energy of wave breaking zone and corrosion and change in deposition of sediments, mainly on sandy beaches.

Pollutants

Pollutants can be channelled into the marine environment from offshore wind farms, tidal and wave devices in various ways, either as a random fact – accident, either as natural deterioration of materials of these devices. Accidents may arise during maintenance of the device, from the collision of ships both among themselves and with the devices, but also during construction and operation. In addition, there is a risk of leakage of fuel, lubricants and cooling mixtures of gearboxes and transformers. The magnitude of pollution each time depends on the weather conditions and the nature of the chemicals.

In addition, during the installation and operation of the devices, water quality can be affected by the movement of sediment in which they are contained buried "pollutants" and which are released during excavate and placement of various structures.

Noise

During installation, operation and uninstalation of offshore wind farms, tidal and wave devices produced noise. Noise propagates over the surface of the sea, but also underneath it.

The noise transmitted through the components of the machine and emanates from surfaces like the tower, the wings and fuselage in case of wind farms. During installation and uninstalation of the devices noise and vibrations derived from machinery and ships involved in the work, tools for the installation of foundations, the explosions and the placement of the devices.

During the installation phase of projects is likely to disrupt many kinds of organizations, and the impact will depend on the frequency of the sound, duration, but mainly from the sensitivity of species living in it. In general, there is a possibility, the seals can lose their hearing, several species of fish can be applied properly and avoid small intervals around the project however, noise and vibrations below the surface of the sea during the installation will cease after the end of the work.

The noise generated during operation of various technologies is in a much lower level than the noise produced during construction or uninstalation, although the duration of noise production is more long-term.

Visual Impact

Visual disturbance caused by various coastal devices is something subjective and difficult to be commonly accepted rules. Surveys in countries of the European Union shows that someone who is favourably disposed towards the development of renewable energy sources accepts the various constructions visually much more easily than someone who is negative at the outset. Visual nuisance is influenced by the characteristics of the installation space and depends on a number of factors such as the size of the devices, if the devices are placed above or below the surface of the sea, the distance of the observer from them, the weather and the local topography etc.

Fishery

The various projects could enhance the levels of local fisheries in the areas. This takes place through the creation of new habitats on the foundations of various structures. The foundations of the devices will serve as artificial reefs where hard substrate at the bottom offer suitable place for the creation of a new colony of marine organisms. The new housing will attract new species of fish, which in turn can be commercially exploitable species. On the other hand, fishing may be prohibited in the area of projects, but also in the area, in which are situated the cables. The area which is prohibited for fishing can be small, but the impact on fisheries is important. Positive, with regard to the fish populations which will increase due to the creation of additional accommodation and negative for fishermen to be excluded from these fishing sites.

Conflict between the Users of the sea

The facilities of the various projects will affect users of coastal waters and the impact is expected to be large if the projects develop near major shipping lines, airlines, in areas receiving country military activities, but also in significant areas for flora and fauna. The various devices should be installed away from national or global shipping lines, because the movement in these areas are already increasing and will be burdened by the movement due to activities associated with projects. In addition, conflicts could arise from installing devices if regarded as hindering other possible uses of the coastal zone, such as the use of the beach, boating and water sports.

Birds

The impact of wind parks in the birdlife is diverse and depend on many factors, such as the specific characteristics of the project, the habitats and species and populations of birds affected. The potential effects of a wind farm on populations of birds can be summarised as follows:

- Direct killing due to the impact of turbine blades.
- Disturbance leading to displacement of birds and flight lines that they use away from the wind farm, known as "barrier effect".
- Direct loss of habitat as a result of construction of the turbines and their auxiliary facilities.

Conclusions

The potential for the development of renewable energy sources in the marine environment is huge. Offshore wind energy, energy from tides and energy emitted by ocean waves are promising forms of renewable energy with a large stocking and high performance power production. Their exploitation can satisfy directly both global demand for renewable and clean forms of energy sources and the necessity for ensuring new energy sources, given the environmental changes of the planet and the particularly high prices of oil and other fuels.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός τη Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τις εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων, παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις βιολογικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις προαναφερθείσες τεχνολογίες, και κυρίως με βάση την Οδηγία - πλαίσιο 2008/56/ΕΚ για τη θαλάσσια στρατηγική.

1.2 Διάρθρωση της Εργασίας

Η εργασία περιλαμβάνει, εκτός από το παρόν 1ο Κεφάλαιο που αποτελεί την εισαγωγή στο αντικείμενο της εργασίας, έξι επιπλέον Κεφάλαια.

Στο Κεφάλαιο 2, πραγματοποιείται μια πρώτη επαφή με το θέμα που πραγματεύεται η εργασία. Παρουσιάζονται γενικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η αιολική ενέργεια και οι εφαρμογές της στο θαλάσσιο περιβάλλον από το παρελθόν μέχρι και σήμερα, και η ίδια δομή ακολουθείται και για τις άλλες δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την παλιρροιακή και τη κυματική.

Στο Κεφάλαιο 3, παρουσιάζεται αναλυτικά η αιολική ενέργεια στο θαλάσσιο περιβάλλον και καταγράφεται η τεχνολογία των υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Επιπλέον, αναλύεται η εκμετάλλευση της παλιρροιακής ενέργειας στις διάφορες θάλασσες κυρίως με τη μορφή παλιρροιακών ρευμάτων και παραθέτονται οι αντίστοιχες τεχνολογίες. Τέλος, παρουσιάζεται η κυματική ενέργεια στο θαλάσσιο περιβάλλον, και αναλύονται οι τεχνολογίες των συσκευών που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας στο παράκτιο και υπεράκτιο περιβάλλον.

Στο Κεφάλαιο 4, καταγράφονται τα γενικά χαρακτηριστικά της θάλασσας. Συγκεκριμένα, περιγράφονται τα φυσικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά των θαλάσσιων εκτάσεων, οι χημικές ιδιότητες του θαλασσινού νερού και η θάλασσα ως βιολογικό περιβάλλον. Επιπλέον, αναλύονται τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά για τις θαλάσσιες περιοχές που εξετάζονται στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, και στις οποίες αναπτύσσονται παράκτιες εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι περιοχές αυτές αφορούν την Ιρλανδική Θάλασσα, τον Βορειοανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό, τη Μεσόγειο Θάλασσα και συγκεκριμένα το Αιγαίο Πέλαγος.

Στο Κεφάλαιο 5, καταγράφονται αναλυτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και δίνεται έμφαση, στις βιολογικές επιπτώσεις. Η ίδια δομή ακολουθείται και για τις άλλες δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την παλιρροιακή και τη κυματική.

Στο Κεφάλαιο 6, παρατίθενται παραδείγματα υφιστάμενων έργων από υπεράκτια αιολικά πάρκα στον ευρωπαϊκό χώρο και γίνεται ανάλυση αυτών με βάση τα προγράμματα παρακολούθησης που εκπονούνται. Ανάλογη παράθεση και ανάλυση, πραγματοποιείται και για τις άλλες δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την παλιρροιακή και τη κυματική.

Στο Κεφάλαιο 7, καταγράφονται τα συμπεράσματα – αποτελέσματα που προκύπτουν από την εργασία, από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και τις εγκαταστάσεις παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Γίνεται παράθεση με την μορφή πινάκων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν με βάση την Οδηγία - πλαίσιο 2008/56/EK για τη θαλάσσια στρατηγική.

2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναβίωσε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των συνεχιζόμενων πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Με τον όρο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) νοούνται οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια που παράγεται από την καύση των αερίων και βιοαερίων τα οποία εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/EK (library.tee.gr).

Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν ως πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα ωστόσο λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και παρόλο που αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, μόλις το 18% σε παγκόσμιο επίπεδο, εντούτοις γίνονται βήματα για την περαιτέρω αξιοποίησή τους (www.thegef.org). Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας ελαττώνεται διαρκώς τα τελευταία είκοσι έτη και ιδίως η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, είναι δυνατόν πλέον να ανταγωνίζονται παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια (www.hellasres.gr).

2.1 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις πιο παλιές φυσικές πηγές ενέργειας που αξιοποιήθηκε σε μηχανική μορφή. Η πρωτογενής αυτή μορφή ενέργειας που παράγεται άμεσα από τη φύση, έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας ιδιαίτερα με τη χρήση της στη ναυτιλία για συγκοινωνίες και εξερευνήσεις. Εδώ και χιλιάδες χρόνια ο άνεμος χρησιμοποιείται για την κίνηση των πλοίων, την άλεση σπόρων σε παραδοσιακούς ανεμόμυλους και για την άντληση νερού. Η ανάπτυξη των σύγχρονων ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού άρχισε προς τα τέλη του δεκάτου ενάτου αιώνα, ωστόσο μόλις κατά τη δεκαετία του 1980 η τεχνολογία ωρίμασε αρκετά ώστε να μπορέσει ο τομέας της αιολικής ενέργειας να εξελιχθεί σε μεγάλη κλίμακα (www.aquaret.com).

2.2 Παλιρροιακή Ενέργεια

Οι διατάξεις μετατροπής της ενέργειας των παλιρροιακών ρευμάτων αποτελούν πρόσφατη προσθήκη στην βιομηχανία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του υδάτινου στοιχείου. Η ισχύς των παλιρροιακών ρευμάτων είναι γνωστή από τις πρώτες ημέρες της ναυσιπλοΐας. Ωστόσο, μόνο πρόσφατα, με την ανάπτυξη των υπεράκτιων τεχνολογιών και την ώθηση προς την εξεύρεση και "άλλων" ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κατέστη δυνατή από τεχνική άποψη η εκμετάλλευση της ενέργειας των παλιρροιακών ρευμάτων. Η τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της ενέργειας των παλιρροιακών ρευμάτων ανάγεται στις αρχές της δεκαετίας του 1990, και μέχρι τις αρχές του 21ου αιώνα είχε προταθεί, αναπτυχθεί και δοκιμαστεί ένα ευρύ φάσμα σχεδίων τέτοιων διατάξεων (www.aquaret.com).

2.3 Κυματική Ενέργεια

Η ιδέα για την εκμετάλλευση του θαλάσσιου κυματισμού δεν είναι νέα. Η πρώτη ευρεσιτεχνία χρονολογείται στα 1799, ενώ πλήθος άλλων τεχνολογιών επινοήθηκαν και λειτούργησαν σε μικρή κλίμακα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα. Η συντονισμένη έρευνα όμως στον τομέα αυτό ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1970, μετά την μεγάλη πετρελαϊκή κρίση, όταν διάφορες χώρες της Δυτικής Ευρώπης με ακτές προς τον Ανατολικό Ατλαντικό, όπου εντοπίζονται ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα κυματικού δυναμικού, ξεκίνησαν εντατικές έρευνες για την ανάπτυξη τεχνολογιών εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων (www.cres.gr).

Εκείνη την περίοδο, έγιναν προτάσεις για πολλές και διάφορες διατάξεις κυματικής ενέργειας, αλλά η επιτυχία, σε γενικές γραμμές, υπολείπεται των προσδοκιών. Σε πολλές περιπτώσεις, υποτιμήθηκε κατά ένα μεγάλο μέρος η καταστρεπτική δύναμη των ωκεάνιων κυμάτων, ενώ οι πρώιμες συσκευές μετατροπής της ενέργειας των κυμάτων δεν είχαν πάντοτε δείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Ως συνέπεια, όταν παρήλθε η ενεργειακή κρίση, το ενδιαφέρον για την κυματική ενέργεια χάθηκε και στις αρχές της δεκαετίας του 1980 πολλές από τις δοκιμές

διεκρότησαν.

Η διακοπείσα έρευνα οδήγησε από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 στην εγκατάσταση παράκτιων πρωτότυπων συσκευών. Η εξέλιξη των τεχνολογιών εξακολούθησε να είναι αργή έως τις αρχές του τρέχοντος αιώνα, με τη νέα ώθηση που δόθηκε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η έρευνα και ανάπτυξη της κυματικής

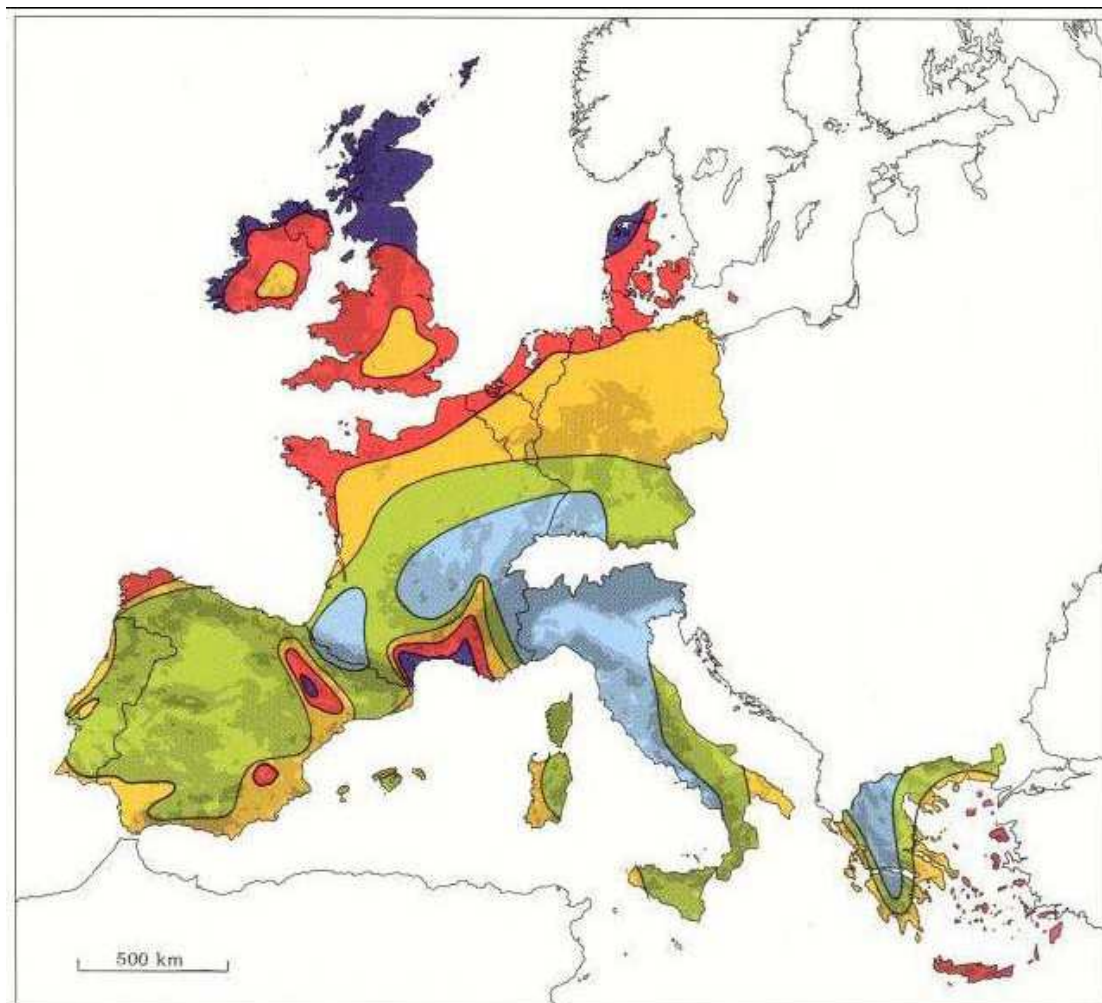
ενέργειας σημειώνει αξιοσημείωτη αναβάθμιση από το 2000 σαν αποτέλεσμα της ευρωπαϊκής αναζήτησης για σημαντική αύξηση της παραγωγής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η επιτυχία και η εξέλιξη του τομέα αιολικής ενέργειας λειτούργησε ως κινητήριος δύναμη στη νέα προσπάθεια για τη αξιοποίηση της ενέργειας που περικλείεται στα ωκεάνια κύματα που είχε εγκαταλειφθεί στα τέλη του περασμένου αιώνα (www.aquaret.com).

3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

3.1 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων αέριων μαζών από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Ο άνεμος είναι μια καθαρή και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η ανάπτυξη συνεπώς, της αιολικής ενέργειας είναι σημαντική αφού πρόκειται για καθαρή μορφή ενέργειας, χωρίς εκπομπές CO₂ ή άλλων ρύπων με τη διαθεσιμότητά της να μην κυμαίνεται, αλλά να είναι τεράστια. Αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής με τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας να είναι αξιοσημείωτα. Τα αιολικά πάρκα οριοθετούνται σε περιοχές όπου μπορούν να εξασφαλίσουν υψηλές μέσες ταχύτητες ανέμου για την μέγιστη δέσμευση της ενέργειας, πράγμα που συμβαίνει συνήθως στις ορεινές παράκτιες και υπεράκτιες περιοχές (www.cres.gr).

Υπεράκτια αιολικά πάρκα κατασκευάζονται σε πολλές χώρες ώστε να συλλέξουν την αιολική ενέργεια πάνω από τον ωκεανό και να την μετατρέψουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι άνεμοι έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες πάνω από τον ωκεανό από ότι πάνω από την ξηρά με αποτέλεσμα να παράγεται μεγαλύτερη ηλεκτρική ενέργεια από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα (Εικόνα 3.1). Τέτοιες εγκαταστάσεις συνήθως κατασκευάζονται κοντά σε μεγάλα εμπορικά κέντρα όπου υπάρχει υψηλή ενεργειακή ζήτηση και η εγκατάστασή τους στην ξηρά είναι δύσκολη. Από τις ευρωπαϊκές χώρες πρωτεργάτες στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας υπήρξε η Δανία, η οποία καλύπτει σε ποσοστό 11% τις ενεργειακές της ανάγκες από τη χρήση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες οι οποίες εδράζονται στη θάλασσα, αποτελώντας έτσι επαναστατική καινοτομία για την ανάπτυξη πάρκων μεγάλης ισχύος. Σήμερα, πάνω από 3600 MW υπεράκτιας αιολικής ενέργειας είναι εγκατεστημένα, στα ανοικτά των ακτών της Ευρώπης, σε βάθη μικρότερα των 30 μέτρων (www.osti.gov).



Wind resources ¹ at 50 metres above ground level for five different topographic conditions										
	Sheltered terrain ²		Open plain ³		At a sea coast ⁴		Open sea ⁵		Hills and ridges ⁶	
	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}
Dark Purple	> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
Red	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
Orange	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
Yellow	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0- 8.5	400- 700
Blue	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

Εικόνα 3.1: Αιολικός χάρτης της Ευρώπης (Copyright © 1989 by Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark)

3.1.1 Τεχνολογία Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων

Οι ανεμογεννήτριες αποτελούν βασικό στοιχείο τόσο των χερσαίων όσο και των υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Χαρακτηρίζονται ως σύγχρονοι «ανεμόμυλοι» και διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα (Εικόνα 3.1.1). Τα μεγέθη τους ποικίλουν από ανεμογεννήτριες που παράγουν μερικές ή εκατοντάδες Watt μέχρι και σε αυτές των μερικών MW (itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_wind_10.pdf).



Εικόνα 3.1.1: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου – κατακόρυφου άξονα (itia.ntua.gr)

3.1.1.1 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν τον άξονά τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και συνήθως παράλληλο και με την διεύθυνση του ανέμου (head on). Επιπλέον οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα μπορούν να έχουν ένα, δύο, τρία ή ακόμα και πέντε πτερύγια, ενώ η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσήνεμη διάταξη (up wind), δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη (down wind), δηλαδή πίσω από τον πύργο στήριξης σε σχέση με την διεύθυνση του ανέμου.

Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα (Εικόνα 3.1.2) είναι τα εξής:

Κουβούκλιο: Το κουβούκλιο περιέχει όλα τα βασικά στοιχεία της ανεμογεννήτριας, συμπεριλαμβανομένου του κιβωτίου ταχυτήτων, και της ηλεκτρικής γεννήτριας. Πρόσβαση στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας επιτρέπεται μέσω του πύργου.

Πτερύγια: Τα πτερύγια "συλλαμβάνουν" τον αέρα και μεταφέρουν την ισχύ του στην κεφαλή του ρότορα. Σε μια ανεμογεννήτρια 1000 KW κάθε πτερύγιο έχει μήκος 27 μέτρα και είναι σχεδιασμένο περίπου όπως ένα φτερό αεροπλάνου.

Κεφαλή: Η κεφαλή του ρότορα είναι συνδεδεμένη με το διαφορικό χαμηλής ταχύτητας της ανεμογεννήτριας.

Διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων: Το διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων συνδέει την κεφαλή του ρότορα με το κιβώτιο ταχυτήτων. Σε ανεμογεννήτρια 1000 KW ο ρότορας περιστρέφεται σχετικά αργά, περίπου 19 με 30 περιστροφές ανά λεπτό (rpm). Το διαφορικό περιέχει σωλήνες για το υδραυλικό σύστημα, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει το αεροδυναμικό φρένο.

Κιβώτιο ταχυτήτων: Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει το διαφορικό χαμηλών στροφών από αριστερά και μεταφέρει την κίνηση στο διαφορικό υψηλών στροφών (από δεξιά) κάνοντάς το να περιστρέφεται με ταχύτητα 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή του διαφορικού χαμηλών στροφών.

Διαφορικό υψηλών ταχυτήτων: Το διαφορικό υψηλών ταχυτήτων περιστρέφεται περίπου με 1500 στροφές ανά λεπτό (rpm) και οδηγεί την ηλεκτρική γεννήτρια. Το διαφορικό είναι εξοπλισμένο με ένα δισκόφρενο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μηχανικό φρένο χρησιμοποιείται σε περίπτωση που το αεροδυναμικό φρένο υποστεί βλάβη ή η ανεμογεννήτρια επισκευάζεται.

Ηλεκτρική γεννήτρια: Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια σύγχρονη ή μια ασύγχρονη γεννήτρια. Στις τελευταίες ανεμογεννήτριες η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς είναι μεταξύ 1000 και 5000 KW.

Μηχανισμός περιστροφής: Ο μηχανισμός περιστροφής χρησιμοποιεί ηλεκτρικές μηχανές (κινητήρας περιστροφής) για να στρέφει το κουβούκλιο απέναντι στον άνεμο. Ο μηχανισμός περιστροφής ελέγχεται από ηλεκτρονικό ελεγκτή ο οποίος αντιλαμβάνεται τη διεύθυνση του ανέμου χρησιμοποιώντας τον ανεμοδείκτη.

Ηλεκτρονικός ελεγκτής: Περιέχει ένα υπολογιστή που παρακολουθεί διαρκώς την κατάσταση της ανεμογεννήτριας και ελέγχει τον μηχανισμό περιστροφής. Σε κάθε περίπτωση επιλοκής, π.χ. υπερθέρμανση του κιβωτίου ταχυτήτων ή της γεννήτριας, σταματά αυτόματα την ανεμογεννήτρια και καλεί τον υπολογιστή του ελεγκτή της ανεμογεννήτριας μέσω μιας τηλεφωνικής σύνδεσης.

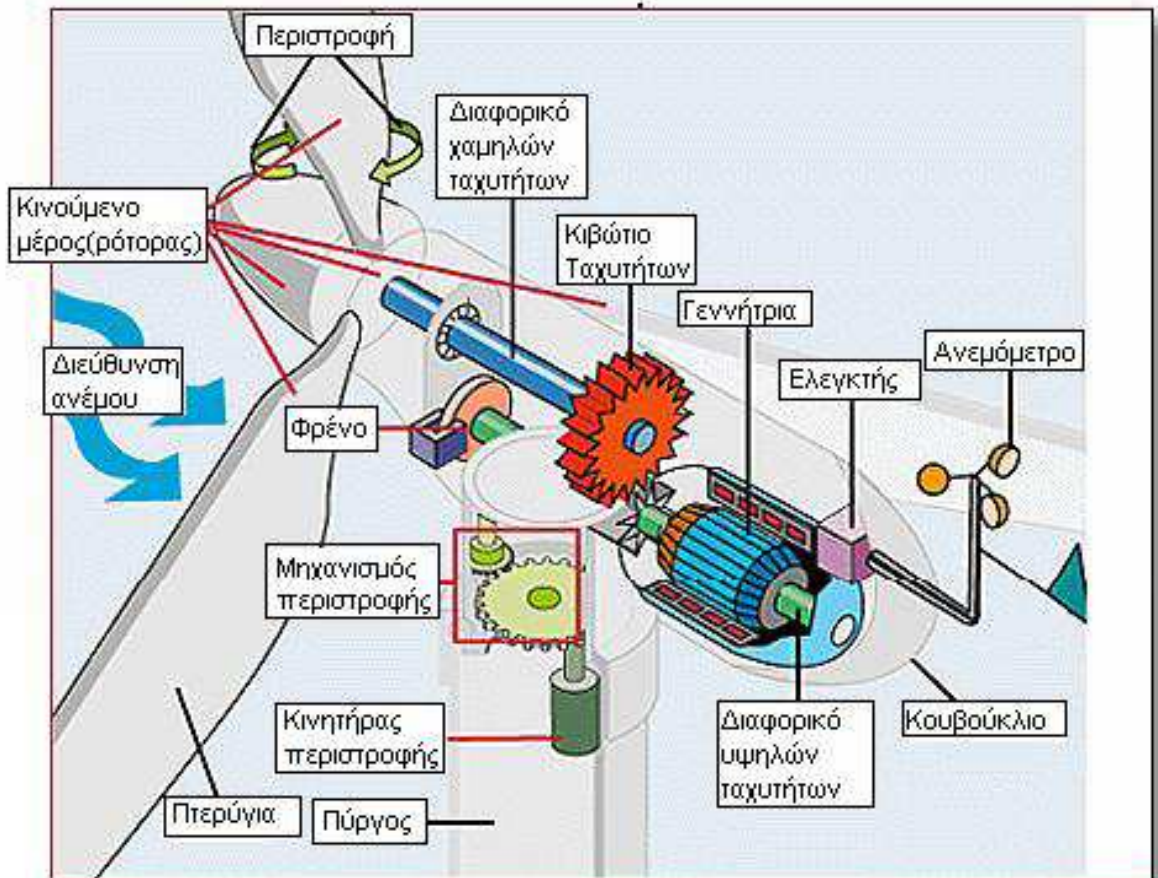
Ανεμόμετρο & ανεμοδείκτης: Το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης χρησιμοποιούνται για να μετρούν την ένταση και την διεύθυνση του ανέμου. Τα ηλεκτρικά σήματα του ανεμόμετρου χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή

της ανεμογεννήτριας για να αρχίσει τη λειτουργία της όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει μια ελάχιστη τιμή. Ο υπολογιστής σταματά τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας αυτόματα αν η ταχύτητα του ανέμου υπερβεί ένα ανώτατο όριο προκειμένου να προστατεύσει την ανεμογεννήτρια και το περιβάλλον αυτής. Τα σήματα του ανεμοδείκτη χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να στρέφει αυτήν απέναντι στον άνεμο, μέσω του μηχανισμού περιστροφής.

Πύργος: Ο πύργος της ανεμογεννήτριας στηρίζει το κουβούκλιο και τα κινούμενα μέρη της. Γενικά είναι πλεονέκτημα ο πύργος να είναι ψηλός, αφού οι ταχύτητες του ανέμου αυξάνονται όσο απομακρύνεται από το έδαφος. Μια σύγχρονη ανεμογεννήτρια 5000 KW θα έχει ένα πύργο μεταξύ 80 και 130 μέτρων.

Μονάδα ψύξης: Η μονάδα ψύξης περιέχει ένα ηλεκτρικό ανεμιστήρα που χρησιμοποιείται για να ψύχει την ηλεκτρική γεννήτρια. Επιπλέον περιέχει μια μονάδα ψύξης με λάδι η οποία χρησιμοποιείται για να ψύχει το λάδι στο κιβώτιο ταχυτήτων. Μερικές ανεμογεννήτριες έχουν υδρόψυκτες γεννήτριες.

Υδραυλικό σύστημα: Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται για να επαναφέρει τα αεροδυναμικά φρένα της ανεμογεννήτριας (www.eere.energy.gov, www.eletaen.gr, www.thesolarguide.com).



Εικόνα 3.1.2: Βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα
(nemertes.lis.upatras.gr)

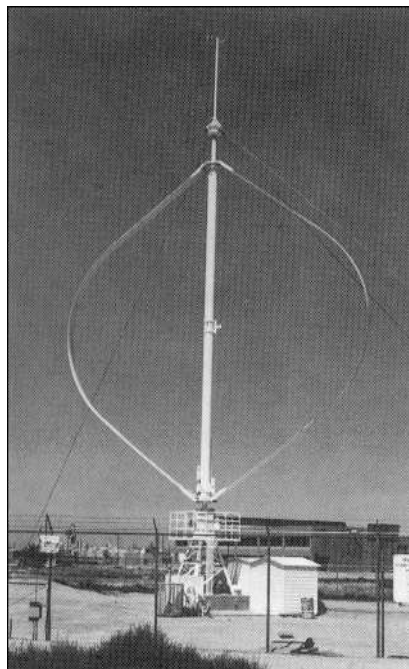
3.1.1.2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας κατακόρυφου άξονα συμπίπτουν, με αυτά των ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα, με τη διαφορά, ότι ο άξονας περιστροφής των πρώτων είναι κάθετος στην επιφάνεια του εδάφους και τα περύγια της στηρίζονται και στρέφονται γύρω από αυτόν τον κατακόρυφο σταθερό άξονα. Επιπλέον, ίδια είναι και η λειτουργία τους, ωστόσο, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα είναι ο μόνος τύπος ανεμογεννήτριας που εγκαθίσταται σε υπεράκτιες τοποθεσίες, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης αποδοτικότητάς τους. Τα βασικά πλεονεκτήματα των ανεμογεννητριών αυτού του τύπου είναι:

- i) Η κατακόρυφη συμμετρία συνεπάγεται αυτόματο προσανατολισμό του δρομέα προς τον άνεμο.
- ii) Το μηχανικό έργο μεταφέρεται μέσω του κατακόρυφου άξονα στο έδαφος όπου είναι τοποθετημένο το σύστημα μετατροπής σε άλλη μορφή ενέργειας.

iii) Απλή κατασκευή του πύργου στήριξης και γενικότερα απλούστερη κατασκευή) (www.eere.energy.gov; www.eletaen.gr).

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα (Εικόνα 3.1.3) στηρίζονται στις ιδέες του George Darrieus και τις επινοήσεις του γύρω στο 1925.



Εικόνα 3.1.3: Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα (Hau, 2005)

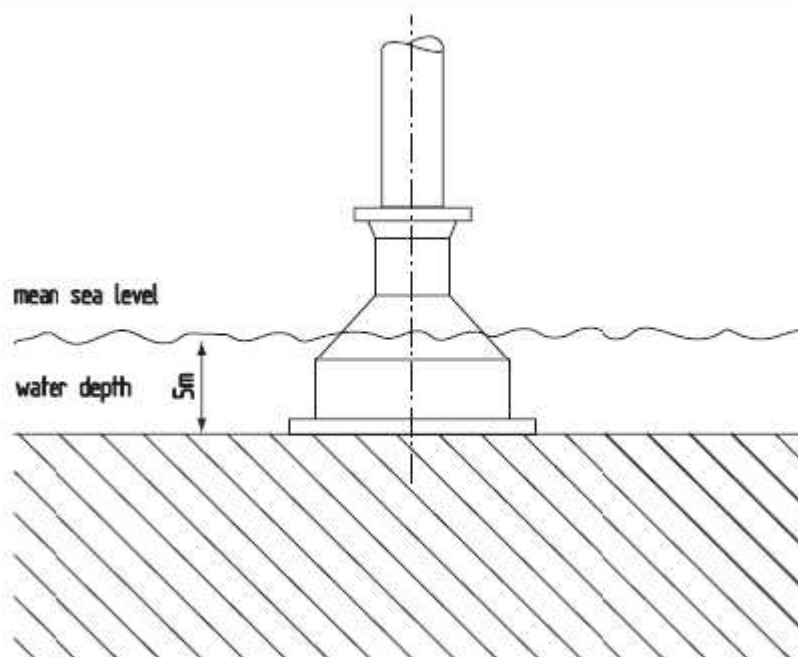
3.1.1.3 Θεμελίωση στον πυθμένα της θάλασσας

Η πλέον δύσκολη προσαρμογή που απαιτείται για την έδραση της διάταξης αφορά τη σχεδίαση του πύργου και τη θεμελίωση του στον πυθμένα της θάλασσας. Η συγκεκριμένη θεμελίωση είναι προφανώς πιο πολύπλοκη από τις αντίστοιχες της στεριάς. Σε μεγαλύτερα βάθη υδάτων, οι απαιτούμενες εργασίες σχεδιασμού και κατασκευής ενδεχομένως να οδηγήσουν σε οικονομικές αποκλίσεις της συνολικής επένδυσης. Η βασική στατική αρχή της θεμελίωσης των ανεμογεννητριών βασίζεται στο κατά πόσον μπορεί να διασφαλιστεί η σταθερότητα λόγω του μεγέθους και του βάθους των θεμελίων ή αν θα χρειαστεί να τοποθετηθούν επιπλέον ενίσχυσεις ή και αντιστηρίξεις στον πυθμένα. Γενικότερα υπάρχουν τριών ειδών θεμελιώσεις (Hau, 2005; www.offshorwindenergy.org).

➤ Θεμελίωση βασισμένη στη βαρύτητα με κιβώτιο

Αυτό το είδος της κατασκευής έχει χρησιμοποιηθεί εδώ και χρόνια για ρηχά νερά. Ένα συγκεκριμένο κιβώτιο τοποθετείται στην ακτή, συνήθως καλύπτεται από

το νερό, και αποκτά το επιθυμητό βάρος ανάλογα με το υλικό που το γεμίζουμε (άμμο ή χαλίκι) (Hau, 2005; www.offshorewindenergy.org).

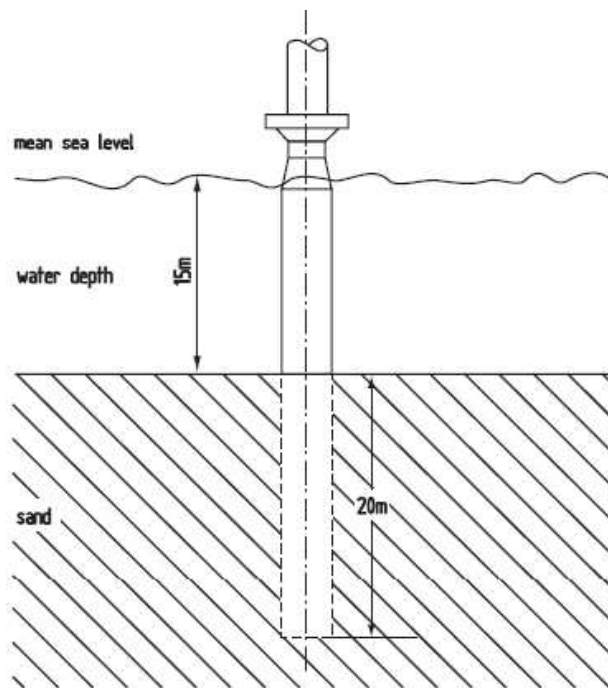


Εικόνα 3.1.4: Θεμελίωση βαρύτητας (Hau, 2005)

Η μάζα ενός τέτοιου κιβωτίου για μία ανεμογεννήτρια των 2 MW είναι περίπου 1500 τόνοι συν τη μάζα του υλικού που τοποθετείται σε αυτό. Λόγω του μεγάλου βάρους του σκυροδέματος, η χρήση των κιβωτίων χάλυβα εξετάζεται περιστασιακά. Σε θαλάσσιες περιοχές με έντονη κίνηση πάγου (Βαλτική Θάλασσα), το μέρος του πύργου που θα προεξέχει από το νερό θα πρέπει να έχει κωνικό σχήμα γιατί έχει καλύτερη αντοχή στην πίεση του πάγου. Τα κιβώτια θεμελίωσης είναι η πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση για ρηχά νερά με λίγα μέτρα βάθος. Υπάρχει επίσης ένας κανόνας που λέει ότι η μάζα, και επομένως και το κόστος, αυξάνεται σχεδόν με το τετράγωνο του βάθους του νερού. Για το λόγο αυτό, η χρήση τους περιορίζεται σε ένα μέγιστο βάθος νερού 10 μέτρων. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι ότι ο πυθμένας πρέπει να ισοπεδωθεί και πιθανώς να ενισχυθεί, δηλαδή χρειάζεται πιο εκτεταμένη υποβρύχια εργασία. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά δόνησης, αυτού του είδους η θεμελίωση είναι αρκετά δύσκαμπτη. Τέλος, μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία σε αντίθεση με τα βαθιά θεμέλια (Hau, 2005; www.offshorewindenergy.org).

➤ **Θεμελίωση μονού πυλώνα**

Αυτή η συγκριτικά απλή λύση είναι προτιμότερη οπουδήποτε οι εξωτερικές συνθήκες είναι κατάλληλες, κυρίως για λόγους κόστους. Μία τέτοια θεμελίωση δεν απαιτεί ουσιαστικά προετοιμασία του θαλάσσιου βυθού, όμως ο πυθμένας πρέπει να αποτελείται από άμμο ή χαλίκι, ώστε να αποφευχθεί η γεώτρηση, που είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Ανάλογα με το υπέδαφος ο πυλώνας από χάλυβα τοποθετείται μέσα στο έδαφος σε βάθος από 10 έως 20 μέτρα με ένα υδραυλικό σφυρί από μία πλατφόρμα. Αυτού του είδους ο εξοπλισμός πρέπει να είναι διαθέσιμος για το σκοπό αυτό. Από την πλευρά των χαρακτηριστικών δόνησης, η θεμελίωση μονού πυλώνα είναι σχετικά εύκαμπτη και έτσι αυτού του τύπου η έδραση προτείνεται για βάθος υδάτων μέχρι 25 μέτρα (Hau, 2005; www.offshorewindenergy.org).

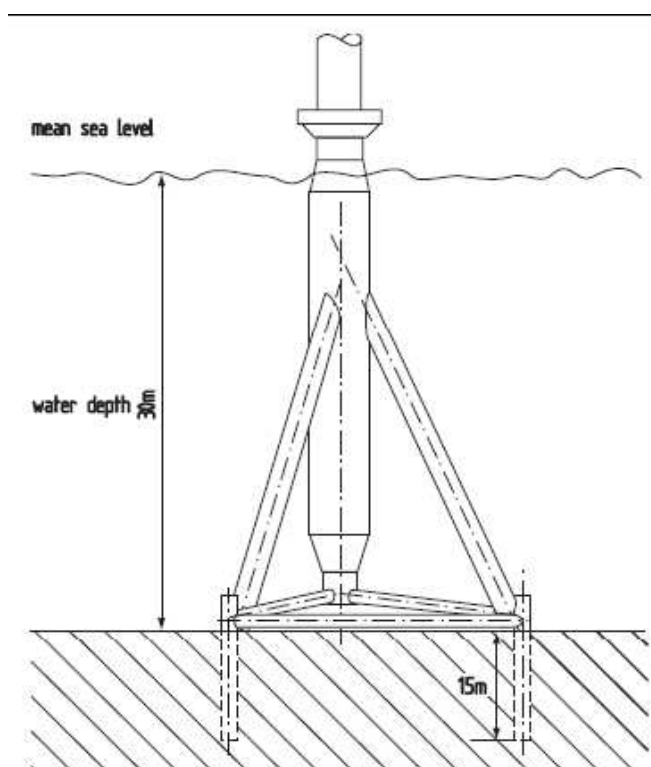


Εικόνα 3.1.5: Θεμελίωση μονού πυλώνα (Hau, 2005)

➤ **Θεμελίωση σε πολλούς πυλώνες, τρίποδο**

Ένα κεντρικός σωλήνας χάλυβα που υποστηρίζεται από τρία πόδια ονομάζεται τρίποδο (Εικόνα 3.1.6). Μία τέτοια θεμελίωση, ορισμένες φορές έχει επιπλέον στηρίγματα και μπορεί να σχεδιαστεί με ένα σχετικά μικρό βάρος και παράλληλα να έχει στιβαρή δομή. Συνεπώς είναι κατάλληλη για μεγαλύτερα βάθη. Κατά κανόνα τα τρία πόδια υποστηρίζονται στον πυθμένα από ενταφιασμένους λεπτότερους σωλήνες χάλυβα (διαμέτρου 0,9 μέτρων περίπου). Το βάθος του ενταφιασμού μπορεί να είναι μέχρι 20

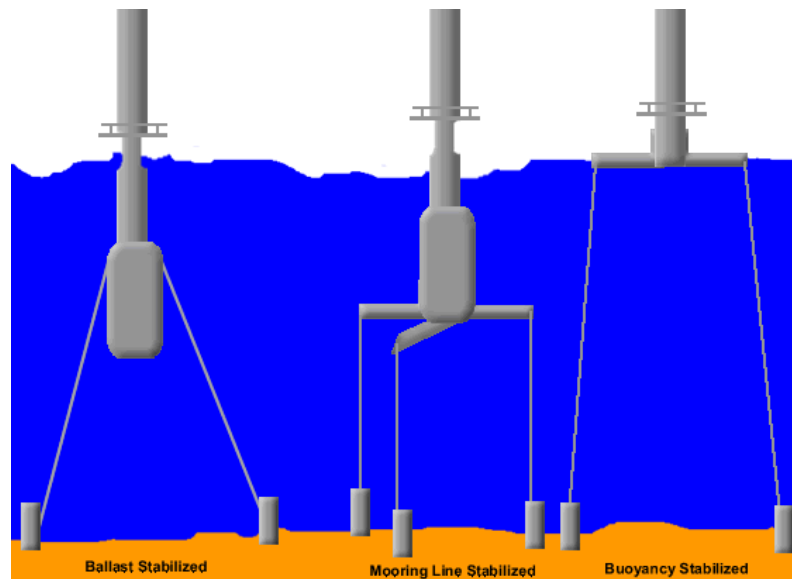
μέτρα, ανάλογα με το υπέδαφος. Η σταθερότητα είναι συνεπώς πολύ υψηλή, ακόμη και σε ανώμαλο πυθμένα. Αυτού του είδους η θεμελίωση απαιτεί προπαρασκευαστικές εργασίες στον πυθμένα. Είναι δυνατόν το τρίποδο στη βάση του να αποτελείται από θεμελίωση βαρύτητας, κάτι που αποφεύγεται λόγω υψηλού κόστους. Το βασικό μειονέκτημα του τριπόδου είναι η υψηλή δαπάνη για την κατασκευή του στη στεριά και ακολούθως η μεταφορά του. Αποτελεί όμως την καλύτερη λύση για μεγάλα βάθη (Hau, 2005; www.offshorewindenergy.org).



Εικόνα 3.1.6: Θεμελίωση με τρίποδο (Hau, 2005)

➤ Πλωτές εξέδρες

Πλωτές εξέδρες στην ανοιχτή θάλασσα προτείνονται επίσης για εγκατάσταση υπεράκτιων ανεμογεννητριών. Τέτοιες πλατφόρμες είναι αγκυροβολημένες στον πυθμένα της θάλασσας. Οι κατασκευές αυτές απαιτούνται για τη διατήρηση της ανεμογεννήτριας εντός μιας περιορισμένης περιοχής προκειμένου να παρέχεται η δυνατότητα ναυσιπλοΐας εντός της περιοχής και παράλληλα να αποφεύγονται τα ατυχήματα (Hau, 2005; www.offshorewindenergy.org).



Εικόνα 3.1.7: Πλωτές εξέδρες (offshorewind.net)

Σε μεγάλα υπεράκτια αιολικά πάρκα, η ηλεκτρική υποδομή αποτελεί ένα ανεξάρτητο και συγκριτικά πιο πολύπλοκο σύστημα από την αντίστοιχη εγκατάσταση σύνδεσης των ανεμογεννητριών στην ξηρά. Υπάρχουν τρεις πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη πολύ περισσότερο από ότι στη στεριά. Είναι η αξιοπιστία των συστημάτων, το υψηλότερο κόστος των υλικών και της εγκατάστασης στη θάλασσα καθώς και η πολύ μεγαλύτερη απόσταση για τη μεταφορά της ενέργειας με τη γη (vivliothmmy.ee.auth.gr). Οι ηλεκτρικές υποδομές μπορούν να υποδιαιρεθούν σε τέσσερις τομείς:

- Το εσωτερικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας του αιολικού πάρκου
- Ο υπεράκτιος σταθμός μετατροπής τάσης
- Το καλώδιο διασύνδεσης από τη θάλασσα στην στεριά
- Σύνδεση με το διασυνδεδεμένο δίκτυο στην στεριά.

3.2 Παλιρροιακή Ενέργεια

Η παλίρροια οφείλεται στη βαρυτική έλξη της Σελήνης αλλά και του Ήλιου πάνω στη Γη, καθώς και στην περιστροφή των ουρανίων σωμάτων, και αποτελεί το φυσικό φαινόμενο της περιοδικής ανόδου και καθόδου της στάθμης του νερού των θαλασσών. Η άνοδος της στάθμης ονομάζεται πλημμυρίδα, ενώ η κάθοδος ονομάζεται άμπωτη. Η παλιρροιακή ανύψωση και πτώση της παράκτιας θαλάσσιας στάθμης συνοδεύεται από οριζόντιες κινήσεις του θαλασσινού νερού που ονομάζονται παλιρροιακά ρεύματα (www.amscorpub.com).

Οι τεχνολογίες των παλιρροιακών ρευμάτων βασίζονται στις παλίρροιες που δημιουργούνται από τη βαρυτική έλξη της σελήνης και του ηλίου επί των θαλασσών. Η κατακράτηση χρησιμοποιεί την άνοδο και την κάθοδο της στάθμης της θάλασσας και την δυναμική ενέργεια του ύψους πτώσης των υδάτων που εγκλωβίζονται σε μια λεκάνη, ενώ το παλιρροιακό ρεύμα χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια των ρευμάτων που εισρέουν και εκρέουν από τις παλιρροιακές περιοχές.

Στα περισσότερα μέρη, οι κινήσεις των θαλάσσιων υδάτων είναι πολύ αργές και η διατιθέμενη ενέργεια δεν είναι συγκεντρωμένη για να επιτρέψει την πρακτική εκμετάλλευση της ενέργειας. Η δύναμη των θαλάσσιων ρευμάτων που δημιουργούνται από την παλίρροια διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική θέση ενός τόπου, τη μορφή της ακτογραμμής και την βαθυμετρία. Κατά μήκος ευθέων ακτογραμμών και στο μέσο των βαθέων ωκεανών, το παλιρροιακό εύρος και τα θαλάσσια ρεύματα είναι συνήθως μικρά. Γενικά, η δύναμη των ρευμάτων σχετίζεται άμεσα με το παλιρροιακό ύψος της τοποθεσίας (www.aquaret.com).

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι (www.allaboutenergy.gr).

Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν τον υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα (kre-kastor.kas.sch.gr).

Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται κυρίως σε πειραματικό στάδιο. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του, μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fundy της Νέας Σκωτίας (www.allaboutenergy.gr).

3.2.1 Τεχνολογία Συσκευών Παλιρροιακής Ενέργειας

Η διεργασία μετατροπής της ενέργειας των παλιρροιακών ρευμάτων είναι παρόμοια στις βασικές αρχές της, με τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Πολλές από τις προτεινόμενες διατάξεις μοιάζουν αρκετά με τις ανεμογεννήτριες. Οι απόψεις για το σχήμα και τη γεωμετρία καθαυτής της τεχνολογίας μετατροπής είναι αποκλίνουσες. Τα αιολικά συστήματα είναι σχεδόν εξολοκλήρου γεννήτριες οριζόντιου άξονα και πολλοί κατασκευαστές προτιμούν αυτή τη γεωμετρία για τη μετατροπή της παλιρροιακής ενέργειας. Ωστόσο, δεν έχουν απορριφθεί και τα συστήματα κατακόρυφου άξονα.

Ο μετασχηματισμός της ενέργειας μέσω ενός μετατροπέα ενέργειας παλιρροιακού ρεύματος περιλαμβάνει τρία βασικά βήματα:

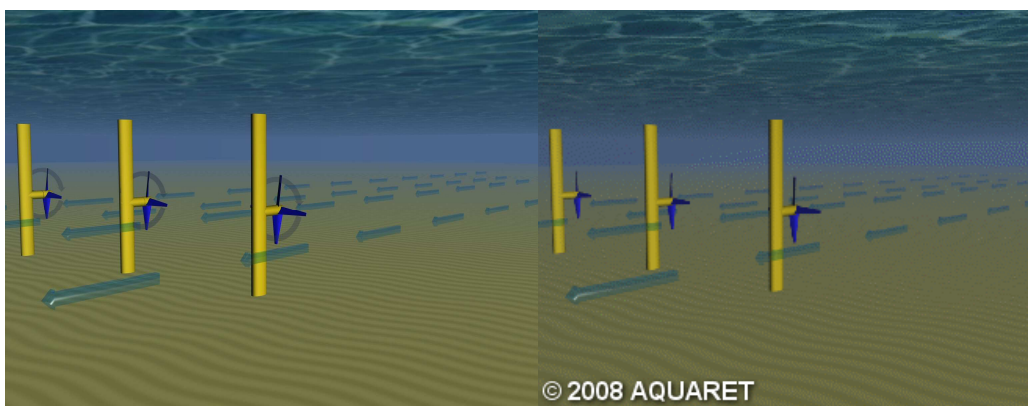
- Ο ρότορας του στροβίλου (ή οποιοσδήποτε άλλος τύπος κινητήριας μηχανής που αποσπά την ενέργεια της ροής) κινείται από το ρεύμα. Η διαδικασία αυτή μετατρέπει την ενέργεια των ρευμάτων σε περιστροφική ενέργεια του άξονα.
- Το κιβώτιο ταχυτήτων μετατρέπει τη χαμηλή ταχύτητα περιστροφής του άξονα του στροβίλου στην επιθυμητή ταχύτητα του άξονα της γεννήτριας.
- Η γεννήτρια μετατρέπει την ενέργεια του άξονα σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μεταφέρεται στην ακτή μέσω ενός υποβρύχιου καλωδίου επί του βυθού.

Ουσιαστικά, η ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό από μια διάταξη παλιρροιακού ρεύματος είναι συνάρτηση του πόρου στον οποίο αυτή είναι εγκατεστημένη (π.χ. τοπικές συνθήκες παλίρροιας), της κινητήριας μηχανής της διάταξης και του δυναμολήπτη της διάταξης (δηλ. οτιδήποτε βρίσκεται μεταξύ της κινητήριας μηχανής και των τερματικών σύνδεσης με το κεντρικό δίκτυο). Το σύστημα είναι δυναμικό και οι αλλαγές σε ένα τμήμα αυτού μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις σε κάποιο άλλο.

Οι τεχνολογίες παλιρροιακού ρεύματος σχεδιάζονται με στόχο την απόληψη της κινητικής ενέργειας των ταχέως ρεόντων υδάτων σε παλιρροιακές περιοχές (www.allaboutenergy.gr, www.aquaret.com). Η έρευνα και η ανάπτυξη σε αυτόν τον αναπτυσσόμενο τομέα οδήγησε στο σχεδιασμό αρκετών τύπων διατάξεων απόληψης αυτής της ενέργειας, οι οποίοι είναι οι εξής:

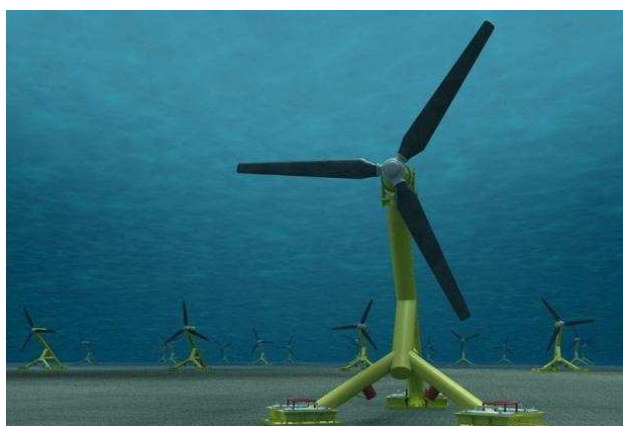
3.2.1.1 Στρόβιλος οριζόντιου άξονα

Οι παλιρροιακοί στρόβιλοι οριζόντιου άξονα λειτουργούν κατά τον ίδιο τρόπο όπως και οι συμβατικές ανεμογεννήτριες και μερικές μοιάζουν πάρα πολύ με αυτές στο σχεδιασμό τους. Ένας στρόβιλος τοποθετείται σε παλιρροιακό ρεύμα το οποίο αναγκάζει το στρόβιλο να περιστραφεί και να παράγει ηλεκτρισμό. Μερικοί στρόβιλοι μπορεί επίσης να εσωκλείονται σε αγωγό - περίβλημα για τη δημιουργία αποτελεσμάτων δευτερεύουσας ροής μέσω της συγκέντρωσης της ροής και πρόκλησης διαφορικής πίεσης (www.emec.org.uk).



Εικόνα 3.2.1: Στρόβιλος οριζόντιου άξονα (www.aquaret.com)

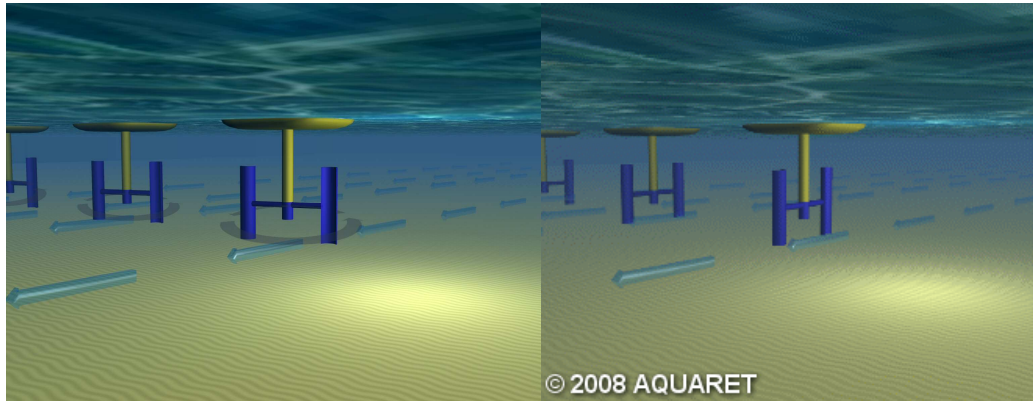
Συστήματα οριζόντιου άξονα (Εικόνα 3.2.2), έχουν βρεθεί στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος στη Μεγάλη Βρετανία και την Νορβηγία με δύο πειραματικούς στρόβιλους να έχουν τοποθετηθεί στο Lynmouth και στο Kvalsundet αντίστοιχα, εγκατεστημένης ισχύος και οι δύο 300 KW (www.eusustel.be).



Εικόνα 3.2.2: Σύστημα οριζόντιου άξονα (Hammerfest StrØm)
(www.rechargenews.com)

3.2.1.2 Στρόβιλος κατακόρυφου άξονα

Οι στρόβιλοι κατακόρυφου άξονα στηρίζονται στην ίδια αρχή με τους στροβίλους οριζόντιου άξονα, με διαφορετική όμως φορά περιστροφής. Ο στρόβιλος τοποθετείται σε παλιρροιακό ρεύμα το οποίο αναγκάζει το στρόβιλο να περιστραφεί και να παράγει ηλεκτρισμό (www.emec.org.uk).



Εικόνα 3.2.3: Στρόβιλος κατακόρυφου άξονα (www.aquaret.com)

Τα συστήματα κατακόρυφου άξονα (Εικόνα 3.2.4) έχουν βρει ιδιαίτερη απήγηση στον βορειοδυτικό Ατλαντικό Ωκεανό, όπου δοκιμάζονται σε διάφορες θέσεις, αλλά και στη γειτονική μας Ιταλία όπου με τη βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης δοκιμάστηκε ένα σύστημα κατακόρυφου άξονα ισχύος 110 KW. Μία ακόμα δοκιμή πραγματοποιήθηκε στα νησιά Σέτλαντ με ακόμα μικρότερη όμως ισχύ (www.eusustel.be).



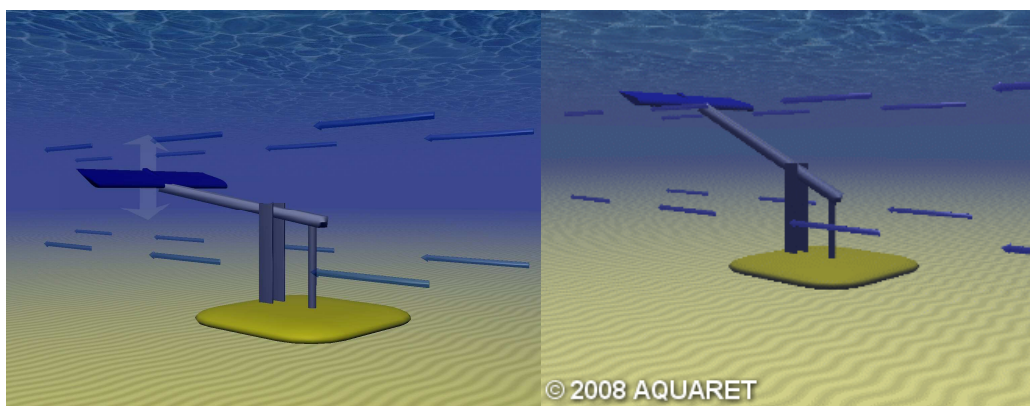
Εικόνα 3.2.4: Σύστημα κατακόρυφου άξονα (Enermar) (www.eusustel.be)

3.2.1.3

Παλινδρομικές

διατάξεις

Είναι εξοπλισμένες με υδροπτερύγια τα οποία κινούνται μπρος και πίσω στο κάθετο προς το παλιρροιακό ρεύμα επίπεδο, αντί για περιστρεφόμενα πτερύγια. Η κίνηση ταλάντωσης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού οφείλεται στην άνωση που δημιουργείται από το παλιρροιακό ρεύμα που ρέει από τις δύο πλευρές της πτέρυγας. Υπάρχει μια σχεδίαση που χρησιμοποιεί πιστόνια για την τροφοδοσία υδραυλικού κυκλώματος που κινεί ένα σύστημα υδραυλικού κινητήρα και γεννήτριας για την παραγωγή ηλεκτρισμού (www.emec.org.uk).



Εικόνα 3.2.5: Παλινδρομικές διατάξεις (www.aquaret.com)

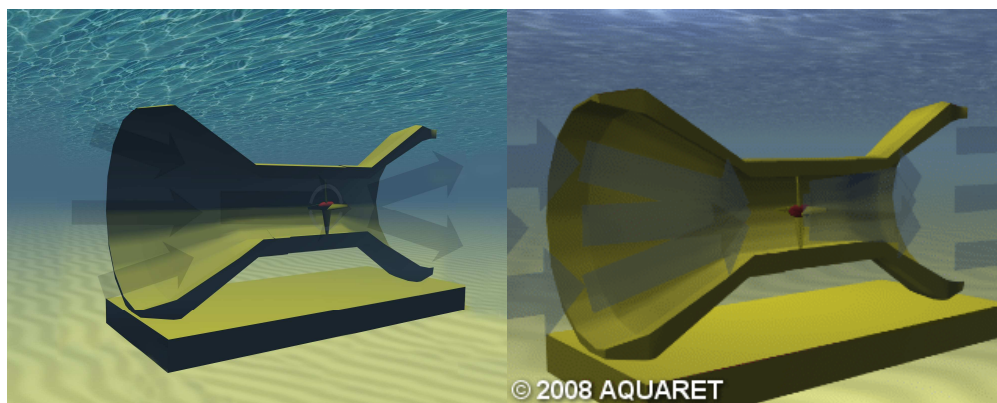
3.2.1.4

Διατάξεις

τύπου

Venturi

Η παλιρροιακή ροή οδηγείται μέσα από έναν αγωγό ο οποίος συγκεντρώνει τη ροή και δημιουργεί διαφορά πίεσης. Αυτό προκαλεί μια δευτερογενή ροή του ρευστού μέσω ενός στρόβιλου. Η προκύπτουσα ροή μπορεί να κινήσει απευθείας κάποιο στρόβιλο ή η επαγόμενη διαφορά πίεσης στο σύστημα μπορεί να κινήσει έναν αεροστρόβιλο (www.emec.org.uk).



Εικόνα 3.2.6: Διατάξεις τύπου Venturi (www.aquaret.com)

3.3 Κυματική Ενέργεια

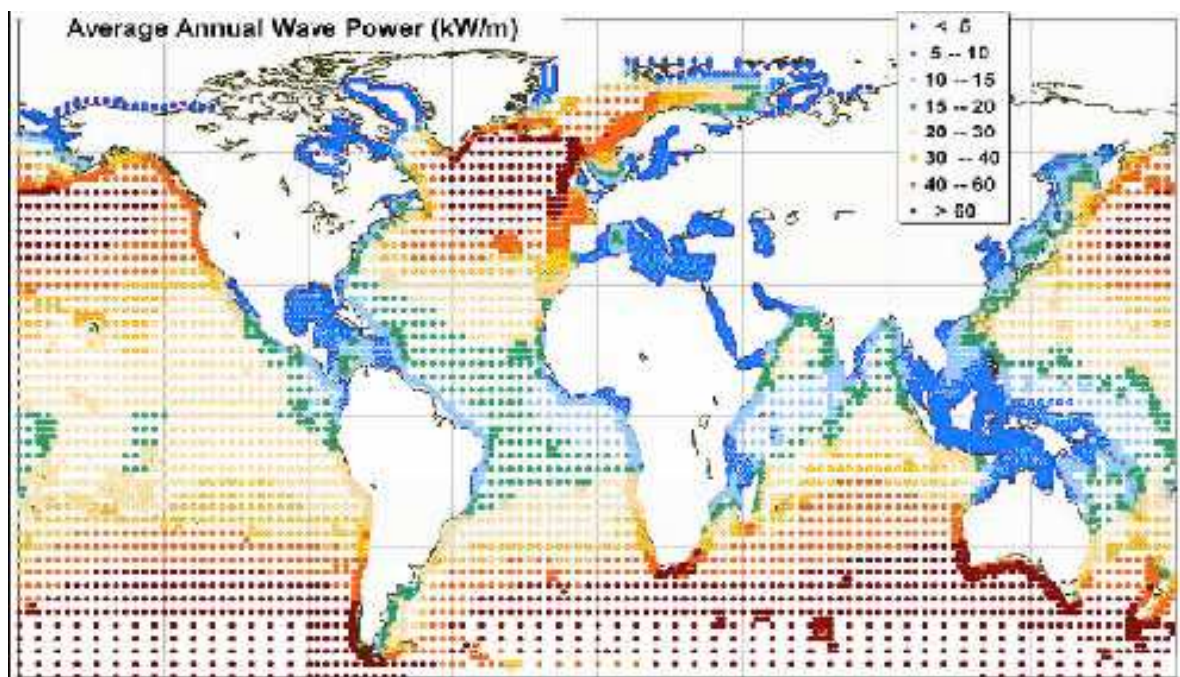
Με το όρο κυματική ενέργεια, εννοείται η ενέργεια που μεταφέρει ένα θαλάσσιο κύμα. Τα θαλάσσια κύματα περικλείουν δύο μορφές ενέργειας, την κινητική ενέργεια των μορίων του νερού, τα οποία γενικά ακολουθούν τις κυκλικές πορείες και την ενδεχόμενη ενέργεια των ανυψωμένων μορίων του νερού. Τα κύματα δημιουργούνται από τους ανέμους που πνέουν πάνω από το νερό και απαντώνται μόνο στα επιφανειακά ύδατα της θάλασσας. Το μέγεθος των κυμάτων που δημιουργούνται εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, τη διάρκειά του καθώς και την έκταση την οποία καλύπτει ο άνεμος (ανεμπόδιστη διαδρομή). Η προκύπτουσα κίνηση του νερού μεταφέρει κινητική ενέργεια η οποία μπορεί να αποσπασθεί με τη βοήθεια των κυματικών διατάξεων. Οι φυσικές παράμετροι που περιγράφουν τα κύματα είναι το ύψος και η περίοδος (ή το μήκος). Το μήκος του κύματος σχετίζεται άμεσα με την μετάδοση της ταχύτητας. Σε μια τεράστια λεκάνη, όπως είναι ο Ατλαντικός Ωκεανός, συναθροίζονται κύματα από διαφορετικές κατευθύνσεις και σχηματίζουν ομάδες οι οποίες διασχίζουν τον ωκεανό με σχεδόν καθόλου ενεργειακές απώλειες. Μεταξύ των διαφορετικών τύπων ωκεάνιων κυμάτων, τα παραγμένα από αέρα κύματα έχουν την υψηλότερη ενεργειακή συγκέντρωση (Clement et al., 2002).

Η ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού είναι, όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανεξάντλητη. Υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη μας θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Παρουσιάζει μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα. Για παράδειγμα, σε ημερήσια βάση, η ενέργεια κυματισμού ύψους 1 μέτρου μπορεί σε μέτωπο πλάτους μόλις ενός μέτρου, να ξεπεράσει τις 300 KWh. Από την ενέργεια αυτή θα μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό τουλάχιστον το 5 - 10%, περίπου 15 - 30 KWh ημερησίως. Συγκριτικά αναφέρεται ότι μία τετραμελής οικογένεια καταναλώνει κατά μέσον όρο 10 KWh ημερησίως (Λεμονής, 2002).

Το παγκόσμιο δυναμικό ανέρχεται σε 8.000 – 80.000 TWh/έτος παρόλα αυτά όμως, όπως συμβαίνει και με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, κατανέμεται άνισα ανά τον κόσμο. Αυξημένη δραστηριότητα κυμάτων βρίσκεται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30° και 60° και στα δύο ημισφαίρια, που προκαλούνται από τους επικρατούντες δυτικούς ανέμους (Westerlies) που φυσούν σε αυτές τις περιοχές (Cruz, 2008; www.cres.gr).

Ιδιαίτερα υψηλά ποσά κυματικής ενέργειας καταγράφονται κατά μήκος της δυτικής ευρωπαϊκής ακτής, στις ακτές του Καναδά και των ΗΠΑ, καθώς και στις νότιες ακτές της Αυστραλίας και της Νότιας Αμερικής. Σε αυτές τις περιοχές το κυματικό δυναμικό κυμαίνεται μεταξύ 20 – 70 KW/m μετώπου του κυματισμού. Αντίστοιχα το μέγεθος αυτό για τις ακτές των Ευρωπαϊκών χωρών της Μεσογείου είναι περίπου 4 – 11 KW/m (νοτιοδυτικό Αιγαίο).

Το συνολικά διαθέσιμο δυναμικό της κυματικής ισχύος για την περιοχή του βορειοανατολικού Ατλαντικού (συμπεριλαμβανομένης της Βόρειας Θάλασσας) είναι περίπου 290 GW, ενώ το ποσό αυτό για τη Μεσόγειο είναι 30 GW (Μαυράκος, 2007).



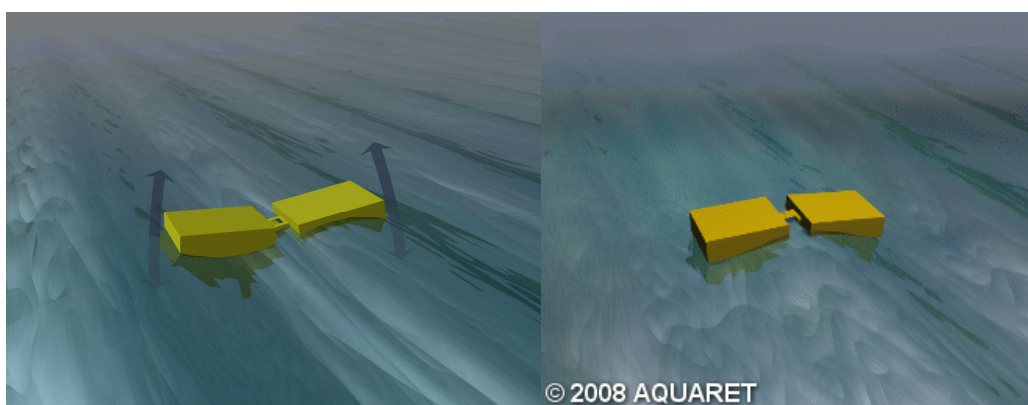
Εικόνα 3.3: Παγκόσμιο ετήσιο κυματικό δυναμικό (Μαυράκος, 2007)

3.3.1 Τεχνολογία Συσκευών Κυματικής Ενέργειας

Οι φορείς ανάπτυξης ακολουθούν διάφορους σχεδιασμούς για την απόσπαση της ενέργειας που περικλείεται στα κύματα. Οι κυματικές συσκευές κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τη θέση και το βάθος στο οποίο κατασκευάζονται για να λειτουργήσουν (επάκτια, παράκτια ή υπεράκτια) ή με τη μέθοδο που εφαρμόζεται για την απόσπαση της κυματικής ενέργειας. Η κατηγοριοποίηση των συσκευών είναι η εξής:

3.3.1.1 Εξασθενητής κυματισμών

Είναι μακρόστενη πλωτή συσκευή ευθυγραμμισμένη κάθετα προς το μέτωπο του κύματος. Η συσκευή ουσιαστικά επιπλέει επί των διερχόμενων κυμάτων και αποσπά την ενέργεια τους με την επιλεκτική δέσμευση των κινήσεων καθ' όλο της το μήκος. Ένα σημερινό παράδειγμα εξασθενητή κυματισμών είναι η συσκευή Pelamis. Προηγούμενα σχέδια ήταν η Κυματική Αντλία McCabe (θαλάσσιες δοκιμές) και η σχεδία Cockerel (στο στάδιο ανάπτυξης της ιδέας) (Kokkinowrachos, 1978).



Εικόνα 3.3.1.1: Εξασθενητής κυματισμών (www.aquaret.com)

3.3.1.1.1 Το σύστημα Pelamis

Το σύστημα Pelamis, της βρετανικής εταιρείας Pelamis Wave Power, ονομαστικής ισχύος 750 KW, έχει ήδη δοκιμασθεί και λειτουργεί με επιτυχία, και ετοιμάζεται η εγκατάσταση θαλάσσιων πάρκων που θα εκμεταλλεύονται την κυματική ενέργεια με χρήση πολλών διατάξεων Pelamis στις πορτογαλικές, σκωτσέζικες, και βρετανικές ακτές.

Οι γεννήτριες παραγωγής ενέργειας αυτού του τύπου είναι μια σειρά πλωτών συνδεδεμένων, μέσω εμβολών και αρθρώσεων, μεταξύ τους κυλίνδρων, καθεμία στο

μέγεθος ενός μικρού τραίνου, τοποθετημένες παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα στην κίνηση των κυμάτων ώστε να δημιουργούνται έντονες υψώσεις και βυθίσεις σε διαφορετικά σημεία της κάθε διάταξης, γεγονός που ενεργοποιεί την κίνηση των εμβόλων και κατά συνέπεια την παραγωγή ενέργειας. Η κάθετη στη διεύθυνση της διάταξης, ροή των κυμάτων προκαλεί συνεχής ταλάντωση, και ένα υδραυλικό σύστημα στο εσωτερικό του κάθε κυλίνδρου εκμεταλλεύεται αυτήν την κίνηση, μέσω των εμβόλων, για να παραγάγει ηλεκτρική ενέργεια. Κάθε μηχανή Pelamis έχει μήκος 170 μέτρα, πλάτος 3,5 και ζυγίζει 750 τόνους. Όταν βρίσκονται σε πλήρη λειτουργία όλες οι μηχανές, εκτιμάται ότι θα παράγουν ενέργεια που θα μπορεί να τροφοδοτεί 1.500 νοικοκυριά, ενώ στο απώτερο μέλλον σχεδιάζεται η εγκατάσταση ακόμη 25 διατάξεων Pelamis.

Η μηχανή συγκρατείται στην επιθυμητή θέση μέσω ενός συστήματος πρόσδεσης, που αποτελείται από ένα συνδυασμό από σημαδούρες και βαρίδια που προστατεύουν τα καλώδια πρόσδεσης από το να τεντωθούν και πιθανόν να κοπούν. Το σύστημα πρόσδεσης, αν και συγκρατεί το Pelamis στη θέση που πρέπει, επιτρέπει στο μηχάνημα να προσανατολίσει τη κεφαλή του προς την κατεύθυνση των κυμάτων που έρχονται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μέτρηση των επικείμενων κυματικών κορυφών (www.pelamiswave.com).



Εικόνα 3.3.1.1.1: Το σύστημα Pelamis (www.pelamiswave.com)

3.3.1.2 Σημειακός Απορροφητής (Αξονοσυμμετρικός)

Πρόκειται για πλωτή κατασκευή η οποία απορροφά την κυματική ενέργεια από κάθε διεύθυνση μέσω των κινήσεών της στην επιφάνεια των υδάτων ή κοντά σε αυτή. Έχει μικρές διαστάσεις σε σχέση με το τυπικό μήκος κύματος, με διάμετρο συνήθως της τάξης των λίγων μέτρων. Το χαρακτηριστικό της σημειακής απορρόφησης σημαίνει βασικά την ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας μιας θαλάσσιας περιοχής μεγαλύτερης από τις διαστάσεις της συσκευής. Σε σχέση με το ουσιαστικά ίδιο φαινόμενο που παρουσιάζεται στα ραδιοκύματα (π.χ. ακουστικά), το φαινόμενο αυτό καλείται «φαινόμενο κεραίας». Οι σχεδιασμοί τύπου σημαδούρας, για παράδειγμα, ενεργούν ως σημειακοί απορροφητές. Τυπικά, όχι όμως κι απαραίτητα, οι πλωτοί αυτοί σχεδιασμοί είναι αξονοσυμμετρικοί. Σημερινά παραδείγματα στην κατηγορία αυτή είναι οι συσκευές Wavebob, OPT PowerBuoy και Aquabuoy. Ωστόσο, παράδειγμα μη αξονοσυμμετρικού σημειακού απορροφητή, με σχεδόν παρόμοια χαρακτηριστικά, είναι και η SeaREV. Οι πλωτές κατασκευές OWC (OEBuoy, Sperboy, MRC) έχουν κι αυτές χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης, αλλά εξετάζονται συνήθως στην κατηγορία των OWC (www.wwf.org.uk).

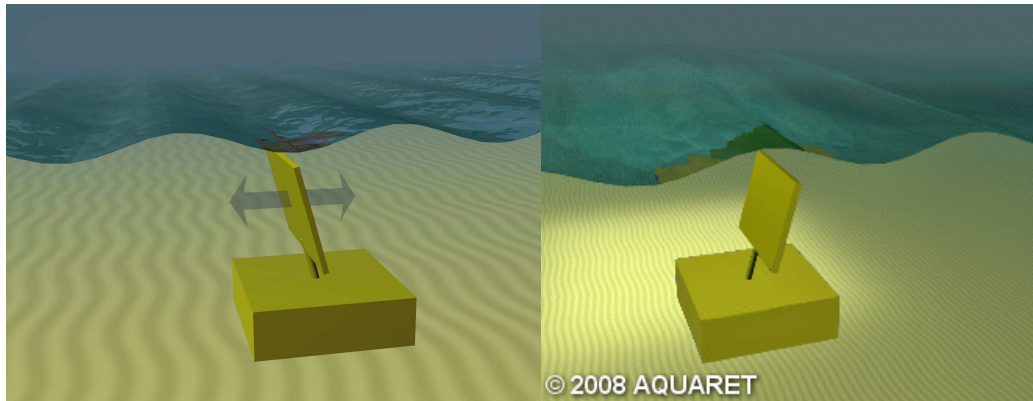


Εικόνα 3.3.1.2: Σημειακός Απορροφητής (Αξονοσυμμετρικός) (www.aquaret.com)

3.3.1.3 Παλλόμενοι μετατροπείς των κυματικών κλυδωνισμών (OWSC)

Ουσιαστικά πρόκειται για συλλέκτη κοντά στην επιφάνεια, ο οποίος εδράζεται πάνω σε περιστρεφόμενο βραχίονα που είναι αγκυρωμένος κοντά στον πυθμένα. Ο βραχίονας ταλαντεύεται ως ανάστροφο εκκρεμές λόγω της κίνησης των σωματιδίων του νερού των κυμάτων. Σημερινά παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι η υποβρύχια συσκευή Waveroller και το διατρητικό επιφάνειας Oyster. Ένας

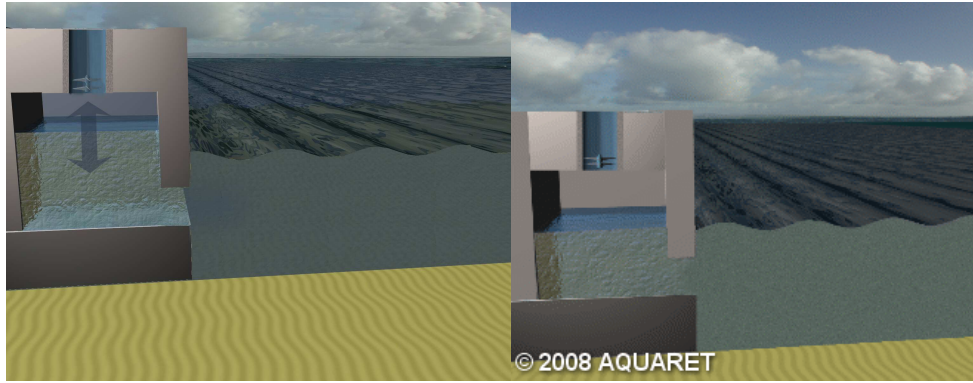
προηγούμενος τύπος της συσκευής αυτής, το Ιαπωνικό Εκκρεμές, είχε το αγκυρωμένο κοντά στην επιφάνεια πτερύγιο να κρέμεται προς τα κάτω και να εισέρχεται μέσα στον υδατοστεγή θάλαμο (www.aquamarinepower.com).



Εικόνα 3.3.1.3: Παλλόμενοι μετατροπείς των κυματικών κλυδωνισμών
(www.aquaret.com)

3.3.1.4 Παλλόμενη υδάτινη στήλη (OWC)

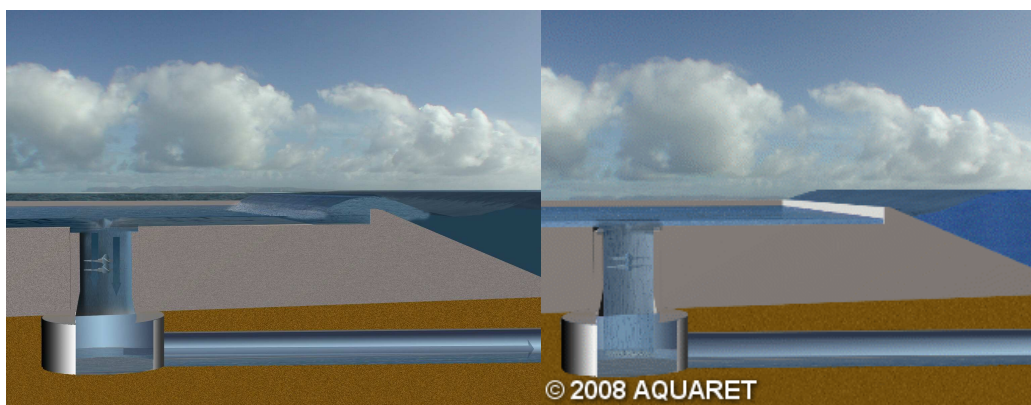
Είναι μερικώς υποβρύχια κοίλη κατασκευή η οποία έχει ένα άνοιγμα στη θάλασσα κάτω από την επιφάνεια των υδάτων ώστε να εγκλωβίζει αέρα πάνω από την υδάτινη στήλη. Τα κύματα προκαλούν το σκαμπανέβασμα της στήλης, που ενεργεί ως έμβολο που συμπιέζει και αποσυμπιέζει τον αέρα. Ο αέρας διέρχεται μέσα από αεροστρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας. Όταν σχεδιάζονται σωστά για την επικρατούσα κατάσταση θαλάσσης, οι OWC ρυθμίζονται κατάλληλα για το επικείμενο μήκος κύματος ώστε να υπάρχει συντονισμός τους. Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές OWC μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικές και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Ειδική περίπτωση της κατηγορίας αυτής είναι η πλωτή συσκευή OWC. Μεταξύ των προτεινόμενων σήμερα συσκευών είναι η Sperboy, η MRC και η τύπου αγωγού Οπίσθιας Κλίσης OE Buoy. Οι κλασσικές OWC είναι επάκτιες συσκευές που κατασκευάζονται επί της ακτής (Pico OWC, Limpet OWC) ή ενσωματώνονται σε κυματοθραύστες (Mutriko OWC) (Meisen & Loiseau, 2009).



Εικόνα 3.3.1.4: Παλλόμενη υδάτινη στήλη (www.aquaret.com)

3.3.1.5 Συσκευή υπερακόντισης

Η συσκευή αποτελείται από ένα τοίχωμα επάνω στο οποίο σπάνε τα κύματα και το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης. Τα προσκρούοντα κύματα δημιουργούν ένα ύψος πτώσης το οποίο ελευθερώνεται πίσω στη θάλασσα μέσω συμβατικών στροβίλων χαμηλής πίεσης που είναι εγκατεστημένοι στον πυθμένα της δεξαμενής. Η συσκευή υπερακόντισης μπορεί να κάνει χρήση συλλεκτών για την συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας. Οι συσκευές υπερακόντισης είναι συνήθως μεγάλες κατασκευές λόγω του απαιτούμενου χώρου για τη δεξαμενή, η οποία χρειάζεται να εξασφαλίζει μια ελάχιστη χωρητικότητα αποθήκευσης. Οι συσκευές μπορεί να είναι πλωτές, όπως η Wave Dragon, που επί του παρόντος είναι ο μεγαλύτερος μετατροπέας κυματικής ενέργειας που αναπτύσσεται, ή σταθερές κατασκευές στη στεριά όπως η SSG (ενσωματώνεται σε κυματοθραύστη). Παράδειγμα πρώιμης συσκευής υπερακόντισης είναι η συσκευή TAPChan στο Toftestallen της Νορβηγίας, όπου ένας αγωγός με σταδιακή μείωση της διαμέτρου του προκαλούσε την υπερχειλίση του νερού σε μία επίγεια δεξαμενή (www.wwf.org.uk).



Εικόνα 3.3.1.5: Συσκευή υπερακόντισης (www.aquaret.com)

3.3.1.5.1 Το σύστημα Wave Dragon

Το σύστημα αυτό είναι πλωτό και κάνει χρήση μεγάλης θαλάσσιας επιφάνειας. Τα κύματα εγκλωβίζονται από δύο πλωτές πλατφόρμες από μπετόν τοποθετημένες η μία απέναντι από την άλλη σε απόσταση 227 μέτρων. Η πλωτή δεξαμενή στην οποία καταλήγει το κύμα καταλαμβάνει όγκο χωρητικότητας 2.600 κυβικών μέτρων. Το νερό εισέρχεται στην πλωτή δεξαμενή και κινεί τις τουρμπίνες με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Το σύστημα αυτό είναι το μοναδικό πρόγραμμα της Δανίας που συμμετέχει στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Κυματικής Ενέργειας (www.wavedragon.net).

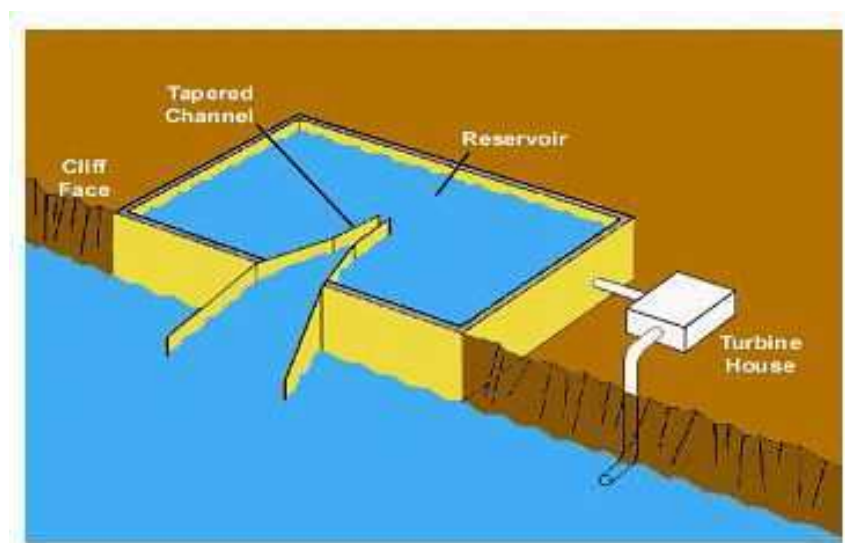


Εικόνα 3.3.1.5.1: Το σύστημα Wave Dragon (Corona & Kofoed, 2005)

3.3.1.5.2 Το σύστημα TAPCHAN

Ένα σημαντικό σύστημα είναι το λεγόμενο TAPCHAN (Tapered channel systems). Πρόκειται δηλαδή για σύστημα με χρήση βαθμιαίων καναλιών σε δεξαμενή. Καθώς το νερό εισέρχεται στην δεξαμενή τα κανάλια συμβάλουν στην αύξηση του ύψους των κυμάτων και στην συνέχεια κινούν έναν άξονα τοποθετημένο παράλληλα σε αυτά. Η κίνηση του άξονα μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και στην συνέχεια την διοχετεύει σε ηλεκτρικό δίκτυο ή αποθηκεύεται σε μπαταρίες. Η ιδέα του συστήματος αυτού υιοθετεί αρχές παραδοσιακού υδροηλεκτρικού συστήματος, συλλέγει νερό, αποθηκεύει νερό και μετατρέπει αυτό μέσω της κίνησης σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα συστήματα αυτά έχουν χαμηλό κόστος συντήρησης, μεγάλη αξιοπιστία και επιπρόσθετα η δεξαμενή έχει την δυνατότητα να παράγει ενέργεια όταν απαιτηθεί κάτι που δύσκολα επιτυγχάνεται με άλλα συστήματα. Δυστυχώς όμως τα συστήματα τύπου TAPCHAN δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογή σε όλες τις παράκτιες περιοχές. Ιδανικές περιοχές είναι εκείνες με σταθερό ρυθμό κυμάτων, με καλό μέσο ποσό κυματικής ενέργειας και με ύψος

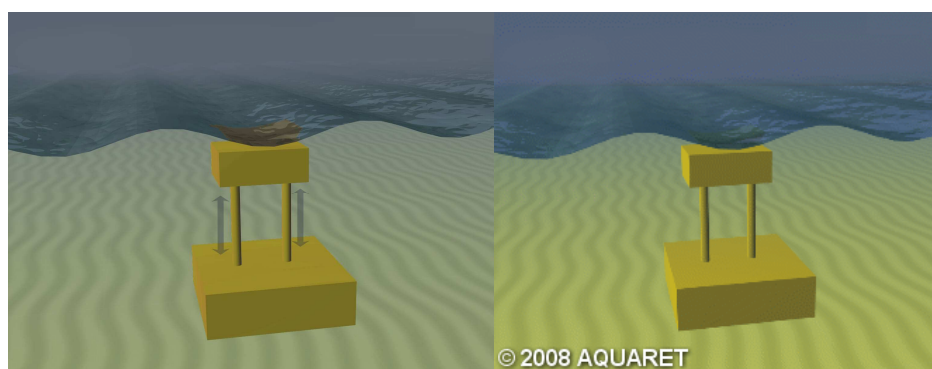
κυμάτων μικρότερο του 1 μέτρου, καθώς και παράκτιες περιοχές με βαθιά νερά και έκταση για την εγκατάσταση δεξαμενής (www.ocean-energy-systems.org).



Εικόνα 3.3.1.5.2: Το σύστημα TAPCHAN (www.eepe.murdoch.edu.au)

3.3.1.6 Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης

Βυθιζόμενη συσκευή που συνήθως εγκαθίσταται κοντά στην ακτή και προσαρτάται στον πυθμένα. Η κίνηση των κυμάτων προκαλεί την άνοδο και την πτώση της στάθμης της θάλασσας πάνω από τη συσκευή, πράγμα που δημιουργεί μια διαφορά πίεσης η οποία αναγκάζει τη συσκευή να ανεβοκατεβαίνει με τα κύματα. Όταν σχεδιαστεί σωστά για την συγκεκριμένη κατάσταση της θάλασσας, η κατηγορία αυτή διαθέτει και αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Ένα καλό παράδειγμα υλοποίησης της σχεδίασης αυτής μέχρι σήμερα είναι η AWS (Archimedes Wave Swing), η οποία έχει και αυτή καλά χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. Μια ακόμα συσκευή που μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στην κατηγορία αυτή είναι η Waverotor (Barstow et al., 2008).



Εικόνα 3.3.1.6: Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης (www.aquaret.com)

4. ΘΑΛΑΣΣΑ

Με την ευρύτερη έννοιά του, ο όρος θάλασσα περιλαμβάνει το σύνολο των αλμυρών τμημάτων της υδρόσφαιρας, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους και καλύπτουν περίπου το 71% της επιφάνειας της Γης. Με την γεωγραφική έννοια ο όρος αναφέρεται σε σχετικά περιορισμένες εκτάσεις που περιβάλλονται από την ξηρά (π.χ. Μεσόγειος θάλασσα), σε αντίθεση με τον ανοικτό ωκεανό (Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999). Περίπου το 80% της επιφάνειας του Νότιου Ημισφαιρίου καλύπτεται από ωκεανούς, ενώ στο Βόρειο Ημισφαίριο οι ωκεανοί αποτελούν το 61%. Οι περισσότεροι ωκεανοί είναι βαθείς και υπολογίζεται ότι το 84% του πυθμένα των ωκεανών βρίσκεται σε βάθη μεγαλύτερα από 2.000 μέτρα. Το μέσο βάθος των ωκεανών είναι 3.865 m ενώ μερικοί τάφροι φθάνουν σε βάθος 11.000 m περίπου (Τσιμενίδης, 2000).

4.1 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά

Κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η μορφή των θαλασσών άλλαξε επανειλημμένα καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζονταν στο σχήμα που του επέβαλε η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων. Η μετατόπιση αυτή ξεκινώντας από μια ενιαία ήπειρο, 200 εκατομμύρια χρόνια πριν, την Παγγαία και μια ενιαία θάλασσα, την Πανθάλασσα, οδήγησε στην σημερινή μορφή των ωκεάνιων λεκανών (Λουκύδη, 2005).

Η θαλάσσια λεκάνη είναι ο τελικός αποδέκτης των υλικών αποσάθρωσης των ορυκτών, των πετρωμάτων, των εδαφών και των ιζημάτων που μεταφέρονται μέσω των ποταμών και των υδατορευμάτων. Η διεργασία η οποία περιλαμβάνει την μεταφορά των υλικών αποσάθρωσης, την αλλαγή της χημικής και ορυκτολογικής τους σύστασης, την απόθεσή τους στην θαλάσσια λεκάνη καθώς και την διαγένεσή τους, ονομάζεται ιζηματογένεση. Η μελέτη των παλαιότερων θαλάσσιων ιζημάτων δίνει πληροφορίες για τις διεργασίες ιζηματογένεσης και βοηθά στην ορθή ερμηνεία των περιβαλλόντων του παρελθόντος, ενώ η μελέτη των σύγχρονων (επιφανειακών) ιζημάτων δίνει πολύτιμες πληροφορίες για τις ανθρωπογενείς επιδράσεις (Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

4.2 Φυσικά Χαρακτηριστικά

4.2.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία των θαλασσών εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των παραγόντων που προκαλούν τη θέρμανση και την ψύξη των θαλασσών. Ο κυριότερος παράγοντας θέρμανσης είναι η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το νερό κατά 99%. Πρώτα απορροφώνται τα μεγάλα μήκη κύματος, ενώ τα μικρά πηγαίνουν πιο βαθιά. Μόνο το επιφανειακό νερό θερμαίνεται άμεσα. Τα κατώτερα στρώματα θερμαίνονται μόνο με μεταφορά ή με ρεύματα (Γκιώκας, 2000). Δευτερεύοντες παράγοντες είναι η μεταφορά της θερμότητας της γήινης σφαίρας από τον φλοιό της γης, η ηφαιστειακή υποθαλάσσια ενέργεια, διάφορες εξωθερμικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην θάλασσα καθώς και η θερμότητα που εκλύεται από την τριβή που δημιουργείται κατά την κίνηση των θαλάσσιων μαζών.

Σε αντίθεση, οι κυριότεροι παράγοντες ψύξης είναι η εξάτμιση από την επιφάνεια της θάλασσας με την οποία επιτυγχάνεται η μεταφορά της θερμότητας που χάνεται κατά 80 – 90% και η ακτινοβολία από την επιφάνεια της θάλασσας προς την ατμόσφαιρα. Πρόκειται κυρίως για την υπέρυθρη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (Τσιμενίδης, 2000).

Στη θάλασσα η θερμοκρασία σπανίως διαφέρει, από τόπο σε τόπο, περισσότερο από 30° C. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εντοπίζονται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 200 μέτρα εμφανίζεται θερμοκρασιακή ομοιομορφία, χαρακτηριστική για κάθε θαλάσσια λεκάνη (π.χ. στο βυθό της Μεσογείου η θερμοκρασία είναι παντού μεταξύ 13 και 14 βαθμών Κελσίου). Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία εμφανίζεται μια μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της θερμοκρασίας που λέγεται θερμοκλινές (publishing.cdlib.org).

Ο παγκόσμιος ωκεανός δρα όχι μόνο σαν θερμορυθμιστής, αλλά και σαν γιγάντια θερμική αντλία, που μεταφέρει προς τους Πόλους τεράστια ποσά θερμικής ενέργειας από τις περιοχές που βρίσκονται μεταξύ των Τροπικών. Ταυτόχρονα, στα βαθύτερα στρώματα συμβαίνει μετακίνηση ψυχρών ρευμάτων από τους Πόλους προς τους Τροπικούς (Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

4.2.2 Πυκνότητα

Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την κίνηση των θαλάσσιων μαζών και την κατακόρυφη ισορροπία της στήλης του νερού. Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού είναι συνάρτηση τριών μεταβλητών: της θερμοκρασίας, της πίεσης και της αλατότητας. Συγκεκριμένα, αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας και της πίεσης, ενώ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική πυκνότητα εμφανίζεται μια μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της πυκνότητας που λέγεται πυκνοκλινές (www.geo.auth.gr).

Ενώ το καθαρό νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα στους 4° C, το θαλάσσιο νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα σε χαμηλότερη θερμοκρασία, που εξαρτάται από την αλατότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλατότητα τόσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία η πυκνότητα γίνεται μέγιστη (Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

4.2.3 Χρώμα

Το χρώμα του θαλάσσιου νερού είναι το αποτέλεσμα της φασματικής κατανομής της εξασθένησης που υφίσταται μια δέσμη φωτός όταν εισχωρεί στο θαλάσσιο νερό. Η εξασθένηση εκφράζει το άθροισμα της απορρόφησης και της σκέδασης. Η εξασθένηση του φωτός στην θάλασσα οφείλεται στο ίδιο το νερό, τα διαλυμένα άλατα, τα διαλυμένα οργανικά συστατικά και τα αιωρούμενα σωματίδια. Η απορρόφηση και η σκέδαση είναι γενικά εντονότερες στα μικρά μήκη κύματος. Η θάλασσα φαίνεται γαλάζια όταν το νερό είναι καθαρό και πρασινίζει ή κιτρινίζει όταν το νερό γίνεται πλούσιο σε διαλυμένες ουσίες και αιωρούμενα σωματίδια (ανόργανα υλικά ή μικροσκοπικοί οργανισμοί) (Τσιμενίδης, 2000, Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999). Πιο συγκεκριμένα, όταν το θαλασσινό νερό περιέχει φυτοπλαγκτόν, τότε η χλωροφύλλη που περιέχει απορροφά έντονα το κυανό χρώμα και ανακλά (απορροφά ελάχιστα) το πράσινο, με αποτέλεσμα να προσδίδει στο θαλασσινό νερό ένα κυανό-πράσινο έως πράσινο χρώμα, ανάλογα με τη συγκέντρωση του φυτοπλαγκτόν. Όταν το θαλασσινό νερό είναι πλούσιο σε διαλυμένες οργανικές ουσίες, αυτές επιλεκτικά απορροφούν έντονα το κυανό και πράσινο και ανακλούν το κίτρινο, με αποτέλεσμα να προσδίδουν στη θάλασσα ένα κίτρινο-πράσινο έως κίτρινο-φαιό χρώμα. Όταν το θαλασσινό νερό είναι πλούσιο σε

ανόργανο αιωρούμενο υλικό όπως ιλύς και άργιλος, τότε αυτά επηρεάζουν το χρώμα του θαλασσινού νερού προσδίδοντάς του το δικό τους χρώμα (Παπαθεοδώρου, 2011).

4.3 Χημικά Χαρακτηριστικά

4.3.1 Χημικές Ιδιότητες του Θαλασσινού Νερού

Η θάλασσα κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου δεν άλλαξε μόνον ως προς την μορφή, αλλά και ως προς την χημική της σύσταση. Ο αρχέγονος ωκεανός δημιουργήθηκε όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης έπεσε κάτω από το σημείο ζέσεως του νερού. Με την εμφάνιση του πρώτου ωκεανού άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα θαλάσσια ιζήματα και ιζηματογενή πετρώματα. Η μελέτη αυτών των πετρωμάτων δείχνει ότι μέχρι πριν 1,5 - 2 δισεκατομμύρια χρόνια, η χημική σύσταση της θάλασσας ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή. Μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου, που ήταν τότε πολύ μικρότερη από τη σημερινή. Με τη σταδιακή ανάπτυξη των φυτών (αρχικά μόνο θαλάσσιων και αργότερα χερσαίων) οι ποσότητες του παραγόμενου οξυγόνου αυξήθηκαν. Η σημερινή σύσταση του θαλάσσιου νερού προέρχεται από την παγίωση μιας δυναμικής ισορροπίας, ανάμεσα στο ποσό των διαλυτών συστατικών που προστίθενται στη θαλάσσια μάζα από την ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα και σε αυτά που απομακρύνονται από τη θάλασσα, μέσω της ενσωμάτωσής τους στα ιζήματα των βυθών ή μέσω της επιστροφής τους στην ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα (Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

4.3.2 Συστατικά του Θαλασσινού νερού

Το θαλασσινό νερό είναι διάλυμα μιας μεγάλης ποικιλίας χημικών στοιχείων. Παρά το γεγονός ότι τα βασικά χημικά χαρακτηριστικά του θαλασσινού νερού είναι συγκριτικά σταθερά, οι φυσικές του ιδιότητες δεν είναι σταθερές. Ειδικότερα μεταβάλλονται σε όλες τις διαστάσεις, γεωγραφικά και ως συνάρτηση των ρευμάτων και της διαφοροποίησης των μαζών του νερού, ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του.

Το θαλασσινό νερό είναι ένα πλήρες χημικό μέσον για τη ζωή δεδομένου ότι περιέχει όλες τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και τη διατήρηση των ιστών φυτών και ζώων. Τα στοιχεία Mg και Ca καθώς και το ανθρακικό και πυριτικό οξύ είναι σπουδαία συστατικά των σκληρών σκελετικών μερών των θαλάσσιων οργανισμών. Τα νιτρικά και φωσφορικά άλατα, είναι απαραίτητα για την σύνθεση οργανικού υλικού από τα φυτά.

Τα περισσότερα από τα πλέον άφθονα ιόντα που αναφέρονται στον Πίνακα 4.3, είναι σπουδαία συστατικά των υγρών του σώματος όλων των θαλασσιών οργανισμών (ζώα και φυτά) (Τσιμενίδης, 2000). Περίπου 3,5% του θαλασσινού νερού συνίσταται από διαλυμένες ορυκτές ουσίες. Το άλλο 96,5% είναι καθαρό νερό (Λουκύδη, 2005). Ίχνη, πιθανώς από όλα τα υπάρχοντα στον πλανήτη μας φυσικά υλικά υπάρχουν στο θαλασσίνο νερό. Τα υλικά αυτά μπορούν να διαιρεθούν σε 3 γενικές κατηγορίες:

(α) Ανόργανες ουσίες, αναφερόμενες συνήθως ως άλατα, που περιλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών.

(β) Διαλυμένα αέρια και

(γ) Οργανικά στοιχεία προερχόμενα συνήθως από ζωντανούς οργανισμούς. Στοιχεία αυτής της κατηγορίας είναι διαλυμένα στο θαλασσίνο νερό και περιλαμβάνουν λίπη, έλαια, υδρογονάνθρακες, βιταμίνες, αμινοξέα, πρωτεΐνες και άλλες ουσίες. (Τσιμενίδης, 2000).

Πίνακας 4.3 : Κύρια και δευτερεύοντα συστατικά θαλασσινού νερού αλατότητας 35‰, (Murray, 2004; Τσιμενίδης, 2000)

Συστατικό	Σύμβολο	Συγκέντρωση (%)	Κατηγορία
Χλωρίου	Cl ⁻	19.353	Κύριο συστατικό
Νατρίου	Na ⁺	10.760	
Θεικού οξέος	SO ₄ ⁻²	2.712	
Μαγνησίου	Mg ⁺²	1.294	
Ασβεστίου	Ca ⁺²	0.413	
Καλίου	K ⁺	0.387	
Ανθρακικού οξέος	HCO ₃ ⁻	0.142	
Βρωμίου	Br ⁻	0.067	Δευτερεύον
Βορικού οξέος	H ₃ BO ₃	0.027	
Στροντίου	Sr ⁺²	0.008	
Φθορίου	F ⁻	0.001	
Υδροξείδιο πυριτίου	Si(OH) ₄	0.001	

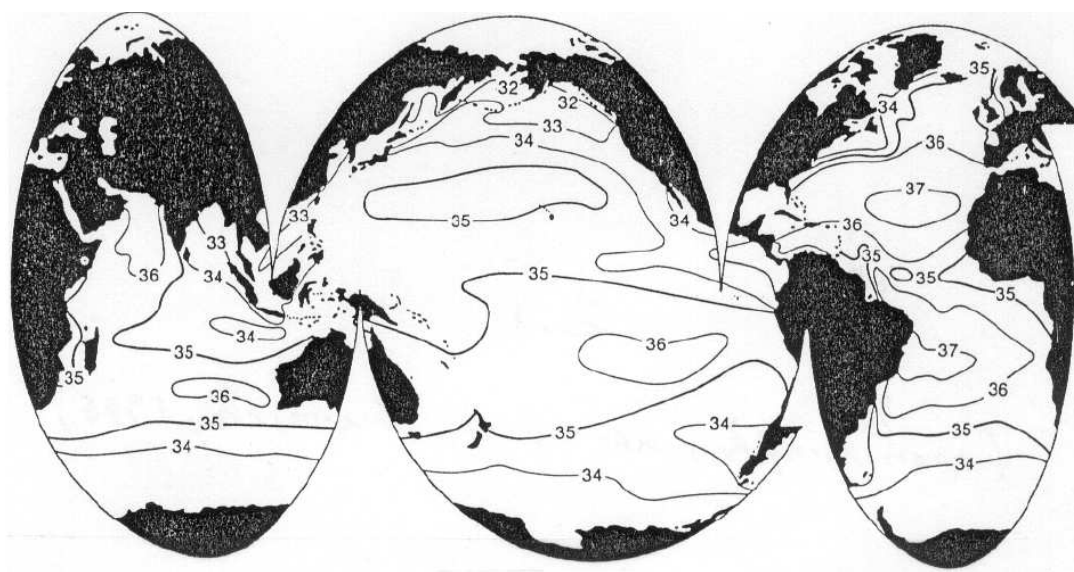
4.3.3 Ανόργανες ουσίες - Διαλυμένα άλατα

Το θαλασσίνο νερό είναι ένα υγρό που περιέχει σε διάλυση τα περισσότερα από τα χημικά στοιχεία. Κατά μέσο όρο τα διαλυμένα στοιχεία αποτελούν το 35% του θαλασσινού νερού. Λόγω της διαλυτικής ικανότητας του νερού τα άλατα που περιέχονται σε αυτό βρίσκονται με τη μορφή ιόντων (Παπαθεοδώρου, 2011). Τα άλατα αποτελούν το κύριο τμήμα των υλικών που είναι διαλυμένα στο θαλασσίνο

νερό. Τα κύρια ανόργανα συστατικά του θαλάσσιου νερού είναι τα ιόντα χλωρίου, νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Τα ιόντα νατρίου και χλωρίου αντιπροσωπεύουν πάνω από το 85% του συνολικού βάρους των διαλυμένων αλάτων. Μια ειδική κατηγορία ανόργανων αλάτων είναι τα άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου, γνωστά ως θρεπτικά άλατα (Murray, 2004; Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

Η συνολική ποσότητα των διαλυμένων αλάτων στο θαλασσινό νερό καλείται αλατότητα και εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις χιλίοις (‰). Η μέση αλατότητα του θαλασσινού νερού είναι περίπου 35‰. Οι τιμές αλατότητας κυμαίνονται από σχεδόν μηδέν, κοντά στις εκβολές των ποταμών, μέχρι 40‰ σε μερικές περιοχές, όπως είναι η Ερυθρά Θάλασσα (Τσιμενίδης, 2000 Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

Η αλατότητα μεταβάλλεται με διαδικασίες οι οποίες προσθέτουν ή αφαιρούν άλατα ή νερό από την θάλασσα. Οι πρωταρχικοί μηχανισμοί προσθήκης ή αφαίρεσης αλάτων και νερού είναι η εξάτμιση, η βροχή, η εκβολή υδάτων ποταμών, η πήξη του νερού και η τήξη των θαλασσινών πάγων (Τσιμενίδης, 2000).



Εικόνα 4.3: Γεωγραφικές μεταβολές της επιφανειακής αλατότητας των ωκεανών (‰), (Τσιμενίδης, 2000).

4.3.4 Διαλυμένα αέρια

Επειδή η θάλασσα βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με την ατμόσφαιρα, τα αέρια υπάρχουν και στο θαλάσσιο νερό, σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από τη διαλυτότητά τους, καθώς και από τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν. Τα κυριότερα, από άποψη συγκέντρωσης αλλά και σπουδαιότητας, για την πλειονότητα των διεργασιών που λαβαίνουν χώρα στο θαλάσσιο οικοσύστημα είναι το οξυγόνο (O_2), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το άζωτο (N_2). Το οξυγόνο προέρχεται από την ατμόσφαιρα και από τα θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Σε μερικές θάλασσες που είναι σχεδόν κλειστές, δηλαδή απομονωμένες από τον παγκόσμιο ωκεανό, το οξυγόνο απουσιάζει τελείως από τα ακίνητα νερά του βυθού (π.χ. Μαύρη θάλασσα). Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει ανάμιξη των ανώτερων με τα κατώτερα στρώματα, ενώ λόγω απουσίας οξυγόνου αναπτύσσονται αναερόβια βακτήρια που παράγουν υδρόθειο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ευδιάλυτο στο θαλάσσιο νερό και προέρχεται είτε από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας είτε από εκείνο που παράγεται από την αναπνοή των οργανισμών. Συμμετέχει σε πολύπλοκο σύστημα αντιδράσεων προσδίδοντας στη θάλασσα ιδιότητες ρυθμιστικού διαλύματος. Πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου, με το οποίο κατασκευάζουν τα κελύφη τους. Τα κελύφη αυτά, μετά τον θάνατο των οργανισμών συσσωρεύονται στο βυθό και σχηματίζουν βιογενή ασβεστολιθικά ιζήματα. Τα ποσά του καθαρού αζώτου στο θαλασσινό νερό κυμαίνονται μεταξύ 8,4 και 14,5 ml/L. Είναι γνωστό ότι υπάρχουν στη θάλασσα βακτήρια που παράγουν άζωτο, οι ποσότητες όμως που παράγονται με την δραστηριότητα αυτή είναι πολύ μικρές. Υπάρχει επίσης κάποια επιστροφή αζώτου από τους ωκεανούς στην ατμόσφαιρα, μέσω της διαδικασίας απελευθέρωσης αζώτου των απονιτροποιητικών βακτηριδίων και των γαλαζο-πράσινων αλγών. Με τις συνεχώς αυξανόμενες ποσότητες ατμοσφαιρικού αζώτου που παράγεται με τις βιομηχανικές μεθόδους παραγωγής λιπασμάτων, η βιολογική απελευθέρωση αζώτου από τα νιτρικά άλατα καθίσταται σημαντική για την διατήρηση της ισορροπίας του κύκλου του αζώτου (Παναγιωτίδης, 2009, Τρικαλίτη, 2003, Tait and Dipper, 1998).

4.3.5 Οργανικές ενώσεις

Το θαλάσσιο νερό περιέχει διάφορες διαλυμένες οργανικές ενώσεις, οι οποίες προέρχονται από την αποσύνθεση των περιττωμάτων και των νεκρών σωμάτων των οργανισμών. Τα προϊόντα της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης βυθίζονται προς τα

βαθύτερα στρώματα και συγχρόνως οξειδώνονται, καταναλώνοντας το οξυγόνο που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό. Τελικά προϊόντα της οξείδωσης της οργανικής ύλης είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό, τα οξείδια του θείου, καθώς και τα νιτρικά, πυριτικά και φωσφορικά ανόργανα άλατα, δηλαδή τα θρεπτικά άλατα. Σε περίπτωση έλλειψης οξυγόνου η αποσύνθεση της οργανικής ύλης οδηγεί σε διαφορετικά τελικά προϊόντα, όπως υδροθείο και αμμωνιακά άλατα. Τα ανόργανα προϊόντα της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης μπορούν να επανέλθουν στην επιφάνεια είτε με τις διεργασίες ανάμειξης των θαλάσσιων μαζών λόγω κυματισμού, είτε με τη βοήθεια ανοδικών ρευμάτων που παρατηρούνται κατά μήκος ορισμένων παράκτιων περιοχών (ρεύματα ανάβλυσης). Με τον τρόπο αυτό επανεμπλουτίζονται με θρεπτικά άλατα οι επιφανειακές θαλάσσιες μάζες, ενώ τα βαθύτερα στρώματα επανεμπλουτίζονται με οξυγόνο και συνεπώς διατηρείται τόσο η παραγωγική ικανότητα, όσο και η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του θαλάσσιου οικοσυστήματος (Boyle, 1999, Παναγιωτίδης & Δημητρακόπουλος, 1999).

4.4 Βιολογικά Χαρακτηριστικά

Οι συνθήκες που επικρατούν στο θαλάσσιο περιβάλλον, είναι εξαιρετικά ποικίλες και διαμορφώνουν ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα, από τα επιφανειακά νερά, πλούσια σε οξυγόνο και ηλιακή ακτινοβολία, μέχρι τα νερά των αβύσσων με μόνιμη απουσία φωτός, τεράστιες πιέσεις, χαμηλές θερμοκρασίες και συχνά έλλειψη οξυγόνου. Δεν είναι τυχαίο ότι η πολυμορφία των συνθηκών έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλης ποικιλίας οργανισμών, από μονοκύτταρα φύκη έως τα μεγάλα θηλαστικά, οι οποίοι προσάρμοσαν τις λειτουργίες τους στις συνθήκες αυτές (Παναγιωτίδης, 2009, Tait and Dipper, 1998).

Οι θαλάσσιοι οργανισμοί ανάλογα με τον τρόπο ζωής τους μπορούν να ταξινομηθούν σε πλαγκτό (οργανισμοί που μεταφέρονται παθητικά, από τα ρεύματα), νηκτό (οργανισμοί που κολυμπούν ενεργητικά) και βένθος (οργανισμοί του βυθού). Μετά τη γενική αυτή διάκριση, οι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το βάθος, την απόσταση από την ακτή ή την παρουσία ηλιακού φωτός (Κεντούρη, 1998, Tait and Dipper, 1998).

Ταξινομικές ομάδες ζώων με μεγάλη σημασία για την οικολογία της θάλασσας είναι τα ψάρια, τα θαλάσσια θηλαστικά (φώκιες, δελφίνια κλπ), τα καρκινοειδή (καβούρια, γαρίδες), τα μαλάκια (πεταλίδες, δίθυρα, χταπόδια, καλαμάρια) τα εχινόδερμα (αχινοί, αστερίες, κρινοειδή), οι πολύχαιτοι δακτυλιοσκόληκες (σκουλήκια), τα υδρόζωα (μέδουσες) και οι σπόγγοι (σφουγγάρια) (www.env-edu.gr).

Η θαλάσσια χλωρίδα κυριαρχείται από τα Ροδοφύκη και Φαιοφύκη και σε μικρότερο βαθμό από Κυανοφύκη και Χλωροφύκη, ενώ τα Αγγειόσπερμα (ανώτερα) φυτά έχουν πολύ μικρή συμμετοχή στη θαλάσσια χλωρίδα, αλλά είναι σημαντικά για τη θαλάσσια βλάστηση, λόγω της έκτασης και του οικολογικού ρόλου των υποθαλάσσιων λιβαδιών που σχηματίζουν σε παράκτιες περιοχές (π.χ. τα υποθαλάσσια λιβάδια του φυτού Ποσειδωνία, στις ακτές της Μεσογείου) (Παναγιωτίδης, 2009; www.phycology.gr).

Η παρουσία των οργανισμών στους διαφορετικούς βιοχώρους που διαμορφώνονται μέσα στο θαλάσσιο και το ευρύτερο περιβάλλον δεν είναι μία τυχαία συνάντηση. Εκτός από την ανοχή του κάθε είδους στις συγκεκριμένες αβιοτικές συνθήκες, αυτό που τελικά φαίνεται ότι συνδέει τους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος, διαμορφώνοντας ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο λειτουργικό σύνολο,

είναι οι τροφικές σχέσεις οι οποίες είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και διαπλεκόμενες, διαμορφώνοντας τροφικά πλέγματα. Είναι χαρακτηριστικό για το θαλάσσιο περιβάλλον, ότι ορισμένες αβιοτικές παράμετροι αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και οργάνωση των βιολογικών πληθυσμών, δηλαδή οι οργανισμοί εμφανίζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις μεταβολές τους και δεν μπορούν να επιβιώσουν έξω από ένα φάσμα τιμών, που είναι συγκεκριμένο για κάθε είδος οργανισμού. Τέτοιες παράμετροι για το θαλάσσιο περιβάλλον είναι η αλατότητα, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων.

Έχει παρατηρηθεί ότι η θερμοκρασία επηρεάζει πολλά μορφολογικά χαρακτηριστικά και όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες των οργανισμών. Επιπλέον, οι οργανισμοί δεν έχουν το ίδιο εύρος ανοχής σε όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου (Παναγιωτίδης, 2009).

Η αλατότητα έχει μεγάλη οικολογική σημασία γιατί καθορίζει την οσμωτική πίεση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, που εκφράζει την τάση του νερού να περάσει μέσα από ημιδιαπερατή μεμβράνη από περιοχή χαμηλής πυκνότητας σε μία άλλη υψηλής. Αυτή η ιδιότητα είναι πολύ σημαντική για τους θαλάσσιους οργανισμούς γιατί το σώμα τους και ιδιαίτερα οι περιοχές των βραγχίων για τα ψάρια αποτελούν ημιδιαπερατές μεμβράνες. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί που ζουν σε σταθερό περιβάλλον, όπως τα ωκεάνια νερά, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις αλλαγές της αλατότητας (Παπαθεοδώρου, 2011, Γκιώκας, 2000).

Τα θρεπτικά άλατα έχουν εξαιρετική σημασία για την αύξηση των οργανισμών και την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Τα θρεπτικά άλατα είναι απαραίτητα στα φυτά, τα οποία μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπουν την ανόργανη ύλη σε οργανική. Υπέρμετρη αύξηση των συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων οδηγεί σε αντίστοιχη διόγκωση της πρωτογενούς παραγωγής, η οποία δεν μπορεί να καταναλωθεί. Το φαινόμενο αυτό γνωστό ως ευτροφισμός, οδηγεί κατ' αρχή σε ένα υπερβολικό πρασίνισμα των νερών, από την παραγόμενη βιομάζα θαλάσσιων φυτών (συνήθως φυκών) και στη συνέχεια, καθώς αυτή η μάζα οργανικής ύλης καθιζάνει στο βυθό, επικρατούν συνθήκες υποξίας ή συνθήκες πλήρους ανοξίας. Ως συνέπεια της ανοξίας, παρατηρούνται μαζικοί θάνατοι ψαριών και οργανισμών του βυθού (Παναγιωτίδης, 2009).

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν, περιγράφονται τα γενικά, χημικά, και βιολογικά χαρακτηριστικά των θαλασσών που εξετάζονται στα πλαίσια αυτής της

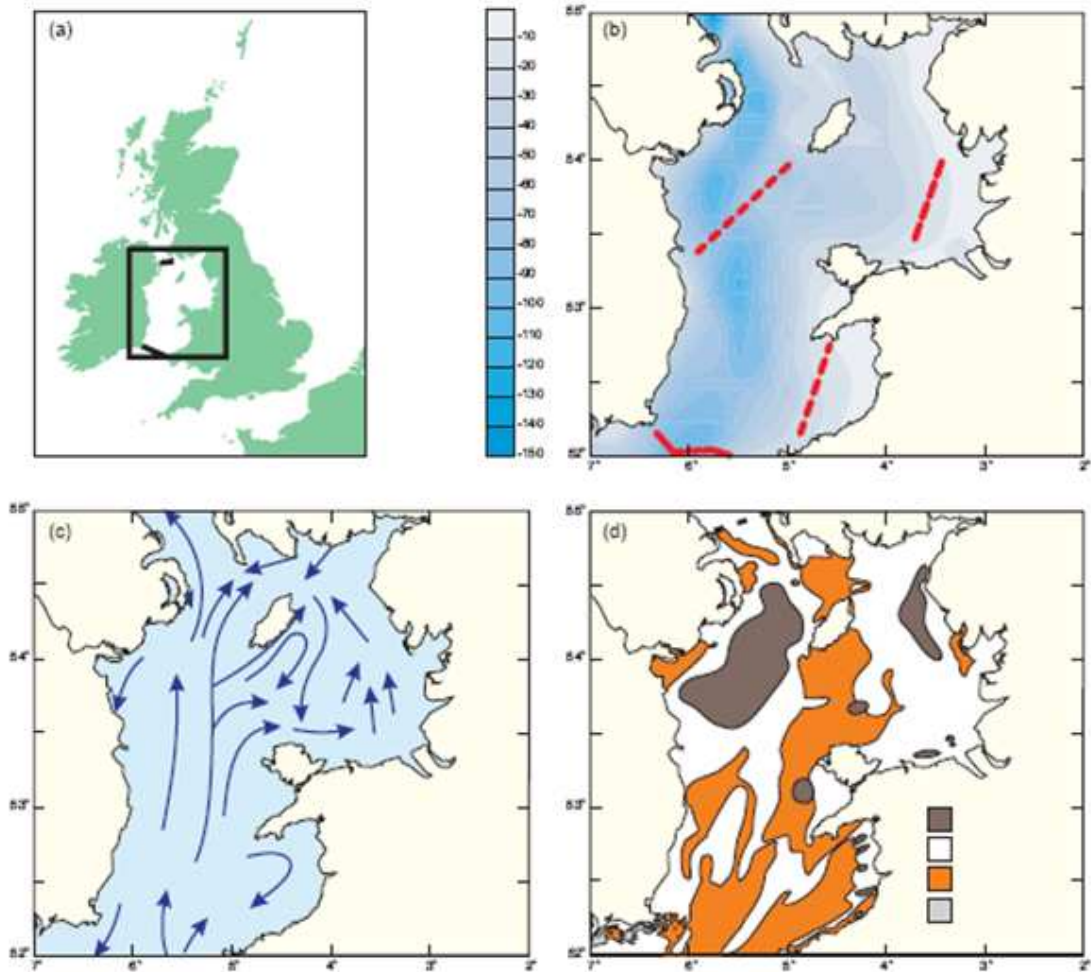
εργασίας και στις οποίες αναπτύσσονται παράκτιες εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

4.5 Γενικά Χαρακτηριστικά της Ισλανδικής Θάλασσας

Η Ιρλανδική Θάλασσα βρίσκεται μεταξύ της Μεγάλης Βρετανίας και της Ιρλανδίας και καλύπτει μια έκταση 58.000 km². Διατρέχοντας το βορρά προς το νότο εντοπίζεται το Κανάλι του Αγίου Γεωργίου με μέγιστο βάθος 150 m, το οποίο διαχωρίζει τις σχετικά ρηχές δυτικές και ανατολικές περιοχές της Ιρλανδικής Θάλασσας. Η κύρια εισροή υδάτων μέσω της σχετικά στενής δυτικής Ιρλανδικής Θάλασσας ρέει από το νότο προς το βορρά από το Βόρειο Κανάλι, ενώ αντίθετα της φοράς του ρολογιού κυκλικά ωκεάνια ρεύματα δρουν και σχηματίζουν τα μοτίβα κυκλοφορίας των υδάτων στην ανατολική Ιρλανδική Θάλασσα. Υπάρχουν δυο κύρια εποχιακά μέτωπα στην Ιρλανδική Θάλασσα:

- Δυτικό Θαλάσσιο Ιρλανδικό Μέτωπο, το οποίο διαχωρίζει τα αναμειγμένα ύδατα του στα νοτιοανατολικά από τα στρωματοποιημένα ύδατα στα βορειοδυτικά.
- Κελτικό Θαλάσσιο Μέτωπο που διαχωρίζει τα ψυχρότερα, αναμειγμένα ύδατα του Καναλιού του Αγίου Γεωργίου από τα θερμότερα επιφανειακά ύδατα της Κέλτικης Θάλασσας.

Η θερμοκρασία στην Ιρλανδική Θάλασσα κυμαίνεται από 6° C το χειμώνα έως 16° C το καλοκαίρι. Η άμμος είναι ο κυρίαρχος τύπος ιζήματος στη δυτική και ανατολική Ιρλανδική Θάλασσα, ενώ το αμμοχάλικο εμφανίζεται σε μεγαλύτερα βάθη στη κεντρική Ιρλανδική Θάλασσα και στο Κανάλι του Αγίου Γεωργίου. Επίσης, εμφανίζονται δυο παράκτιοι τύποι λασπωδών εδαφών, ένας στα βορειοανατολικά και ένας εκτεταμένος στα βορειοδυτικά (Lees, K. and Mackinson, S., 2007).



Εικόνα 4.5: Τα φυσικά χαρακτηριστικά της Ιρλανδικής Θάλασσας. (a) Χάρτης της Μεγάλης Βρετανίας και Ιρλανδίας όπου παρουσιάζονται τα όρια της Ιρλανδικής Θάλασσας. (b) Βυθομετρικός χάρτης της Ιρλανδικής Θάλασσας και μετωπικά συστήματα που υποδεικνύονται από τις κόκκινες γραμμές. (c) Κυκλοφορία υδάτων Ιρλανδικής Θάλασσας, (d) Τύποι ιζημάτων (Lees, K. and Mackinson, S., 2007).

4.5.1 Φυτοπλαγκτόν

Στα ύδατα της Ιρλανδικής Θάλασσας, οι φυτοπλαγκτονικές εκρήξεις εμφανίζονται συνήθως ένα μήνα αργότερα και υποχωρούν περίπου δυο μήνες νωρίτερα, σε σχέση με τις ανοιχτές θάλασσες, τόσο στο Νότο όσο και στο Βορρά. Επιπλέον, υφίσταται μια ιδιαίτερη ετήσια διακύμανση τόσο στην έναρξη όσο και στην κλίμακα των φυτοπλαγκτονικών εκρήξεων. Όλα τα είδη φυτοπλαγκτονικών οργανισμών δεν είναι το ίδιο κατάλληλα ως πηγή τροφής για άλλα τροφικά επίπεδα. Ορισμένα είδη φυτοπλαγκτού σχετίζονται με αποτελέσματα που έχουν επιπτώσεις σε διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Για παράδειγμα το γένος *Noctiluca*

διαμορφώνει πυκνές ανθίσεις που χρωματίζουν το νερό, ενώ το γένος *Phaeocystis* συνδέεται με τη παραγωγή αφρού το οποίο μπορεί να είναι δύσοσμο και αντιαισθητικό. Άλλα είδη σχετίζονται με τη παραγωγή τοξινών που μπορεί να επηρεάζουν άμεσα άλλα θαλάσσια είδη ή να έχουν έμμεσες επιπτώσεις στα θαλασσοπούλια ή τους ανθρώπους μέσω της συσσώρευσης των τοξινών σε εμπορικά είδη (π.χ. μύδια) (www.ospar.org).

4.5.2 Ζωοπλαγκτόν

Γενικά, η αύξηση και αφθονία του ζωοπλαγκτού αντανακλά τη φάση παραγωγής του κύκλου ζωής του φυτοπλαγκτού. Στην Ιρλανδική Θάλασσα, τα κωπήποδα, αποτελούν την αφθονότερη μορφή ζωοπλαγκτού και αντιπροσωπεύουν πάνω από το 97% του ξηρού βάρους της συνολικής ζωοπλαγκτονικής βιομάζας.

Στη περιοχή της Ιρλανδικής Θάλασσας, υπάρχει σημαντική ετήσια διακύμανση της αφθονίας του ζωοπλαγκτού. Παραδείγματος χάριν, η αφθονία των ειδών *C. finmarchicus* και *C. Helgolandicus* στην Ιρλανδική Θάλασσα, μπορεί να ποικίλλει αναφορικά με το μέγεθος από έτος σε έτος, και παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα σε σχέση με μικρότερα είδη κωπήποδων (Lees, K. and Mackinson, S., 2007).

4.5.3 Βένθος

Πολλά από τα μεγαλύτερα βενθικά είδη παρουσιάζουν σημαντική εμπορική αξία, ενώ τα μικρότερα είδη αποτελούν σημαντική πηγή τροφής τόσο για τα εμπορικά είδη ψαριών αλλά και για ένα ευρύ φάσμα άλλων αρπακτικών ειδών, όπως ψάρια, θαλάσσια θηλαστικά και πτηνά.

Ορισμένες περιοχές του θαλάσσιου πυθμένα της Ιρλανδικής θάλασσας παρουσιάζουν έντονη ποικιλία βενθικών οργανισμών. Νοτιοδυτικά της νήσου Man, έχουν καταγραφεί σπάνια είδη, όπως τα θαλάσσια δίθυρα μαλάκια της οικογένειας Mytilidae στο Strangford Lough. Χτένια και *Aequipecten opercularis* της οικογένειας Pectinidae έχουν καταγραφεί σε πιο αμμώδεις περιοχές, ενώ στις εκβολές των ποταμών που ο πυθμένας είναι πιο λασπώδης ο αριθμός των ειδών είναι μικρότερος, αλλά το μέγεθος του πληθυσμού μεγαλύτερο (Roche et al., 2007).

4.5.4 Ψάρια

Το μεγάλο εύρος τύπων βιοτόπων και ιζημάτων που εντοπίζονται στην περιοχή, υποστηρίζει μια διαφορετική πανίδα ψαριών συμπεριλαμβανομένων πολλών εμπορικών σημαντικά ειδών (καταγεγραμμένα 80 είδη) (Geffen, 1990).

Η θερμοκρασία των υδάτων είναι ένας βασικός παράγοντας που περιορίζει την κατανομή των ψαριών. Είδη ψυχρών υδάτων όπως είναι ο βακαλάος και η ρέγκα εντοπίζονται με το νοτιότερο σημείο εξάπλωσης τους. Στην Κέλτικη Θάλασσα και το Αγγλικό Κανάλι, η διεξόδωση ειδών βόρειων θερμών υδάτων όπως είναι η πέρκα, η σαρδέλα και η αντσούγια, ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη θερμοκρασία της θάλασσας. Επίσης, η εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας επηρεάζει την κατανομή των ειδών κοντά στις ακτές, με τα είδη ψυχρών υδάτων να μετακινούνται κοντά στις ακτογραμμές κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ τα είδη θερμών υδάτων να ακολουθούν την ίδια τακτική κατά τη θερινή περίοδο. Άλλοι φυσικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του βάθους, της παλιρροιακής ροής και τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων, οδηγούν σε σημαντικές διακυμάνσεις της κατανομής των ειδών, ακόμα και εντός του φυσιολογικού γεωγραφικού εύρους κατανομής τους. Γενικά, δυο είδη ψαριών παρουσιάζουν ευρύτατη κατανομή και αφθονία, ο βακαλάος και ο μερλάγγος (Geffen, 1990; www.ospar.org).

4.5.5 Θαλάσσια θηλαστικά

Με εξαίρεση τις ενυδρίδες, τα θαλάσσια θηλαστικά μπορούν να διαιρεθούν σε δυο ομάδες, τις φώκιες και τα κήτη. Η κοινή και η γκρίζα φώκια παρουσιάζουν ευρεία κατανομή σε όλη τη περιοχή (Geffen, 1990). Στη δυτική ακτή της Σκωτίας ο πληθυσμός τους υπολογίζεται σε περίπου 10.000 άτομα του είδους της κοινής φώκιας και οι Δυτικοί Νήσοι αποτελούν τοποθεσία αναπαραγωγής περίπου 15.000 ατόμων της γκρίζας φώκιας ετησίως (περίπου το 40% του συνολικού πληθυσμού της Βρετανίας) (www.ospar.org). Ομοίως, ο όγκος του πληθυσμού της ιρλανδικής κοινής και γκρίζας φώκιας κατανέμεται σε 14 και 7 αποικίες αντίστοιχα, στη δυτική ακτή της Ιρλανδίας (Duncan, 1990). Στις ιρλανδικές ακτογραμμές εμφανίζονται και τα δυο είδη, ωστόσο οι αποικίες φιλοξενούν μικρό σχετικά αριθμό πληθυσμού, συνήθως όχι μεγαλύτερο των δέκα ατόμων.

Μεγάλη ποικιλία θαλάσσιων κητών υποστηρίζεται στα νερά γύρω από την Ιρλανδία, ιδιαίτερα στα νοτιοδυτικά, και στα δυτικά της Σκωτίας. Τα θαλάσσια κήτη παρατηρούνται περιστασιακά στην Ιρλανδική Θάλασσα, με εξαίρεση τους

πληθυσμούς του ρινοδέλφινου στο Κόλπο Κάρντιγκαν (Duncan, 1990; www.ospar.org).

4.5.6 Πτηνά

Η ευρύτερη περιοχή διαθέτει πλήθος οικοτόπων, όπου τα θαλασσοπούλια και τα υδρόβια πτηνά καλύπτουν τις κυριότερες ανάγκες τους, όπως η ασφάλεια, κατάλληλες περιοχές για την αναπαραγωγή, απουσία αρπακτικών ζώων, και η διαθεσιμότητα της τροφής. Συγκεκριμένα, αποτελείέρασμα για τα ελόβια πτηνά που μεταναστεύουν, ταξιδεύοντας μεταξύ Αρκτικής και Αφρικής, καθώς και καταφύγια για άλλα, όταν στην ηπειρωτική Ευρώπη επικρατούν συνθήκες ψύχους (Roche et al., 2007).

Είκοσι δύο είδη πουλιών φωλιάζουν και αναπαράγονται στις ακτές της Ιρλανδίας με επικρατέστερα τη μαυρόπαπια και τη θαλάσσια πάπια (Geffen, 1990). Ωστόσο, οι ανθρωπογενείς επιδράσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές και επιβλαβείς. Συγκεκριμένα, η αλιεία, δύναται να αποτελεί μια πηγή τροφής υπό μορφή των απορρίψεων κατά τη διαδικασία του ψαρέματος, ωστόσο μπορεί να μειώσει την παροχή τροφής σε άλλα είδη πτηνών. Η απώλεια ή διαταραχή των βιοτόπων, ιδιαίτερα των αναπαραγωγικών περιοχών (παραδείγματος χάριν, παράκτια ανάπτυξη), μπορεί να έχει επιπτώσεις στα θαλασσοπούλια και τα υδρόβια πτηνά. Το ίδιο επιβλαβές μπορεί να αποδειχτεί και η χημική ρύπανση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση, κατά τη δεκαετία του 1960, όταν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση αναπαραγωγής των ειδών που αποδόθηκε σε ορισμένες οργανοχλωριωμένες ενώσεις, με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά η βιωσιμότητα των αυγών εξαιτίας της λέπτυνσης του κελύφους τους και της αυξημένης συγκέντρωσης τοξικών ουσιών στη λέκιθο των αυγών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένη θνησιμότητα ατόμων του πληθυσμού των ασημόγλαρων (*Larus argentatus*) και των μελανόγλαρων (*Larus spp.*). Αυτό έχει αποδοθεί εν μέρει, στη δηλητηρίαση από το βακτήριο *Clostridium botulinum*, που συνδέεται με τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, όπου τα πτηνά καταφεύγουν για εύρεση τροφής (www.ospar.org).

4.6 Γενικά Χαρακτηριστικά της Μεσογείου

Η Μεσόγειος θάλασσα είναι μια διηπειρωτική θάλασσα έκτασης 2.512.000 km², η οποία βρέχει τις ακτές της νότιας Ευρώπης, της βόρειας Αφρικής και της ανατολικής Ασίας (Μικρά Ασία και Μέση Ανατολή). Επικοινωνεί στα δυτικά με τον Ατλαντικό ωκεανό μέσω του στενού του Γιβραλτάρ, στα ανατολικά με τη Μαύρη θάλασσα μέσω του Βοσπόρου και στα νοτιοανατολικά με την Ερυθρά θάλασσα μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Ο όγκος των υδάτων της είναι 3.754.000 km³, το μέσο βάθος της φτάνει τα 1.429 μέτρα ενώ το μέγιστο βάθος της βρίσκεται στα Κύθηρα 5.121 μέτρα.

Η Μεσόγειος είναι μια ημίκλειστη λεκάνη, της οποίας τα νερά ανανεώνονται πλήρως κάθε 80 με 100 χρόνια, κυρίως μέσω των στενών του Γιβραλτάρ από τον Ατλαντικό ωκεανό, και της διώρυγας του Σουέζ από την Ερυθρά θάλασσα. Το υδρολογικό ισοζύγιο της Μεσογείου είναι αρνητικό και αν δεν υπήρχε η προσφορά νερού από τον Ατλαντικό, η Μεσόγειος θα εξατμιζόταν σε 2000 χρόνια περίπου, όπως συνέβη κατά το Ανώτερο Μειόκαινο, 5 εκατομμύρια χρόνια περίπου πριν από σήμερα. Η ανεπαρκής εισροή σε συνδυασμό με την υψηλή εξάτμιση, κάνει τη Μεσόγειο να έχει πολύ μεγαλύτερη αλατότητα από τον Ατλαντικό (Παναγιωτίδης, 2009, Τσάλτας Γ. και Κλάδη – Ευσταθοπούλου Μ., 2003; www.unep.org).



Εικόνα 4.6.1: Γεωγραφική θέση της Μεσογείου (en.wikipedia.org)

Η Μεσόγειος θάλασσα είναι πολύ ευαίσθητη στις κλιματικές αλλαγές, έχει υψηλό ρυθμό εξάτμισης (γύρω στα 1000 mm/έτος) και οι εισροές από κατακρημνίσεις είναι πολύ αραιές (γύρω στα 500 mm/έτος), με αποτέλεσμα να εμφανίζει αρνητικό υδρολογικό ισοζύγιο. Επίσης, εμφανίζει oligotροφισμό, δηλαδή χαρακτηρίζεται από χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών στο ευφωτικό στρώμα (στρώμα του νερού που φωτίζεται από το ηλιακό φως). Οι χαμηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών και νιτρικών, τα οποία είναι απαραίτητα για το φυτοπλαγκτόν, περιορίζουν τη διαθεσιμότητα της τροφής για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Έτσι, η Μεσόγειος και ιδιαίτερα η ανατολική είναι μια από τις λιγότερο παραγωγικές θαλάσσιες περιοχές του Παγκόσμιου Ωκεανού, ενώ η απαίτηση για ψάρια στις χώρες που βρέχονται από αυτήν ουσιαστικά υπερβαίνει τον παραγόμενο αριθμό ψαριών (Αργυρού, 2011, Παναγιωτίδης, 2009).

4.6.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά της Μεσογείου

Η Μεσόγειος είναι μια από τις πλουσιότερες θάλασσες, ως προς τον αριθμό των ζώων και φυτών που ζουν στα νερά της και αντιστοιχούν τουλάχιστον στο 10% της βιοποικιλότητας του παγκόσμιου ωκεανού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην γεωλογική ιστορία της, αλλά και στην ποικιλία φυσικοχημικών συνθηκών που επικρατούν σήμερα.

Συνολικά καταγράφηκαν στη Μεσόγειο περίπου 10.000 είδη, από τα οποία 8.500 είναι ζώα και 1.500 φυτά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περίπου το 20% αυτών των ειδών είναι ενδημικά. Τα υπόλοιπα είδη είναι κοσμοπολιτικά, υποτροπικά του Ατλαντικού, είδη του Βόρειου Ατλαντικού (που μπήκαν στη Μεσόγειο κατά την πρόσφατη παγετώδη περίοδο) και της Ερυθράς θάλασσας (που μπήκαν από την διώρυγα του Σουέζ). Η εικόνα συμπληρώνεται από τα είδη που ο άνθρωπος έφερε στη Μεσόγειο, ηθελημένα ή κατά λάθος και προσαρμόστηκαν στο νέο τους περιβάλλον (Nikolaidou, 2003).

Η ισορροπία των ειδών με το αβιοτικό περιβάλλον δεν είναι στατική. Κλιματικές αλλαγές, αλλά και ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον επηρεάζουν την δυναμική ισορροπία, με απρόβλεπτες συνέπειες στην εξέλιξη της βιοποικιλότητας. Όταν οι δύο αυτές πηγές διατάραξης της ισορροπίας ωθούν προς την ίδια κατεύθυνση (π.χ. η θέρμανση του Πλανήτη), τότε οι επιπτώσεις στην βιοποικιλότητα μπορεί να γίνουν δραματικές. Οι σημαντικότερες ανθρωπογενείς πιέσεις στο οικοσύστημα της Μεσογείου είναι ο ευτροφισμός (που σχετίζεται με την

χρήση γεωργικών λιπασμάτων και την απόρριψη αστικών αποβλήτων στη θάλασσα), η υπεραλίευση, η ρύπανση από πετρέλαιο (που σχετίζεται με τις θαλάσσιες μεταφορές) και τα βιομηχανικά απόβλητα. Ο τουρισμός, που αποτελεί κύρια πηγή εισοδήματος για τις περισσότερες χώρες της Μεσογείου, δημιουργεί μια ιδιαίτερη μορφή πίεσης στο περιβάλλον, την απώλεια ενδιαιτημάτων (π.χ. περιοχές οωτοκίας της θαλάσσιας χελώνας). Τέλος, τα είδη που μεταφέρθηκαν από τον άνθρωπο (alien species) συχνά αποτελούν απειλή για την ενδημική χλωρίδα και πανίδα (π.χ. υπέρμετρη ανάπτυξη των τροπικών Χλωροφυκών που ανταγωνίζονται τα υποθαλάσσια λιβάδια της Μεσογείου) (Παναγιωτίδης, 2009, Jęftic et al., 1990).

Η ανατολική Μεσόγειος, στην οποία εντάσσονται και οι Ελληνικές θάλασσες, διαφοροποιείται από την δυτική. Είναι απομονωμένη από τον Ατλαντικό, βαθύτερη, αλμυρή, ζεστή και λιγότερο παραγωγική. Στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν (μερικά εκατομμύρια χρόνια πριν), απομονώθηκε περισσότερο και τμήματά της ξεεράθηκαν. Στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η βιοποικιλότητα της ανατολικής Μεσογείου δεν έχει ακόμη ανακάμψει από αυτή την κρίση και για τον λόγο αυτό η χλωρίδα και η πανίδα είναι συγκριτικά φτωχότερες.

Για τις ακτές της δυτικής Μεσογείου υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός βιβλιογραφικών αναφορών, από πολλούς Γάλλους, Ιταλούς και Ισπανούς ερευνητές. Για τις ακτές της ανατολικής Μεσογείου οι αντίστοιχες δημοσιεύσεις είναι λίγες, κυρίως από Έλληνες και Τούρκους ερευνητές. Έτσι, στην νοτιοδυτική Γαλλία, για λιγότερα από 150 χιλιόμετρα ακτογραμμής, καταγράφονται 426 είδη και για όλη την Ελλάδα, για περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα ακτογραμμής καταγράφονται 370 είδη. Είναι προφανές ότι το μεγαλύτερο μέρος της Ελληνικής ακτογραμμής δεν έχει ακόμη μελετηθεί.

Ειδικότερα για τα Φαιοφύκη, ο κατάλογος περιλαμβάνει 214 είδη, από τα οποία 44 είναι απόντα στην ανατολική Μεσόγειο. Αν όμως εξετάσουμε τα είδη που λείπουν, διαπιστώνουμε ότι πρόκειται α) για Ατλαντικά είδη που απαντούν μόνο στο Μαρόκο, β) είδη που έχουν εισαχθεί από τον άνθρωπο γ) επίφυτα μικρού μεγέθους, που εύκολα περνούν απαρατήρητα (προφανώς υπάρχουν και στην ανατολική Μεσόγειο και κανείς δεν τα πρόσεξε).

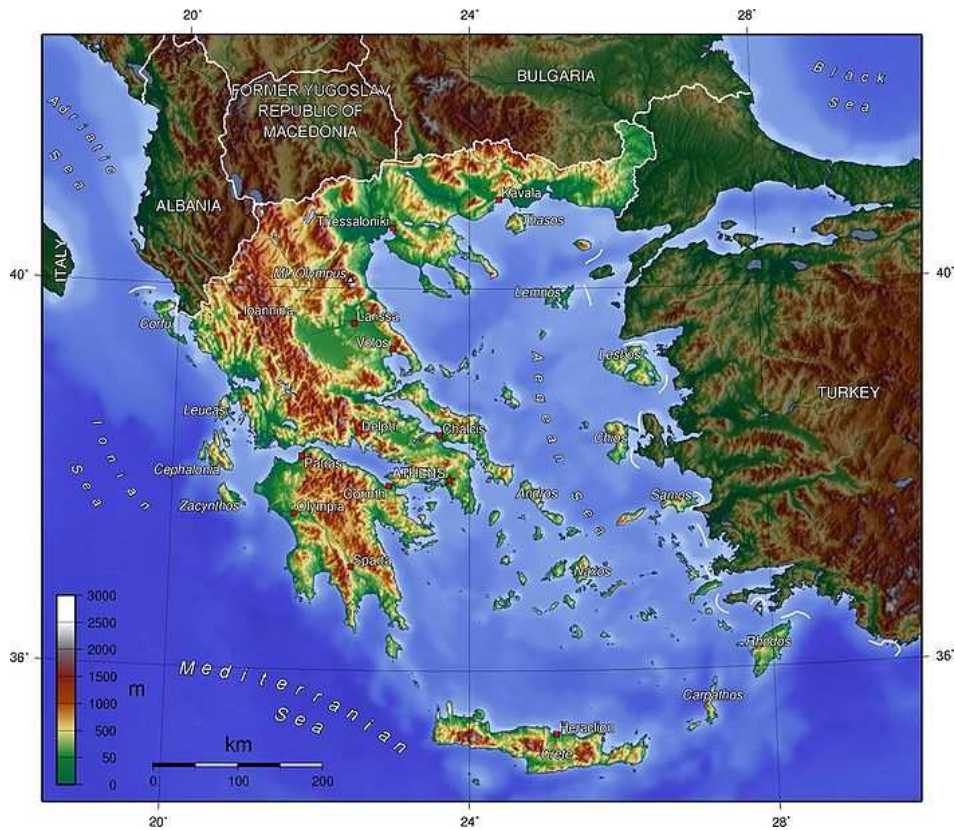
Αν συγκρίνουμε μια περιοχή της δυτικής Μεσογείου όπως π.χ. η Κορσική, όπου η προσπάθεια μελέτης της βιοποικιλότητας των φυκών είναι συγκρίσιμη με εκείνη της Ελλάδας σημειώνουμε ότι οι αριθμοί συγκλίνουν τόσο ως προς τα απόλυτα μεγέθη, όσο και ως προς την σχέση μεταξύ των ταξινομικών ομάδων.

Συνεπώς, η ανατολική Μεσόγειος μάλλον "φαίνεται" παρά είναι φτωχότερη σε βιοποικιλότητα από την δυτική (Παναγιωτίδης, 2009).

4.6.2 Ελληνικές Θάλασσες – Αιγαίο Πέλαγος

Οι ελληνικές θάλασσες καταλαμβάνουν περίπου 264.000 km² και αποτελούν το 64% της ελληνικής επικράτειας. Το συνολικό μήκος των ακτών, που υπολογίζεται περίπου σε 16.000 km, είναι το μεγαλύτερο όλων των κρατών της Μεσογείου. Η ηπειρωτική κρηπίδα καλύπτει 75.000 km² (www.oc.phys.uoa.g).

Το Αιγαίο με όγκο $7,4 \times 10^4$ κυβικά χιλιόμετρα είναι η τρίτη σε μέγεθος θάλασσα της Ανατολικής Μεσογείου, μετά το Ιόνιο και τη Λεβαντίνη. Χαρακτηρίζεται από έντονα πολύπλοκη ακτογραμμή, την ύπαρξη περισσότερων από 2000 νησιών και πολλών κόλπων. Το έντονο υποθαλάσσιο ανάγλυφο περιλαμβάνει εκτεταμένη ηπειρωτική κρηπίδα στο Θερμαϊκό, τη Σαμοθράκη, τη Λήμνο και τις Κυκλάδες, αλλά και βαθιές λεκάνες όπως την τάφρο του Βορείου Αιγαίου (μέγιστο βάθος 1.600 μέτρα), τη λεκάνη της Χίου (μέγιστο βάθος 1.160 μέτρα) και το Κρητικό Πέλαγος με δύο βαθιά σημεία προς τα ανατολικά (2.561 και 2.295 μέτρα αντίστοιχα). Το Ελληνικό τμήμα του Ιονίου περιλαμβάνει την Ελληνική Τάφρο, με βαθύτερο σημείο έξω από τις ακτές της ΝΔ Πελοποννήσου (5.121 μέτρα), που είναι και το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου. Η Ελληνική Τάφρος συνεχίζεται κατά μήκος του Κρητικού Τόξου με βάθη συνήθως μεγαλύτερα από 4.000 μέτρα. Μεγάλα βάθη υπάρχουν επίσης στη Λεκάνη της Ρόδου (μέγιστο 4.433 μέτρα) (Stergiou et al., 1997; www.oc.phys.uoa.g).



Εικόνα 4.6.2: Γεωγραφική θέση Αιγαίου Πελάγους (en.wikipedia.org)

Τα θρεπτικά άλατα του Αιγαίου είναι δώδεκα φορές λιγότερα από του Ατλαντικού και τρεις φορές λιγότερα από του Ιονίου και της Λεβαντίνης. Τα ελληνικά πελάγη γενικά χαρακτηρίζονται ως oligotroφικά. Εμπλουτισμός σε θρεπτικά παρατηρείται στους κόλπους, κυρίως στο Μαλιακό - Βόρειο Ευβοϊκό, Ελευσίνας - Δυτικό Σαρωνικό, και λιγότερο στο Θερμαϊκό και τον κόλπο της Αλεξανδρούπολης. Οι υπόλοιποι κόλποι εμφανίζουν μια μικρή μόνο αύξηση σε σχέση με τις τιμές του ανοικτού πελάγους. Ανοξικές συνθήκες έχουν παρατηρηθεί κοντά στο βυθό το καλοκαίρι στον κόλπο της Ελευσίνας και το Θερμαϊκό (Stergiou et al., 1997).

4.6.2.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά του Αιγαίου Πελάγους

Συνολικά, έχουν αναφερθεί περισσότερα από 2.500 ζωοβενθικά, περίπου 452 φυτοβενθικά, 349 ζωοπλαγκτονικά και 334 φυτοπλαγκτονικά είδη (Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.6: Θαλάσσια είδη του Αιγαίου Πελάγους (Stergiou et al., 1997)

Ομάδα	Αριθμός ειδών
Ζωοβένθος-νηκτόν	
Δημόσπογγοι	132
Κνιδόζωα	53
Πολύχαιτοι	570
Δίθυρα Μαλάκια	300
Γαστερόποδα Μαλάκια	637
Κεφαλόποδα	38
Δεκάποδα Καρκινοειδή	242
Λοιπά Καρκινοειδή	370
Βρυόζωα	200
Ιχθύες	450
Ερπετά	3
Θηλαστικά	11
Λοιπές ομάδες	100
Μεσοζωολαγκτόν	
Κνιδόζωα	35
Κωπήποδα	160
Λοιπά Καρκινοειδή	59
Χαιτόγναθοι	9
Πολύχαιτοι	25
Μαλάκια	23
Χορδωτά	38

Φυτοπλαγκτόν	
Διάτομα	95
Δινομαστιγωτά	139
Κοκκολιθοφόρα	55
Πυριτιομαστιγωτά	29
Λοιπές ομάδες	25

Ο αριθμός των ζωοπλαγκτονικών ειδών είναι περιορισμένος γιατί οι υπάρχουσες πληροφορίες προέρχονται από ανάλυση μέρους των δειγμάτων (ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές) με αποτέλεσμα τον αποκλεισμό από τον κατάλογο των σπάνιων ειδών. Ένας άλλος σημαντικός λόγος είναι η έλλειψη πληροφοριών για πολλές ζωοπλαγκτονικές ομάδες (Μέδουσες, Βυτιοειδή, Σάλπες, Πτερόποδα Μαλάκια, πλαγκτονικοί Πολύχαιτοι καθώς επίσης και μεροπλαγκτονικές μορφές των Μαλακίων, Εχινόδερμων, Πολυχαίτων, Ιχθύων, Δεκαπόδων, Ευφασεωδών κ.α.) επειδή δεν υπάρχουν ή σπανίζουν οι ειδικοί επιστήμονες που μελετούν τις ομάδες αυτές.

Δυστυχώς και στην περίπτωση προσέγγισης της βιοποικιλότητας του φυτοπλαγκτού των Ελληνικών θαλασσών δεν έχουν δημοσιευτεί παρά ελάχιστες πληροφορίες δεδομένου ότι οι δημοσιευμένες εργασίες δεν έχουν ως στόχο την εκτίμηση της βιοποικιλότητας μιας περιοχής, αλλά στοχεύουν στη διερεύνηση ομοιοτήτων μεταξύ περιοχών (Marta Coll et al., 2011, Stergiou et al., 1997).

Σημαντική ωστόσο, είναι η παρουσία της βιοκοινωνίας του υποθαλάσσιου λιβαδιού του Αγγειόσπερμου *Posidonia oceanica* (στα Ελληνικά με την κοινή ονομασία «φυκιάδες» ή Ποσειδωνίες) (www.moa.gov.cy). Από οικολογική άποψη στη θάλασσα το υποθαλάσσιο λιβάδι παίζει τον ρόλο του δάσους. Τα ριζώματα της *P. oceanica* είναι πολυετή, συγκρατούν το ίζημα και προστατεύουν τον βυθό από τη διάβρωση. Τα φύλλα της *P. oceanica* ανανεώνονται συνεχώς προσφέροντας τεράστιες ποσότητες οργανικής ύλης στο οικοσύστημα. Τέλος, το σύνολο φύλλων και ριζωμάτων φιλοξενεί έναν απίστευτα μεγάλο αριθμό φυτικών και ζωικών ειδών (περίπου 1000 είδη κατά τους πιο συντηρητικούς υπολογισμούς). Τα είδη αυτά βρίσκουν προστασία μέσα στο υποθαλάσσιο λιβάδι, τρέφονται και αναπαράγονται.

Υπάρχει παντού, εκτός από τις περιοχές εκβολών μεγάλων ποταμών (Έβρος, Νέστος, Στρυμόνας, Αξιός, Σπερχειός), τους ημίκλειστους κόλπους με κακή ανανέωση των νερών (κόλπος Ελευσίνας, Αμβρακικός, Δυτικός Σαρωνικός και Όρμος Χαλκίδας) και τις ρυπασμένες περιοχές (Φαληρικός Όρμος, Όρμος Θεσσαλονίκης). Η παρουσία του λιβαδιού της *P. oceanica* θεωρείται δείκτης καθαρών νερών, με καλή ανανέωση και μικρές μεταβολές αλατότητας (38-39‰) (Παναγιωτίδης Π. και Χατζημήτρος Κ., 2004).

4.7 Γενικά Χαρακτηριστικά του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού – Ανατολικά Νησιά Orkney

Ο Ατλαντικός Ωκεανός είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος ωκεανός της γης, μετά τον Ειρηνικό και καλύπτει το ένα πέμπτο της επιφάνειάς της. Βρίσκεται ανατολικά της Αμερικής, βορειοδυτικά της Ευρώπης και νοτιοδυτικά της Αφρικής. Έχει έκταση 106.400.000 km² και όγκο 354.700.000 km³. Το μέσο βάθος του είναι περίπου 3.338 m και το μεγαλύτερό του βάθος 8.605 m κοντά στο Πουέρτο Ρίκο (geography.about.com).

Κατά μέσο όρο, τα νερά του Ατλαντικού είναι τα πλέον αλμυρά από όλους τους κύριους υδάτινους όγκους στον πλανήτη με περιεκτικότητα η οποία κυμαίνεται μεταξύ 33‰ και 37‰, αλλά ποικίλει ανά γεωγραφικό πλάτος και εποχή του χρόνου. Στον Βόρειο Ατλαντικό η μέση τιμή της αλατότητας στο επιφανειακό στρώμα είναι 35.5‰ (Παπαθεοδώρου Γ., 2011).

Η θερμοκρασία των υδάτων κυμαίνεται μεταξύ -2° C και 29° C. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες παρατηρούνται αμέσως βόρεια του ισημερινού, ενώ οι χαμηλότερες κοντά στους πόλους. Στο υπόλοιπο κομμάτι οι θερμοκρασίες βρίσκονται μεταξύ 7° C - 8° C. Ο Βόρειος Ατλαντικός Ωκεανός χαρακτηρίζεται από ένα ρεύμα ζεστού νερού, το Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού (Gulf stream), το οποίο επηρεάζει τις καιρικές συνθήκες κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα της Ευρώπης (Βρετανικές νήσοι και ακτές Νορβηγίας) (Παπαθεοδώρου Γ., 2011).



Εικόνα 4.7: Γεωγραφική θέση Βορειοανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού
(www.ssd.noaa.gov)

4.7.1 Βιολογικά Χαρακτηριστικά του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού

Ο βόρειος Ατλαντικός Ωκεανός χαρακτηρίζεται από τεράστια ποικιλία θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας. Συνολικά έχουν καταγραφεί 25.000 είδη ψαριών, ενώ τα φυτοπλαγκτονικά είδη καλύπτουν το 90% του συνόλου του παγκόσμιου πληθυσμού. (Peter Burkill & Chris Reid, 2010). Τα είδη ψαριών που κυριαρχούν είναι το προσφυγάκι (*Micromesistius roulei*), ο μπακαλιάρος (*Cadus morhua*), η ρέγκα (*Clupea harengus*), το σκουμπρί (*Scomber scombrus*) και το κοκκινόψαρο (*Sebastes marinus*) (www.oceanlight.com). Τα θαλάσσια θηλαστικά που απαντώνται σε μεγάλους αριθμούς είναι ο θαλάσσιος ίππος, η γκρίζα και η κοινή φώκια, διάφορα είδη φάλαινας (κυρίως ρυγχοφάλαινες και πετροφάλαινες) και πολλά είδη δελφινιών (κυρίως μαυροδέλφια και ασπροδέλφια) (St. Harris, P. Morris, St. Wray and D. Yalden, 1995).

Οι ακτές του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού χαρακτηρίζονται από έντονη πρωτογενή παραγωγή, στηρίζοντας και παρέχοντας έτσι, τροφή σε σημαντικά είδη οργανισμών τόσο βενθοπελαγικών, όσο και πελαγικών. Τα κύρια εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη είναι τα γοδοειδή και τα κλουπεοειδή (Peter Burkill & Chris Reid, 2010).

Στην περιοχή αυτή και κυρίως σε μικρά βάθη απαντώνται και τα *Sargassum*. Πρόκειται για καφέ μακροάλγη, τα οποία αποτελούν εξαιρετικό ενδιαίτημα για πλήθος θαλάσσιων φυτών και ζώων, πολλά από τα οποία δεν εμφανίζονται πουθενά αλλού (www.seaweed.ie).

Η ευρύτερη περιοχή διαθέτει πλήθος οικοτόπων, όπου τα θαλασσοπούλια και τα υδρόβια πτηνά μπορούν να τραφούν και να αναπαραχθούν, προστατευμένα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Συνολικά απαντώνται 48 είδη θαλάσσιων πτηνών, τα αφθονότερα από τα οποία είναι ο κυματοβάτης (*Oceanodroma castro*), η άλκα (*Pinguinus impennis*), ο γλάρος (*Larus argentatus*) και ακολουθούν τα βουτηχτάρια (*Phalacrocorax aristotelii*) και οι κορμοράνοι (*Phalacrocorax carbo*) (Pollock et al, 2000).

Στις προαναφερθέντες θάλασσες, έχουν αναπτυχθεί εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η κατασκευή και η λειτουργία των οποίων, έχει οδηγήσει στην πρόκληση περιβαλλοντικών οχλήσεων. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τα παράκτια αιολικά πάρκα και τις συσκευές που εκμεταλλεύονται την παλιρροιακή και κυματική ενεργεία των θαλασσών.

5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Παράκτια Αιολικά Πάρκα

Οι επιπτώσεις των παράκτιων αιολικών πάρκων στο περιβάλλον διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τη θέση, τον αριθμό, τη διάταξη των ανεμογεννητριών, το είδος θεμελίωσης και τα χρησιμοποιούμενα κατασκευαστικά υλικά. Βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις θα προκύψουν κατά τα στάδια κατασκευής και απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου, ενώ μικρότερες, αλλά μεγαλύτερης διάρκειας κατά την φάση λειτουργίας του (Thomsen et al., 2006).

5.1.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης και απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου θα υπάρξει μεταφορά ιζήματος. Ο πυθμένας διαταράσσεται από την εγκατάσταση των θεμελίων των συσκευών και από την τοποθέτηση των υποθαλάσσιων καλωδίων που συνδέουν τις ανεμογεννήτριες με τον σταθμό συλλογής της ηλεκτρικής ενέργειας. Η μετατόπιση του ιζήματος σχετίζεται με το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων, την πυκνότητα του υλικού και την ενέργεια που απαιτείται για τον μηχανισμό μεταφοράς. Η μετακίνηση των ιζημάτων μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ενδιαιτήματος. Επίσης στην περιοχή θα παρατηρηθεί αύξηση στην θολότητα του νερού εξαιτίας των αιωρούμενων σωματιδίων.

Κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του αιολικού πάρκου οι εργασίες για την εγκατάσταση των θεμελιώσεων των ανεμογεννητριών αλλά και των καλωδίων θα οδηγήσουν σε μια προσωρινή επαναιώρηση των ιζημάτων και ακολούθως σε αύξηση της θολότητας του νερού, συνθήκες που μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων. Το μέγεθος της επαναιώρησης του ιζήματος θα εξαρτηθεί από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται, τα μέτρα που λαμβάνονται για την αποφυγή της επαναιώρησης, το είδος του ιζήματος και τις υδρογραφικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή την περίοδο κατασκευής του έργου. Προσωρινή επαναιώρηση του

ιζήματος και ακολούθως αύξηση της θολότητας του νερού, θα παρατηρηθεί και στη φάση απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Κάτι τέτοιο θα οδηγήσει σε μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο υδάτινο περιβάλλον με επακόλουθα αρνητικά αποτελέσματα στην θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα. Ωστόσο, η επίδραση αυτή είναι παροδική με αποτέλεσμα να είναι αμελητέα η απώλεια που μπορεί να έχει το οικοσύστημα.

Η εγκατάσταση των θεμελίων των ανεμογεννητριών στον πυθμένα, λειτουργούν ως τεχνικοί σκόπελοι δημιουργώντας ένα νέο τεχνητό οικοσύστημα για τους θαλάσσιους οργανισμούς που διαβιούν σε αυτή την περιοχή. Αυτές οι κατασκευές μπορούν να προσελκύσουν νέα βενθικά είδη τα οποία με τη σειρά τους θα προσελκύσουν νέα είδη μικρών ψαριών αλλά και μεγαλύτερων από τις γειτονικές περιοχές. Επομένως, η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου θα μεταβάλλει τις σχέσεις των βενθικών κοινοτήτων, αλλάζοντας την υπάρχουσα βιοποικιλότητα στην περιοχή και δημιουργώντας ένα νέο τοπικό οικοσύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτή η οικολογική επιρροή μπορεί να θεωρηθεί και ως θετική (www.offshorewindenergy.org).

Κατά τη λειτουργία του υπεράκτιου αιολικού πάρκου μπορεί να επηρεαστεί η μορφολογία του πυθμένα. Αυτό εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών, τη διάμετρο τους και την τυρβώδη ροή που δημιουργείται γύρω από τις θεμελιώσεις των ανεμογεννητριών. Όταν η απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών αυξάνεται τότε μειώνεται η έκταση της περιοχής του πυθμένα που επηρεάζεται λόγω της καλύτερης κυκλοφορίας των υδάτων, ενώ όσο αυξάνεται η διάμετρος των ανεμογεννητριών, τόσο αυξάνεται και η περιοχή του πυθμένα που διαταράσσεται, εφόσον αυξάνεται και η έκταση που εμποδίζει τη ροή του νερού. Επιπλέον, το τυρβώδες καθεστώς με την σειρά του, στις πλησιέστερες κατάντη ζώνες του κάθε εμποδίου – πύργου ανεμογεννητριών, δημιουργεί υποσκαφή και αφαίρεση υλικού από τον πυθμένα ώστε να παρατηρούνται εμβαθύνσεις στα σημεία αυτά. Συγκεκριμένα, το υποθαλάσσιο ρεύμα βρίσκει ένα εμπόδιο με αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσης πάνω στο «μέτωπο» του εμποδίου και συγχρόνως την μείωση της ταχύτητας μεταφοράς του υλικού. Σαν άμεσο επακόλουθο του φαινομένου αυτού είναι η εναπόθεση ιζήματος στα ανάντη του κάθε εμποδίου. Συγχρόνως, στα κατάντη του κάθε εμποδίου, πριν η ροή των ρευμάτων ξαναγίνει ομαλή και παράλληλη με την αρχική, παρατηρούνται φαινόμενα υποπίεσης (αρνητικής πίεσης), με αποτέλεσμα την

επικράτηση σχηματισμού τύρβης στις ζώνες αυτές (McCabe et al., 2001 ; www.offshorewindenergy.org, www.water.utwente.nl).

5.1.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία

Τα υποβρύχια καλώδια που χρησιμοποιούνται για την σύνδεση των ανεμογεννητριών μεταξύ τους, αλλά και για την μεταφορά ενέργειας από το αιολικό πάρκο στον σταθμό συλλογής ηλεκτρικής ενέργειας που βρίσκεται στην ξηρά παράγουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ανάλογα με τον τύπο των καλωδίων τα πεδία που δημιουργούνται είναι ισχυρά ή ασθενή και προκαλούν επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς. (Zucco et al., 2006).

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επηρεάζουν τα ψάρια, ιδίως τα ελασμοβράγχια καθώς και τα θαλάσσια θηλαστικά που χρησιμοποιούν το μαγνητικό πεδίο της γης για την μετακίνησή τους. Παραδείγματος χάριν, ένα μαγνητικό πεδίο ίσο με αυτό της γης (περίπου 50μT) που εκπέμπεται από καλώδια συνεχούς ρεύματος, υψηλής τάσης μπορεί να ανιχνευθεί στην Βαλτική θάλασσα σε μια απόσταση περίπου 6 m. Ένα τέτοιο πεδίο θα επηρεάσει τις πυξίδες των πλοίων και θα αλληλεπιδράσει με τον προσανατολισμό οποιουδήποτε οργανισμού βασίζεται στο μαγνητικό πεδίο της γης (Gill & Taylor, 2001).

Τα ευαίσθητα στα ηλεκτρικά πεδία είδη μπορεί να προσελκυσθούν ή να απωθηθούν από τα ηλεκτρικά πεδία. Πιθανό είναι να συγκεντρωθούν ή να διασκορπιστούν εξαρτώμενα από την έκταση του ηλεκτρικού περιβάλλοντος όπου υπάρχουν πολλαπλές παρατάξεις καλωδίων. Παρόλα αυτά, απαιτείται έρευνα στις επιδράσεις από τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σχετικά με τα ηλεκτρικά πεδία πάνω στα ευαίσθητα είδη, ειδικά στα βενθικά. Η έρευνα γίνεται επιτακτική, όταν το υπεράκτιο αιολικό πάρκο θα εγκατασταθεί σε περιοχές ιδιαίτερης σημασίας για την τροφή και την αναπαραγωγή των ευαίσθητων ειδών (Gill & Taylor, 2001).

5.1.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων

Η φυσική παρουσία των πύργων των ανεμογεννητριών θα μπορούσε να οδηγήσει σε περίθλαση των κυμάτων και των υποθαλάσσιων ρευμάτων ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες ενός αιολικού πάρκου, με αποτέλεσμα την μεταβολή της

υδρογραφίας της περιοχής. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να επηρεάσει την μορφολογία των γειτονικών ακτών, αφού λιγότερη κυματική ενέργεια καταλήγει σε αυτές.

Κατά τη λειτουργία, ενός παράκτιου αιολικού πάρκου και σε πολύ ειδικές περιπτώσεις μπορεί να μεταβληθεί η ροή του νερού πίσω από κάθε πυλώνα με αποτέλεσμα να επηρεαστεί η μεταφορά υλικού και οι ιδιότητες των ιζημάτων στην περιοχή εγκατάστασης του. Η αντίσταση που δημιουργείται στη ροή του νερού από τις εγκαταστάσεις, είναι πιθανό να επηρεάσει τις συνθήκες του ρεύματος και του κύματος της περιοχής, γεγονός το οποίο μπορεί με τη σειρά του να επηρεάσει το ρυθμό της διάβρωσης και της εναπόθεσης του ιζήματος στην περιοχή. (www.offshorewindenergy.org).

5.1.4 Ρύποι

Ρύποι μπορεί να διοχετευτούν στο θαλάσσιο περιβάλλον από τα παράκτια αιολικά πάρκα με δύο τρόπους, είτε ως τυχαίο γεγονός – ατύχημα, είτε ως φυσική φθορά των υλικών των ανεμογεννητριών. Ατυχήματα μπορεί να προκληθούν κατά την διάρκεια συντήρησης των ανεμονεννητριών, από τη σύγκρουση πλοίων τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις ανεμογεννήτριες, αλλά και κατά την κατασκευή και λειτουργία τους (www.offshorewindenergy.org). Επιπλέον, υπάρχει κίνδυνος διαρροής καυσίμων, λιπαντικών ουσιών αλλά και ψυκτικών μιγμάτων από τα κιβώτια ταχυτήτων και τους μετασχηματιστές (Söker et al., 2000). Το μέγεθος της ρύπανσης εξαρτάται κάθε φορά από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και τη φύση των χημικών ουσιών (www.offshorewindenergy.org).

Σε περίπτωση που συγκρουστούν σκάφη που λειτουργούν με πετρέλαιο, οι συνέπειες θα είναι μεγάλες. Το πετρέλαιο ντίζελ, από τα πλοία συντήρησης αποτελεί πολύ μικρότερο κίνδυνο από το πετρέλαιο που προέρχεται από τα μεγάλα πλοία. Κάτι τέτοιο συμβαίνει, γιατί το πετρέλαιο ντίζελ θα εξατμιστεί σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ότι το πετρέλαιο των μεγάλων πλοίων (bunker) (www.offshorewindenergy.org). Με τον όρο bunker, νοούνται γενικά τα υγρά καύσιμα των πλοίων, τα οποία καθιερώθηκε διεθνώς να λέγονται έτσι από την αγγλική ονομασία της δεξαμενής καυσίμων (bunker). Στην προκειμένη περίπτωση, αναφερόμαστε στο πετρέλαιο bunker των μεγάλων πλοίων, δηλαδή το μαζούτ (eur-lex.europa.eu). Καταστρεπτικές θα είναι οι συνέπειες από την ρύπανση που θα προκληθεί από μια σύγκρουση με ένα πετρελαιοφόρο, αφού αυτή η σύγκρουση, θα οδηγήσει σε διαρροή μεγάλων

ποσοτήτων καύσιμου πετρελαίου και πετρελαίου που μεταφέρεται. Το πετρέλαιο bunker είναι πιο καταστρεπτικό εξαιτίας του χαμηλού ρυθμού εξάτμισης του (www.offshorewindenergy.org).

Η ποσότητα του πετρελαίου που διαφεύγει από τις ανεμογεννήτριες δεν αποτελεί πρόβλημα ανησυχίας, αφού οι ανεμογεννήτριες περιέχουν πολύ μικρές ποσότητες πετρελαίου. Επίσης, το πετρέλαιο ντίζελ, μέσα στον υποσταθμό δεν αποτελεί κύριο κίνδυνο, αφού η ποσότητα είναι πολύ λίγη και εξατμίζεται εύκολα. Ζημιά στα θαλάσσια καλώδια, μπορεί να οδηγήσει σε απελευθέρωση ποσοτήτων ορυκτελαίου που χρησιμοποιείται σαν μονωτικό υλικό στα καλώδια. Σαν παράδειγμα, κατά την εγκατάσταση του παράκτιου αιολικού πάρκου στο Middelgrunden, τα θαλάσσια καλώδια υπέστησαν ζημιά τρεις φορές, αλλά παρόλα αυτά δεν υπήρξαν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αφού τα καλώδια δεν περιείχαν πετρέλαιο σαν μονωτικό υλικό (www.offshorewindenergy.org).

Δεδομένου των συνεπειών, οι υπεύθυνοι των αιολικών πάρκων πρέπει να μεριμνήσουν για τη μείωση του κινδύνου της ρύπανσης από ατυχήματα, με την κατάλληλη σήμανση των ανεμογεννητριών. Επιπλέον, ο κίνδυνος ελαχιστοποιείται, με την αποφυγή χρήσης χημικών για την κάλυψη των θεμελίων, του πύργου και των τουρμπινών, υλικά που συχνά χρησιμοποιούνται για να προστατευθούν οι εγκαταστάσεις από το φυσικό θαλάσσιο περιβάλλον (www.offshorewindenergy.org).

5.1.5 Θόρυβος και Δόνηση

Κατά την διάρκεια εγκατάστασης, λειτουργίας και απεγκατάστασης ενός παράκτιου αιολικού πάρκου, παράγεται θόρυβος. Ο θόρυβος διαδίδεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, αλλά και κάτω από αυτή και διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, τον αεροδυναμικό και τον μηχανικό θόρυβο (Evans, 2008).

➤ Θόρυβος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας

Ο αεροδυναμικός θόρυβος είναι συνδεδεμένος με την αλληλεπίδραση της τύρβης με την επιφάνεια των πτερυγίων και είναι ο κύριος μηχανισμός παραγωγής ακουστικού θορύβου. Ο μηχανικός θόρυβος προέρχεται κυρίως από τα μεταλλικά εξαρτήματα που βρίσκονται σε κίνηση ή τριβή μεταξύ τους, δημιουργείται δηλαδή από τον πολλαπλασιαστή, το σύστημα μετάδοσης κίνησης, και τη γεννήτρια. Ο θόρυβος μεταδίδεται μέσω των δομικών στοιχείων της μηχανής και εκπέμπεται από επιφάνειες όπως ο πύργος, τα πτερύγια και η άτρακτος (Θεοφιλογιαννάκος, 2009).

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, ο θόρυβος και οι δονήσεις από τις εργασίες που λαμβάνουν χώρα μπορεί να επηρεάσουν τα πουλιά και τα θαλάσσια θηλαστικά, η επίδραση όμως αυτή θα είναι προσωρινή αφού οι εργασίες είναι μικρής διάρκειας. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αποφεύγονται οι εργασίες σε ευαίσθητες περιόδους όπως της αναπαραγωγής, ιδιαίτερα, αν η περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου βρίσκεται κοντά σε σημαντικές βιολογικές περιοχές (Evans, 2008).

Στην εγκατάσταση αλλά και τη συντήρηση του αιολικού πάρκου απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η συμβολή των πλοίων. Ο θόρυβος των πλοίων εξαρτάται από το μέγεθος και την ταχύτητα τους. Πλοία μεσαίου μεγέθους παράγουν ήχους με συχνότητα κυρίως μεταξύ 10 και 20 Hz και επίπεδα θορύβου μεταξύ 130 και 160 dB στο 1 m.

Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου ο θόρυβος δεν φτάνει ως την ακτή, ώστε να αποτελέσει κίνδυνο ηχορύπανσης για τον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, οι κατασκευαστές των ανεμογεννητριών δεν δίνουν έμφαση στον έλεγχο του θορύβου εφόσον οι ανεμογεννήτριες είναι τοποθετημένες σε μεγάλη απόσταση από την ακτή και τα επίπεδα θορύβου που φτάνουν σε αυτή είναι αμελητέα.

Κατά την απεγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου οι επιπτώσεις από το θόρυβο και τις δονήσεις είναι οι ίδιες με τη φάση της εγκατάστασης (www.offshorewindenergy.org).

➤ **Θόρυβος κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας**

Κατά την εγκατάσταση και την απεγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου ο θόρυβος και οι δονήσεις προέρχονται από τις μηχανές και τα πλοία που συμμετέχουν στις εργασίες, τα εργαλεία για την τοποθέτηση των θεμελίων, τις εκρήξεις και την τοποθέτηση των ανεμογεννητριών. Από μελέτες που πραγματοποιηθήκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο, κατά την διάρκεια εγκατάστασης αιολικού πάρκου, προέκυψαν επίπεδα θορύβου 250 dB στο 1 m κατά την διάρκεια των πασσαλομπήξεων. Αυτά τα υψηλά επίπεδα θορύβου μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη ή μόνιμη βλάβη στο ακουστικό σύστημα των ζώων που βρίσκονται στη ζώνη επίδρασης της περιοχής εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει αρκετή επιστημονική γνώση για να καθοριστούν τα όρια του θορύβου που επιτρέπονται για την αποτροπή των συνεπειών (Nedwell et al., 2008).

Κατά τη φάση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου είναι πιθανό να διαταραχθούν πολλά είδη οργανισμών, και οι επιπτώσεις θα εξαρτηθούν από τη συχνότητα του ήχου, τη διάρκεια του, αλλά κυρίως από την ευαισθησία των ειδών που διαβιούν σε αυτή. Κατά τη διάρκεια των εργασιών εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, ο θόρυβος μπορεί να εκπέμπεται σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 80 km. Οι επιδράσεις στη συμπεριφορά των θαλάσσιων οργανισμών είναι φανερές και ύστερα από πολλά χιλιόμετρα, ίσως και πάνω από 20 km. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα, οι φώκιες να χάσουν την ακοή τους μέχρι και σε απόσταση 1,8 km από το έργο ενώ τα δελφίνια στα 400 m. Επιπλέον, πολλά είδη ψαριών αποπροσανατολίζονται και αποφεύγουν για μικρά χρονικά διαστήματα την περιοχή του έργου, έως ότου συνηθίσουν το θόρυβο, ενώ τα δελφίνια είναι πιθανό να αποπροσανατολιστούν ακόμη και στα 80 km. Παρόλα αυτά, ο θόρυβος και οι δονήσεις κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης θα παύσουν μετά το τέλος των εργασιών (Evans, 2008; www.offshorewindenergy.org).

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του αιολικού πάρκου, ο ήχος παράγεται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων και μεταδίδεται μέσα στο νερό διαμέσου της γεννήτριας. Μετρήσεις των επιπέδων θορύβου που έγιναν στον αέρα στο παράκτιο αιολικό πάρκο Horns Rev της Δανίας, όσο αφορά τις ανεμογεννήτριες και τους μεταφορείς, έδειξαν μια αμελητέα συμβολή στα επίπεδα θορύβου που παράγονται μέσα στο νερό. Ο θόρυβος που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες στον αέρα, δεν είναι μεγαλύτερος από την συχνότητα των 1 kHz, ενώ μέσα στο νερό ξεπερνά τη συχνότητα αυτή. Ο θόρυβος μπορεί να έχει επιρροή στους βενθικούς οργανισμούς στα ψάρια και στα θαλάσσια θηλαστικά στην περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, ενώ οι δονήσεις που παράγονται από τη λειτουργία των τουρμπινών επηρεάζουν με τη σειρά τους, τους θαλάσσιους οργανισμούς στην περιοχή των θεμελιώσεων (Linley et al., 2008).

Σύμφωνα με τους Nedwell et al. (2008), ο θόρυβος που παράγεται κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, μπορεί να γίνει αντιληπτός από είδη ψαρών όπως η ρέγκα και ο βακαλάος σε αποστάσεις πολλών χιλιομέτρων, χωρίς ωστόσο, να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ψαριών. Η απόσταση ανίχνευσης εξαρτάται από το μέγεθος και τον αριθμό των ανεμογεννητριών, τα ακουστικά όργανα των ψαριών, το βάθος του νερού και το στρώμα του πυθμένα. Τα ψάρια παράγουν μια ποικιλία ήχων για να επικοινωνούν μεταξύ τους, και οι ήχοι αυτοί μπορεί να ανακατευτούν με τον ήχο που εκπέμπουν οι ανεμογεννήτριες, με αποτέλεσμα να

επηρεαστεί ο βαθμός αποτελεσματικότητας επικοινωνίας των ψαριών. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν στοιχεία ότι ο ήχος από τις ανεμογεννήτριες προκαλεί ζημιά στο ακουστικό σύστημα των ψαριών, ακόμη και σε μικρές αποστάσεις των λίγων μέτρων (Nedwell et al.,2008).

Από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα αιολικά πάρκα Horns Rev και Nysted προκύπτει, ότι τα επίπεδα θορύβου δεν φαίνεται να προκαλούν ζημιά στα ακουστικά όργανα των θαλάσσιων θηλαστικών και δεν επηρεάζουν την συμπεριφορά τους στην περιοχή γύρω από τις ανεμογεννήτριες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παύση λειτουργίας των ανεμογεννητριών στο αιολικό πάρκο Nysted, κατά την οποία δεν μεταβλήθηκε η παρουσία πληθυσμών φώκιας στην περιοχή (Evans, 2008).

5.1.6 Οπτική Όχληση

Η οπτική όχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να τεθούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Από έρευνες σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι κάποιος που είναι ευνοϊκά διατεθειμένος απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες και οπτικά πολύ πιο εύκολα από κάποιον που είναι αρνητικός εξαρχής. Από τις ίδιες μελέτες, προκύπτει ότι τα αιολικά πάρκα είναι πιο αποδεκτά από αισθητικής άποψης σε ανθρώπους που είναι ενημερωμένοι για τα οφέλη που προέρχονται από την χρήση τους. Δεδομένου βεβαίως ότι οι ανεμογεννήτριες είναι κατ' ανάγκη ορατές από απόσταση, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε τόπου εγκατάστασης και να γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσής τους στο τοπίο (www.cres.gr).

Η οπτική όχληση επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου χώρου εγκατάστασης και εξαρτάται από ένα αριθμό παραγόντων, όπως:

- Το φυσικό μέγεθος των ανεμογεννητριών
- Η απόσταση των ανεμογεννητριών από τον παρατηρητή
- Ο αριθμός και ο σχεδιασμός των ανεμογεννητριών
- Η διάταξη του αιολικού πάρκου
- Η πυκνότητα του τοπικού πληθυσμού μέσα στη ζώνη της οπτικής επιρροής του αιολικού πάρκου
- Ο αριθμός των επισκεπτών της γύρω περιοχής

- Το είδος του τοπίου και η ύπαρξη εναλλακτικών "μη υποβαθμισμένων" περιοχών
- Οι καιρικές συνθήκες και η τοπική τοπογραφία
- Η στάση των ατόμων όσο αφορά στο τοπίο και στο φυσικό κάλλος
- Η αντίληψη των ατόμων για το υπάρχον επίπεδο της οπτικής καλαισθησίας
- Η στάση των ατόμων ως προς την αιολική ενέργεια (www.offshorewindenergy.org).

Προφανώς ο οπτικός αντίκτυπος μικραίνει με την απόσταση στην ακτή, και γενικά υποτίθεται ότι ο οπτικός αντίκτυπος στους θεατές στη στάθμη της θάλασσας είναι αμελητέος όταν βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 8 km από την ακτή (www.offshorewindenergy.org).

5.1.7 Αλιεία

Οι εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων, θα μπορούσαν να ενισχύσουν τα επίπεδα της τοπικής αλιείας στις εκάστοτε περιοχές. Κάτι τέτοιο πραγματοποιείται λόγω της δημιουργίας νέων ενδιαιτημάτων στις περιοχές θεμελιώσεων των ανεμογεννητριών. Τα νέα ενδιαιτήματα, θα προσελκύσουν νέα είδη ψαριών, τα οποία με την σειρά τους μπορεί να αποτελέσουν εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη. Από την άλλη μεριά, το ψάρεμα μπορεί να απαγορευθεί στην περιοχή του αιολικού πάρκου αλλά και στην έκταση που εκτείνονται τα καλώδια προς την ξηρά. Η περιοχή που είναι απαγορευτική για το ψάρεμα μπορεί να έχει μικρή έκταση, αλλά οι επιπτώσεις στην αλιεία είναι σημαντικές (Linley et al., 2008). Θετικές, αναφορικά στους ίδιους τους πληθυσμούς των ψαριών οι οποίοι θα αυξηθούν λόγω της δημιουργίας επιπλέον ενδιαιτημάτων και αρνητικές για τους αλιείς που θα αποκλειστούν από αυτές τις περιοχές ψαρέματος.

5.1.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας

Οι εγκαταστάσεις υπεράκτιων αιολικών πάρκων θα επηρεάσουν τους χρήστες των παράκτιων υδάτων και οι επιπτώσεις αναμένεται να είναι πολύ μεγάλες αν τα πάρκα αναπτύσσονται κοντά σε κύριες γραμμές ναυσιπλοΐας, σε αεροπορικές γραμμές, σε περιοχές που λαμβάνουν χώρα στρατιωτικές δραστηριότητες, αλλά και σε περιοχές σημαντικές για τη χλωρίδα και την πανίδα.

Τα αιολικά πάρκα πρέπει να εγκαθίστανται μακριά από τις εθνικές ή παγκόσμιες γραμμές ναυσιπλοΐας, διότι η κίνηση σε αυτές τις περιοχές είναι ήδη αυξημένη και θα επιβαρυνθεί από την κίνηση λόγω των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με το αιολικό πάρκο.

Απαγορεύεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε στρατιωτικές περιοχές, διότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από τις καλωδιώσεις, πιθανώς, να επηρεάσουν τη λειτουργία των στρατιωτικών ραντάρ.

Η ανάπτυξη ενός αιολικού πάρκου έχει επιπτώσεις στους ψαράδες της περιοχής, με πιο σημαντική την απώλεια των περιοχών ψαρέματος. Επιπλέον, μπορεί να περιορίσει τις δραστηριότητες αναψυχής και να προκαλέσει μείωση στον αριθμό τουριστών που επισκέπτονται την περιοχή (www.offshorewindenergy.org).

5.1.9 Πουλιά

Οι επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στην ορνιθοπανίδα είναι ποικίλες και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως τα ειδικά χαρακτηριστικά του έργου, οι βιότοποι, καθώς και τα είδη και οι πληθυσμοί των πουλιών που επηρεάζονται. Οι δυνητικές επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου στους πληθυσμούς των πουλιών, μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Άμεση θανάτωση λόγω πρόσκρουσης στα πτερύγια των τουρμπινών.
- Ενόχληση που οδηγεί σε εκτόπιση των πουλιών και των γραμμών πτήσεων που αυτά χρησιμοποιούν μακριά από το αιολικό πάρκο, το αποκαλούμενο ως "φράγμα ανάσχεσης" (barrier effect).
- Άμεση απώλεια βιοτόπου σαν αποτέλεσμα της κατασκευής των τουρμπινών και των βοηθητικών τους εγκαταστάσεων (Fielding et.al. 2006, Percival 2006, Langston & Pullan 2004).

Θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης

Άμεση θνησιμότητα ή θανάσιμοι τραυματισμοί πουλιών προκαλούνται όχι μόνο λόγω σύγκρουσης με τα πτερύγια, αλλά και με τους πυλώνες των ανεμογεννητριών. Μελέτες στο παράκτιο αιολικό πάρκο Tunø Knob της Δανίας έδειξαν ότι οι συγκρούσεις πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια των ανεμογεννητριών αποτελούν σπάνιο γεγονός (www.we-at-sea.org). Παρόλα αυτά, η μικρή αυτή αύξηση της θνησιμότητας μπορεί να αποδειχθεί σοβαρή, για είδη όπως τα μεγάλα αρπακτικά

(π.χ. αετοί, γύπες) που αργούν να ωριμάσουν αναπαραγωγικά και επιπλέον έχουν χαμηλή παραγωγικότητα, καθώς και στις περιπτώσεις που αφορά σε σπάνια ή προστατευόμενα είδη (De Lucas et.al. 2004).

Ενόχληση και/ή εκτόπιση

Η εκτόπιση πουλιών από τις περιοχές των παράκτιων αιολικών πάρκων ισοδυναμεί με απώλεια βιοτόπου. Εκτόπιση μπορεί να προκληθεί κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του πάρκου και μπορεί να οφείλεται είτε στην παρουσία των ανεμογεννητριών, είτε στις μετακινήσεις πλοίων και προσωπικού για τη συντήρηση των εγκαταστάσεων. Το μέγεθος της όχλησης ποικίλει, ανάλογα με τη θέση και τα είδη της орνιθοπανίδας που επηρεάζονται και για αυτό πρέπει να εκτιμάται κατά περίπτωση. Οι επιπτώσεις στη συμπεριφορά των πουλιών ποικίλουν όχι μόνο μεταξύ διαφορετικών ειδών αλλά και μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους, ανάλογα με το στάδιο του κύκλου ζωής στο οποίο βρίσκονται (διαχείμαση, πτερόρροια, αναπαραγωγή), το μέγεθος του τοπικού πληθυσμού και το βαθμό εξοικείωσης του πτηνού με το έργο (Percival 2006; www.we-at-sea.org).

Άμεση απώλεια/υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων

Το μέγεθος της άμεσης απώλειας ενδιαιτημάτων λόγω της κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, εξαρτάται από το μέγεθος του πάρκου αλλά, σε γενικές γραμμές είναι μικρό ανά ανεμογεννήτρια. Συνήθως, η άμεση απώλεια ενδιαιτήματος υπολογίζεται στο 2-5% της έκτασης που καταλαμβάνει το πάρκο (Fox et al., 2006).

5.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Συσκευές Μετατροπής της Παλιρροιακής Ενέργειας

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εφαρμογή τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από τη θάλασσα μπορούν να εμφανιστούν σε σύντομα ή μεγάλα χρονικά διαστήματα. Οι βραχυπρόθεσμες επιδράσεις θα εμφανιστούν γενικά κατά τη διάρκεια κατασκευής και απεγκατάστασης του έργου, ενώ οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις τείνουν να είναι χαμηλότερης έντασης, αλλά εμφανίζονται κατά τη διάρκεια λειτουργίας μιας εγκατάστασης (www.awatea.org.nz).

5.2.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού

Κατά τη διάρκεια κατασκευής και απεγκατάστασης του έργου παρατηρείται διατάραξη του πυθμένα και αυξημένη επαναιώρηση των ιζημάτων. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια τη μικρής κλίμακας καταστροφή των βιότοπων αλλά και τοπικών αυξήσεων στη θολότητα του νερού. Επιπλέον, η εναπόθεση ιζημάτων, έχει σημαντικό αντίκτυπο στις τοπικές βενθικές κοινωνίες. Ο βαθμός όμως, της άμεσης φυσικής διαταραχής θα εξαρτηθεί από τις μεθόδους κατασκευής που χρησιμοποιούνται, από τα χαρακτηριστικά του βυθού και το τύπο των ιζημάτων καθώς και από τον αν τα καλώδια σύνδεσης με το δίκτυο τοποθετηθούν στον πυθμένα ή θαφτούν σε αυτόν. (Thrush et al., 2004).

Η εγκατάσταση παλιρροιακών συσκευών για την παραγωγή ενέργειας, θα αλλάξει το καθεστώς της ταχύτητας των ρευμάτων σε τοπικό επίπεδο και θα μειώσει το ύψος των κυμάτων. Οι αλλαγές αυτές θα επηρεάσουν τη μεταφορά, τη διάβρωση, και την ιζηματογένεση των ιζημάτων. Τα μικρότερης ταχύτητας ρεύματα που δημιουργούνται θα αυξήσουν την εναπόθεση του ιζήματος και θα μειώσουν την μεταφορά του. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να προκαλέσουν μεταβολή του υποστρώματος του πυθμένα σε περιοχές που βρίσκονται κατάντη της παλιρροιακής εγκατάστασης. Οι αλλαγές στο υπόστρωμα και κατ' επέκταση οι αλλαγές στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσουν αξιοσημειώτες τοπικές αλλαγές στις κοινότητες των οργανισμών.

Κατά τη λειτουργία, ο σχηματισμός στροβίλων από τα νερά που προέρχονται από τις παλιρροιακές εγκαταστάσεις κατάντη αυτών, μπορεί να οδηγήσει στην εναπόθεση ιζήματος. Παράλληλα η ταχύτητα γύρω από τις κατασκευές θα αυξηθεί και θα οδηγήσει σε διάβρωση του ιζήματος, γεγονός που μπορεί να διαταράξει τη

βενθική κοινότητα. Επιπλέον, αναμένεται να προκληθεί διάβρωση του ιζήματος σε μεγαλύτερη όμως κλίμακα, σε περιοχές μεταξύ πολλών παλιρροιών. Οι αλλαγές στο υπόστρωμα και κατ' επέκταση στα ενδιαιτήματα της εκάστοτε περιοχής, θα προκαλέσουν αλλαγές, τοπικού χαρακτήρα στις κοινότητες φυτών και ζώων (depts.washington.edu, www1.eere.energy.gov).

5.2.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία

Τα υποβρύχια καλώδια θα χρησιμοποιηθούν για να διαβιβάσουν την ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ των στροβίλων, μεταξύ της σειράς και ενός υποβρύχιου μετασχηματιστή τάσης και από το μετασχηματιστή ή τη σειρά στην ακτή. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαβιβάζεται μέσω των καλωδίων θα προκαλέσει μαγνητικά πεδία σε άμεση εγγύτητα, το οποίο μπορεί στη συνέχεια να προκαλέσει ένα δευτερεύον ηλεκτρικό πεδίο καθώς οι οργανισμοί κινούνται μέσω των μαγνητικών πεδίων (www1.eere.energy.gov).

Διάφορα θαλάσσια είδη χρησιμοποιούν μαγνητικά και ηλεκτρικά πεδία για να εντοπίσουν και να προσεγγίσουν το θήραμά τους. Τα ηλεκτρικά πεδία είναι ανάλογα προς την τάση σε ένα καλώδιο, και τα μαγνητικά πεδία είναι ανάλογα προς το ρεύμα. Όλα τα ψάρια είναι ευαίσθητα σε μεγαλύτερη ή μικρότερη έκταση στα ηλεκτρικά πεδία. Οι καρχαρίες και τα σαλάχια μπορούν να εντοπίσουν το θήραμά τους χρησιμοποιώντας το πεδίο που εκπέμπεται από τα ψάρια και επίσης να κινηθούν χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Τα ευαίσθητα στα ηλεκτρικά πεδία είδη μπορούν είτε να προσελκυσθούν είτε να απωθηθούν από τέτοια πεδία, ανάλογα με τη δύναμή τους. Εάν οι καρχαρίες προσελκύνονται από τα πεδία που εκπέμπονται από τα καλώδια, οι επιθέσεις τους σε αυτά μπορούν να προκαλέσουν ζημία στο καλώδιο, αν και η πιθανότητα τέτοιων επιθέσεων θα μειωθεί αρκετά εάν το καλώδιο προστατεύεται κατάλληλα (www.awatea.org.nz).

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου, όσο αλλάζει το ρεύμα και η τάση. Τα ηλεκτρικά πεδία είναι εξαιρετικά μειωμένα από τη μεταλλική επένδυση γύρω από τα καλώδια. Τα μαγνητικά πεδία, ωστόσο, διαπερνούν τα περισσότερα υλικά, αλλά η ισχύ τους μειώνεται γρήγορα με την αυξανόμενη απόσταση από το καλώδιο. Τα στατικά πεδία από τα καλώδια με συνεχές ρεύμα είναι απίθανο να βλάψουν τα θαλάσσια θηλαστικά, όμως, τα χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρομαγνητικά πεδία (κυρίως τα μαγνητικά πεδία) που συνδέονται με καλώδια

εναλλασσόμενου ρεύματος μπορεί να αποτελούν θέμα ανησυχίας (Fortune et al., 2009; www.sd-commission.org.uk).

5.2.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων

Όλα τα θαλάσσια περιβάλλοντα, ειδικά εκείνα με υψηλή παλιρροιακή ενέργεια έχουν πολύπλοκες δυναμικές μεταφορές της παλίρροιας και του ιζήματος. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας έχουν τη δυνατότητα να τροποποιήσουν αυτές τις δυναμικές μέσω της μεταφοράς της παλιρροιακής ενέργειας. Ενδεχομένως, η εξαγωγή της ενέργειας ή η τροποποίηση της μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές που αφορούν την παλιρροιακή ροή και κατεύθυνση του νερού. Εντούτοις, τα αιωρούμενα ιζήματα, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους, έχουν διαφορετικές ταχύτητες. Όταν η ταχύτητα τους μειώνεται, οι αιωρούμενοι κόκκοι του ιζήματος, εναποτίθενται. Η εναπόθεση αυτή, έξω από το σύνηθες φυσικό όριο εναπόθεσης μιας περιοχής, θα προκαλέσει αλλαγές στην υδάτινη στήλη και στη συνέχεια στην ποιότητα του νερού. Μια τέτοια εναπόθεση, μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλαγές στην τοπική δυναμική του βυθού και των ιζημάτων της περιοχής.

Οι προαναφερθέντες μεταβολές μπορούν να προκαλέσουν είτε θετικές είτε αρνητικές επιπτώσεις όσο αφορά το θαλάσσιο περιβάλλον. Για παράδειγμα, η πρόωρη εναπόθεση μπορεί να δημιουργήσει νέους βιοτόπους και μπορεί να οδηγήσει στον αποικισμό τους από βενθικές κοινότητες (Ball, 2002).

5.2.4 Ρύποι

Ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται από την εκάστοτε παλιρροιακή εγκατάσταση διάφοροι τύποι επικίνδυνων χημικών ουσιών θα μπορούσαν να προκύψουν στο θαλάσσιο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, της λειτουργίας, και της απεγκατάστασης του έργου.

Οι χημικοί αυτοί παράγοντες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. α) τυχαία απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων λιπαντικών ουσιών, καυσίμων των σκαφών, ή άλλων βασισμένων στο πετρέλαιο προϊόντων, β) χρόνια απελευθέρωση τοξικών μολυσματικών παραγόντων από τα αντιδιαβρωτικά επιστρώματα που χρησιμοποιούνται στις παλιρροιακές συσκευές που ενδεχομένως θα έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού και των ιζημάτων (Polagye, et al., 2010).

Τα τοξικά χημικά υλικά που χρησιμοποιούνται για να συντηρήσουν ή να επιδιορθώσουν τις παλιρροιακές κατασκευές, σε περιοχές με μαλακό πυθμένα, μπορεί να τροφοδοτήσουν με τοξίνες τα ιζήματα των γύρω περιοχών. Η έντονη καθίζηση μπορεί να αυξήσει τη συσσώρευση τοξικών ουσιών στα ιζήματα. Ακόμη, οι τοξικές ουσίες μπορούν να διαχέονται στη στήλη του νερού όπου οι χαμηλές συγκεντρώσεις δεν είναι άμεσα θανατηφόρες. Όμως, μπορούν να προκαλέσουν επιπτώσεις στα αισθητήρια όργανα, την ανάπτυξη και τη συμπεριφορά των θαλάσσιων οργανισμών. Επίσης, έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύονται στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα (Fortune et al., 2009; www1.eere.energy.gov).

5.2.5 Θόρυβος και Δόνηση

Οι συσκευές παλιρροιακής ενέργειας δημιουργούν θόρυβο τόσο επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, όσο και κάτω από αυτή. Κάτι τέτοιο παρατηρείται κατά τη διάρκεια παραγωγής της ενέργειας, αλλά συνήθως είναι αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής, συντήρησης και απεγκατάστασης της συσκευής (www.sd-commission.org.uk).

Ο θόρυβος και οι δονήσεις διαδίδονται ιδιαίτερα καλά μέσω του νερού, και μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή τους. Κατά τη διάρκεια των σταδίων κατασκευής και απεγκατάστασης τα επίπεδα του θορύβου μπορούν να αυξηθούν ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων θεμελίωσης, τοποθέτησης των καλωδίων, κατασκευής δομών στο πυθμένα της θάλασσας για την προστασία των θεμελιώσεων, αλλά και της αυξημένης κίνησης των πλοίων που συμμετέχουν στην τοποθέτηση των συσκευών (www.sd-commission.org.uk).

Ο θόρυβος και οι δονήσεις κατά τη διάρκεια κατασκευής μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην ακοή των θαλάσσιων ειδών σε απόσταση 100 m από την πηγή και αναμένεται να αναγκάσουν τους οργανισμούς να αποφεύγουν την περιοχή. Οι εργασίες θεμελίωσης μπορούν να δημιουργήσουν θόρυβο μέχρι και 200 dB οδηγώντας έτσι σε θνησιμότητα των θαλάσσιων θηλαστικών (Nedwell & Howell 2004).

Ο θόρυβος που παράγεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των διαφορετικών παλιρροιακών τεχνολογιών είναι σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο από το θόρυβο που παράγεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή απεγκατάστασης, αν και η διάρκεια της παραγωγής του θορύβου είναι πιο μακροχρόνια. Οι μετρήσεις του

θορύβου που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, από τις παλιρροϊκές τουρμπίνες δείχνουν ότι τα επίπεδα στην πηγή μπορεί να υπερβαίνουν τα 120 dB, το όριο διατάραξης των θαλάσσιων θηλαστικών, αλλά είναι κάτω από το όριο των 180 dB, που οδηγεί στην απώλεια ακοής ή στην τραυματισμό των θαλάσσιων θηλαστικών.

Η μαζική παραγωγή θορύβου από μεγάλο αριθμό παλιρροϊκών τουρμπινών έχει τη δυνατότητα να συγκαλύψει τους ήχους που παράγονται από τους υδρόβιους οργανισμούς στην περιοχή της εγκατάστασης. Αυτό το γεγονός μπορεί να αποτελέσει αρνητική επίπτωση γιατί ενδεχομένως να οδηγήσει στον αποπροσανατολισμό των υδρόβιων οργανισμών (depts.washington.edu).

Οι εκτεταμένες δονήσεις μπορεί να προκαλέσουν άμεσες επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της ρευστοποίησης του πυθμένα, της αύξησης της θολότητας της υδάτινης στήλης και τη διατάραξη των βενθικών κοινοτήτων. Αυτό όμως, εξαρτάται από το είδος του θαλάσσιου πυθμένα και τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων και ως εκ τούτου δεν αναμένονται σοβαρές δυσμενείς επιπτώσεις (Ball, 2002).

5.2.6 Οπτική Όχληση

Οι παλιρροϊκές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι έξαλες αλλά και ύφαλες και να βρίσκονται τοποθετημένες σε μικρή ή και μεγαλύτερη απόσταση από την ακτή. Η οπτική όχληση των παλιρροϊκών εγκαταστάσεων εξαρτάται από αυτούς τους παράγοντες καθώς επίσης και από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Η απόσταση των 15 km από την ακτή έχει προταθεί ως το ανώτατο όριο οπτικής όχλησης. Ανάλογα με την τεχνολογία της κάθε εγκατάστασης αλλά και την απόσταση της από την επιφάνεια της θάλασσας διαφοροποιείται και ο βαθμός της αισθητικής παρέμβασης. Ακόμα και οι ύφαλες συσκευές απαιτούν ειδική σήμανση για λόγους ασφάλειας της ναυσιπλοΐας και συνεισφέρουν και αυτές ελάχιστα στην οπτική όχληση του εκάστοτε τοπίου.

Οπτικές επιπτώσεις δεν παρουσιάζονται μόνο κατά τη διάρκεια λειτουργίας μιας παλιρροϊκής συσκευής. Τα στάδια κατασκευής, συντήρησης και απεγκατάστασης των παλιρροϊκών διατάξεων επίσης επιφέρουν προσωρινές οπτικές επιδράσεις, ως αποτέλεσμα χρήσης ειδικών σκαφών, φορτηγίδων και βαριών μηχανημάτων.

Οι επίγειες κατασκευές που συνδέονται με τις συσκευές παλιρροιακής ενέργειας (υποσταθμοί, πυλώνες) μπορούν επίσης να έχουν επιπτώσεις στην αξία του τοπίου που είναι εγκαταστημένη η συσκευή, ιδιαίτερα κατά μήκος των "παρθένων ακτών" που δεν έχουν υποστεί καμία ανθρώπινη παρέμβαση (www.sd-commission.org.uk).

5.2.7 Αλιεία

Σε περιοχές με ισχυρά παλιρροιακά ρεύματα οι αλιευτικές δραστηριότητες είναι περιορισμένες. Οι παλιρροιακές κατασκευές περιορίζουν το εύρος των περιοχών ψαρέματος και μπορεί να ασκήσουν έτσι, αρνητική επίδραση στην βιομηχανία αλιείας. Ωστόσο, κατά την εγκατάσταση μιας παλιρροιακής κατασκευής η περιοχή θα αποτελέσει γρήγορα ενδιαίτημα για πολλά θαλάσσια είδη, οδηγώντας σε αύξηση της βιοποικιλότητας στην περιοχή. Τα θεμέλια των κατασκευών θα λειτουργήσουν ως τεχνητοί ύφαλοι αφού προσφέρουν σκληρό υπόστρωμα στον βυθό κατάλληλο για τη δημιουργία νέας αποικίας θαλάσσιων οργανισμών. Στην αρχή θα προσελκυσθούν σκουλήκια και ασπόνδυλα, τα οποία κολλούν πάνω στις επιφάνειες των θεμελίων και σε επόμενη φάση, όταν αυτά καλυφθούν και προσομοιωθούν σε φυσικό καταφύγιο, θα ακολουθήσουν τα ψάρια. Με την πάροδο του χρόνου λοιπόν, το θαλάσσιο περιβάλλον θα προσαρμοστεί στη μεταβολή του υδροδυναμικού καθεστώτος και η εγκατάσταση θα αποτελέσει μέρος ανάπτυξης της υδρόβιας ζωής με τη δημιουργία νέων ενδιαιτημάτων. Έτσι, η αλιεία της περιοχής θα αυξηθεί λόγω του αποικισμού των δομών των συσκευών με νέα είδη και της ελάττωσης των δραστηριοτήτων ψαρέματος (www.sd-commission.org.uk).

5.2.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας

Η τοποθέτηση παλιρροιακών κατασκευών θα επηρεάσει τους χρήστες των παράκτιων υδάτων. Οι κίνδυνοι για την πλοήγηση από τις παλιρροιακές εγκαταστάσεις θα είναι ελάχιστοι, αν βρίσκονται μακριά από τις κύριες γραμμές ναυσιπλοΐας και σημαθούν με επαρκή φώτα και σημαδούρες (www.sd-commission.org.uk).

Οι παλιρροιακές εγκαταστάσεις στην πλειοψηφία τους βρίσκονται σε περιοχές με υψηλές ταχύτητες ρευμάτων, κοντά σε βραχώδεις ακτές, όπου δεν υπάρχουν θαλάσσιες οδοί. Όλα τα προγράμματα που έχουν εφαρμοστεί μέχρι και σήμερα έχουν

θεωρήσει ως δεδομένο ότι μόνο οι περιοχές που βρίσκονται εκτός των κύριων γραμμών ναυσιπλοΐας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση συστημάτων παλιρροιακής ενέργειας (tidalelectric.com).

Τα σκάφη αναψυχής δεν επηρεάζονται πάντα, διότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις είναι τοποθετημένες αρκετά μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι χρήστες των σκαφών αναψυχής θα μπορούσαν ενδεχομένως να επωφεληθούν από την περιοχή των ήρεμων υδάτων, που δημιουργείται γύρω από την περιοχή εγκατάστασης της συσκευής (www.sd-commission.org.uk).

5.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Συσκευές Μετατροπής της Κυματικής Ενέργειας

5.3.1 Επαναιώρηση Ιζημάτων και Θολότητα Νερού

Οι εγκαταστάσεις για τη συλλογή της κυματικής ενέργειας μπορεί να έχουν ποικιλία επιπτώσεων στην κάθετη ανάμιξη των ρευμάτων, στη διάδοση της παλίρροιας, στην κατεύθυνση των ρευμάτων και κυρίως στο καθεστώς των κυμάτων. Οι υπεράκτιες συσκευές κυματικής ενέργειας μπορεί να μειώσουν την ενέργεια των κυμάτων στην ακτή, ιδιαίτερα αν έχουν τοποθετηθεί μεγάλες διατάξεις αυτών των συσκευών, επηρεάζοντας έτσι τις κοινωνίες των φυτών και των ζώων της εκάστοτε περιοχής (Hans Christian Soerensen et al, 2003). Ορισμένες συσκευές, για παράδειγμα η Tarchan συλλέγουν την κυματική ενέργεια αυξάνοντας το ύψος του κύματος (με την χρήση εμποδίων) και το διοχετεύουν σε μια υπερυψωμένη δεξαμενή. Αν διατάξεις τέτοιων συσκευών τοποθετηθούν στην ακτή, θα μπορούσαν να αλλάξουν την μορφή της ακτογραμμής, μέσω της αυξημένης διάβρωσης στην περιοχή συγκέντρωσης των κυμάτων και της αυξανόμενης απόθεσης ιζημάτων στις παρακείμενες περιοχές (www.wwf.org.uk).

Η μοντελοποίηση που διενεργήθηκε για την αξιολόγηση των συσκευών κυματικής ενέργειας σε υπεράκτιες ζώνες πέραν των ακτών της Outer Hebrides, ανέφερε ότι οι διατάξεις - συσκευές που συντονίζονται σε περιόδους με κύματα μέτριου ύψους και τοποθετούνται σε μεγάλη απόσταση από την ακτή, της τάξης μερικών χιλιομέτρων, οδηγούν στη μείωση του ύψους του κύματος στην ακτή και ευνοούν την απόθεση ιζημάτων. Η έκταση της ιζηματοπόθεσης εξαρτάται από το ποσό των ιζημάτων που διατίθενται προς μεταφορά και εναπόθεση. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του πρωτότυπου της συσκευής Osprey στην περιοχή Dounreay οδήγησε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν ανεπαρκή στοιχεία για τη συμπεριφορά των ιζημάτων σε αυτά τα βάθη των υδάτων, ώστε να είναι δυνατή η ποσοτική αξιολόγηση των πιθανών διαταραχών. Εντούτοις, θεωρήθηκε απίθανο ότι θα υπάρξει κάποια σημαντική συσσώρευση ιζημάτων στις περιοχές που παρατηρείται μείωση της κυματικής δραστηριότητας πίσω από τις συσκευές (www.see.ed.ac.uk, www.wwf.org.uk).

Κατά την εγκατάσταση και την αρχική λειτουργία των κυματικών συσκευών, θα επηρεαστεί προσωρινά η ποιότητα των υδάτων εξαιτίας της αύξησης των

αιωρούμενων ιζημάτων και θα προκληθεί θολότητα. Η αναστολή της ανοξίας των ιζημάτων μπορεί να οδηγήσει σε προσωρινή και τοπική πτώση της περιεκτικότητας του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο, όμως με την ανάμιξη του με τα πλούσια σε οξυγόνο θαλάσσια ρεύματα, οι επιπτώσεις θα μειωθούν. Η εγκατάσταση των κατασκευών στήριξης (θεμέλια) και τα καλώδια των συσκευών κυματικής ενέργειας, μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές στη θαλάσσια ζωή του πυθμένα και συμπίεση του υποστρώματος του. Ωστόσο, κάθε τέτοια διαταραχή εκτιμάται ότι θα είναι προσωρινή, καθώς και η βιοποικιλότητα των περιοχών αυτών είναι πιθανό να ανακάμψει (www1.eere.energy.gov).

5.3.2 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία

Η εγκατάσταση των περισσότερων τεχνολογιών κυματικής ενέργειας προϋποθέτει τη σύνδεση των συσκευών στο πυθμένα της θάλασσας με πασσάλους ή άγκυρες και την τοποθέτηση καλωδίων. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας προς την ακτή επιτυγχάνεται μέσω των καλωδίων που είναι θαμμένα στο βυθό της θάλασσας ή τοποθετημένα στην επιφάνεια του. Οι κινήσεις των συστημάτων πρόσδεσης των συσκευών ή των καλωδίων μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας κατά μήκος του πυθμένα της θάλασσας, θα μπορούσε να είναι μια διαρκής πηγή διατάραξης του ενδιαιτήματος κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη θαλάσσια ζωή που είναι πολύ ευαίσθητη σε αυτά, βασιζόμενες όμως σε ελάχιστες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής (H. T. Harvey & Associates, 2008). Επιπλέον, υπάρχει ανησυχία σχετικά με τον τρόπο που τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ενδέχεται να επηρεάσουν τα σήματα "πλοήγησης" που εκπέμπουν τα μεταναστευτικά είδη, όπως είναι οι χελώνες και τα θαλάσσια θηλαστικά (φώκιες, φάλαινες) (www.awatea.org.nz).

5.3.3 Αλλαγές στο Καθεστώς των Ρευμάτων

Οι μεγάλες εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας μπορεί να έχουν επιπτώσεις στα θαλάσσια ρεύματα και την υδρογραφία, αφού ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας των κυμάτων συλλέγεται ή ανακλάται. Οι επιπτώσεις εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την περιοχή που καλύπτει η εγκατάσταση, την ισχύ των μετατροπέων της κυματικής ενέργειας και την απόσταση τους από την ακτή. Για παράδειγμα, σταθερές

δομές όπως η Osprey, πιθανότατα να μεταβάλλουν πιο εύκολα το καθεστώς του κύματος σε σχέση με τις πλωτές συσκευές.

Η μείωση της κυματικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές στα ρεύματα που αναπτύσσονται μακριά από την ακτή, σε μείωση του πλάτους και της ενέργειας της ζώνης θραύσης των κυμάτων, και σε αλλαγές στη διάβρωση και στην εναπόθεση των ιζημάτων κυρίως σε αμμώδεις παραλίες (H. T. Harvey & Associates, 2008).

5.3.4 Ρύποι

Κατά την εγκατάσταση και λειτουργία των κυματικών συσκευών, η ποιότητα του νερού μπορεί να επηρεαστεί από τη κίνηση των θαμμένων ιζημάτων στα οποία περιέχονται "ρύποι". Η εκσκαφή για την εγκατάσταση των τουρμπινών, η τοποθέτηση των κατασκευών, καθώς και τα καλώδια μπορούν να ελευθερώσουν τους ρύπους που έχουν απορροφηθεί από τα ιζήματα, αποτελώντας απειλή για την ποιότητα των υδάτων και τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς μπορεί να κυμαίνονται από μια προσωρινή υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων για παράδειγμα, τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου μέχρι τη βιοτοξικότητα και βιοσυσσώρευση των πρωτύτερα θαμμένων επιβλαβών συστατικών, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα (www1.eere.energy.gov).

Οι συσκευές που έχουν κατασκευαστεί για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας περιέχουν πετρέλαιο, καθώς και ορισμένα υδραυλικά ρευστά. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους υπάρχει πιθανότητα σύγκρουσης τους με αντικείμενα που πλέουν στον ωκεανό (κούτσουρα, βάρκες) με αποτέλεσμα αυτά τα ρευστά να απελευθερωθούν στο νερό. Οι επιπτώσεις που θα προκληθούν θα είναι εξαιρετικά σοβαρές για τους οργανισμούς που διαβιούν στην εκάστοτε περιοχή (H. T. Harvey & Associates, 2008).

Πιο συγκεκριμένα, τα θαλασσοπούλια που επιπλέουν σε κοντινές αποστάσεις από τις συσκευές κυματικής ενέργειας θα τραυματιστούν όταν το φτέρωμα τους έρθει σε επαφή με αυτές τις ενώσεις. Για ορισμένα είδη ο κίνδυνος θα είναι ακόμα μεγαλύτερος καθώς επιπλέουν στο νερό για αρκετές ώρες και σε μεγάλους αριθμούς ατόμων. Αναλυτικότερα, η επαφή τους με τις πετροχημικές ενώσεις τους προκαλεί υποθερμία, απώλεια τροφής και τροφική δηλητηρίαση (Mazet et al. 2002).

Τα θαλάσσια θηλαστικά είναι επίσης ευαίσθητα στο πετρέλαιο και στα

παράγωγά του. Υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού, θανάτου λόγω κατάποσης του πετρελαίου, υποθερμίας, καθώς και αισθητή μείωση του πληθυσμού τους (Matkin et al. 2008).

5.3.5 Θόρυβος και Δόνηση

Ο θόρυβος από τις εγκαταστάσεις για τη συλλογή της κυματικής ενέργειας προκύπτει, λόγω κίνησης των μηχανικών μερών της κατασκευής (αεροδυναμικός θόρυβος) και τη μετάδοση της δύναμης και της ορμής στο σύστημα μετατροπής (μηχανικός θόρυβος). Τα αποτελέσματα του θορύβου εξαρτώνται πρώτιστα από το επίπεδο και το χαρακτήρα του θορύβου που εκπέμπεται, την απόσταση των εγκαταστάσεων από τους πιθανούς ευαίσθητους δέκτες, τις κατευθύνσεις του αέρα και τα επίπεδα του παρασιτικού θορύβου (θραύση κυμάτων) (Hans Christian Soerensen et al, 2003).

Ο θόρυβος μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:

➤ Θόρυβος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, ο εξωτερικός θόρυβος από τις εργασίες είναι αναμενόμενο ότι θα επηρεάσει τα πουλιά και τα θαλάσσια θηλαστικά, αλλά αφού οι εργασίες έχουν μικρή διάρκεια, οι επιδράσεις θα είναι προσωρινές. Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια των ευαίσθητων περιόδων, όπως είναι οι περίοδοι αναπαραγωγής, οι εργασίες στην εκάστοτε περιοχή θα πρέπει να παύουν αν η θέση κατασκευής είναι κοντά σε περιοχές βιολογικού ενδιαφέροντος. Το γεγονός αυτό μπορεί να έρθει σε αντίθεση με τους υπεύθυνους των προγραμμάτων κυματικής ενέργειας όταν επικρατούν καλές καιρικές συνθήκες που είναι ιδανικές για τις εργασίες κατασκευής (Hans Christian Soerensen et al, 2003) .

➤ Θόρυβος κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, ο υποθαλάσσιος θόρυβος μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά, στα ψάρια και στους βενθικούς οργανισμούς. Παρόλα αυτά, το αποτέλεσμα θα είναι προσωρινό, αλλά οι ευαίσθητες περίοδοι θα πρέπει να αποφεύγονται, για παράδειγμα, την περίοδο γένεσης των προνυμφών των ψαριών. Οι εργασίες κατασκευής σε ευαίσθητες περιόδους μπορεί να οδηγήσουν σε ένα υψηλό ποσοστό θνησιμότητας των ψαριών.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, ο θόρυβος από τους μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων μπορεί να μεταδοθεί στο νερό με δύο τρόπους: ο θόρυβος που εισέρχεται στο νερό μέσω του αέρα, ή ο θόρυβος που μεταδίδεται στο νερό. Η συχνότητα και το επίπεδο του υποθαλάσσιου θορύβου καθορίζεται από τον τρόπο που είναι κατασκευασμένη η συσκευή της κυματικής ενέργειας. Ωστόσο, ο υποθαλάσσιος θόρυβος για να προκαλέσει επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς θα πρέπει να υπερβαίνει το επίπεδο του ήδη υπάρχοντος υποθαλάσσιου θορύβου (θόρυβος περιβάλλοντος, ιδίως από τα πλοία) (Hans Christian Soerensen et al, 2003).

Αναλυτικότερα, υποθαλάσσια ο ήχος μπορεί διαχέεται και σε μακρινές αποστάσεις γεγονός το οποίο μπορεί να έχει επιπτώσεις στην κίνηση και στα όργανα επικοινωνίας ορισμένων θαλάσσιων οργανισμών. Τα μεγάλα θαλάσσια θηλαστικά είναι απίθανο να επηρεαστούν, για παράδειγμα μεγάλο μέρος του θορύβου που ενδέχεται να παραχθεί είναι κάτω από το όριο συχνότητας των δελφινιών (www.wwf.org.uk).

Οι δονήσεις που προκαλούνται από τις τουρμπίνες των συσκευών πιθανών να επηρεάζουν τους θαλάσσιους οργανισμούς, αλλά μέχρι στιγμής οι επιπτώσεις τους είναι σχεδόν άγνωστες. Οι συχνότητες και τα μεγέθη του θορύβου παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών, αλλά στοιχεία δεν είναι προς το παρόν διαθέσιμα στο κοινό. Μόνο οι μετρήσεις και οι μελέτες επιπτώσεων μετά την κατασκευή, θα αποκαλύψουν εάν πραγματικά ο υποθαλάσσιος θόρυβος θα επηρεάσει τα θαλάσσια θηλαστικά (Hans Christian Soerensen et al, 2003).

5.3.6 Οπτική Όχληση

Η οπτική όχληση εξαρτάται από τον τύπο της κυματικής συσκευής, την απόσταση αυτής από την ακτή, τις καιρικές συνθήκες, καθώς και το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας στο οποίο βρίσκεται ο παρατηρητής (Hans Christian Soerensen et al, 2003). Τα πλωτά συστήματα και οι πλωτές εξέδρες που απέχουν αρκετά χιλιόμετρα από τη στεριά είναι πιθανό να προκαλούν ελάχιστη οπτική όχληση λόγω του χαμηλού ύψους τους πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι υποθαλάσσιες συσκευές δεν είναι ορατές, εκτός από τα καλώδια που είναι συνδεδεμένα με τη ξηρά και το δίκτυο μεταφοράς, τα οποία μπορούν να συμβάλουν και αυτά στην οπτική όχληση της περιοχής. Καθώς μεγάλο μέρος της παράκτιας ζώνης είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τον τουρισμό, κατασκευές χωρίς οπτικό

αντίκτυπο μπορεί να αποτελούν σημαντικό στοιχείο για την ανάπτυξη των υπεράκτιων θαλάσσιων ανανεώσιμων πηγών (www.wwf.org.uk).

Συσκευές εγκατεστημένες στην ακτογραμμή ή κοντά σε αυτή, είναι πιθανό να έχουν κάποια οπτική επίδραση. Τέτοια συστήματα δεν ενδείκνυνται σε περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως παραλίες και σε περιοχές που χρησιμοποιούνται για λόγους αναψυχής (Thorpe, 1999). Εν τούτοις, η τοποθέτηση των συσκευών σε βραχώδεις ακτές υψηλής ενέργειας, δεν είναι πιθανό να παρουσιάσουν σημαντικές συγκρούσεις με άλλες χρήσεις της παράκτιας ζώνης, όπως για παράδειγμα τον τουρισμό. Παρόλα αυτά, αυτές οι ακτές εκτιμώνται για την άγρια ομορφιά τους, και η κατασκευή μιας τέτοιας συσκευής στην ακτογραμμή θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι δυσφημεί τη συνολική αισθητική αξία του χώρου (www.wwf.org.uk).

5.3.7 Αλιεία

Οι συσκευές κυματικής ενέργειας καταλαμβάνουν μια μικρή περιοχή της θάλασσας που συνήθως απομονώνεται από άλλες χρήσεις όπως η αλιεία. Η απαγορευμένη περιοχή περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση αλλά και μια μικρή ζώνη ασφαλείας γύρω από αυτή. Επιπλέον, απαγορευμένες περιοχές για την εμπορική αλιεία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν οι περιοχές όπου έχουν τοποθετηθεί τα υποθαλάσσια καλώδια μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω πιθανότητας πρόκλησης ζημίας σε αυτά. Ο καθορισμός όμως περιοχών στις οποίες περιορίζεται η αλιεία μπορεί έμμεσα να ωφελήσει τον κλάδο της αλιείας, διότι στις περιοχές αυτές θα αυξηθούν οι πληθυσμοί των ψαριών. Πρακτικά, αυτό επιτυγχάνεται, διότι τα υποθαλάσσια μέρη των εγκαταστάσεων κυματικής ενέργειας λειτουργούν ως τεχνητοί σκόπελοι που μπορούν να παρέχουν καταφύγιο για τα ψάρια καθώς και ένα νέο ενδιαίτημα, αυξάνοντας έτσι την αφθονία των ψαριών στην περιοχή της εγκατάστασης. Συνολικά, οι εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας δεν αναμένεται να έχουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην αλιεία αν αποφευχθούν οι ευαίσθητες παράκτιες ζώνες (www1.eere.energy.gov).

5.3.8 Σύγκρουση Μεταξύ των Χρηστών της Θάλασσας

Η τοποθέτηση συσκευών κυματικής ενέργειας θα επηρεάσει τους χρήστες των παράκτιων υδάτων και τις δραστηριότητές τους. Οι συσκευές αυτές μπορεί να προκαλέσουν κινδύνους στη ναυτιλία (σύγκρουση πλοίων), λόγω του χαμηλού ύψους

τους πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, που τις καθιστά δύσκολο να εντοπιστούν οπτικά. Στις περιπτώσεις των μεμονωμένων συσκευών, ο κίνδυνος θα μπορούσε να ελαχιστοποιηθεί με την καταγραφή των θέσεων τους σε ναυτικούς χάρτες αλλά και μέσω της σήμανσής τους με ανακλαστικά χρώματα, φώτα και αναμεταδότες.

Επιπλέον, πρόβλημα αποτελεί η εγκατάσταση των συσκευών αυτών σε περιοχές που ήδη υποστηρίζουν οικονομικές δραστηριότητες όπως αλιευτικά μέρη ή εγκαταστάσεις ιχθυοκαλλιεργειών. Για λόγους ασφαλείας μπορεί να είναι επιθυμητή η θέσπιση ζώνης αποκλεισμού γύρω από τις συσκευές κυματικής ενέργειας, για την προστασία των γραμμών πρόσδεσης και ελλιμενισμού, κάτι τέτοιο όμως θα μπορούσε να επηρεάσει τις άλλες δραστηριότητες της περιοχής, ιδιαίτερα εάν υπάρχει εκτενή διάταξη συσκευών.

Τέλος, συγκρούσεις θα μπορούσαν να προκύψουν από την εγκατάσταση των συσκευών κυματικής ενέργειας αν θεωρηθεί ότι παρεμποδίζουν άλλες πιθανές χρήσεις της παράκτιας ζώνης, όπως η χρήση της παραλίας, η παρουσία σκαφών αναψυχής και τα θαλάσσια σπορ. Η χρήση της παραλίας δεν επηρεάζεται έντονα, διότι οι εγκαταστάσεις κατά κανόνα τοποθετούνται σε περιβάλλοντα υψηλής ενέργειας, κυρίως σε εκτεθειμένες βραχώδεις ακτές. Ορισμένες ψυχαγωγικές δραστηριότητες όπως το windsurfing και η ιστιοπλοΐα θα μπορούσαν ενδεχομένως να επωφεληθούν από την δημιουργία πιο προστατευόμενων περιοχών (www.wwf.org.uk).

6. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ

6.1 Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στην Ιρλανδική Θάλασσα

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο North Hoyle βρίσκεται περίπου 7,5 χιλιόμετρα βορείως των ακτών Prestatyn και Rhyl στη Βόρεια Ουαλία και καλύπτει έκταση περίπου 10 km² (www.rwe.com).



Εικόνα 6.1: Γεωγραφική θέση του υπεράκτιο αιολικού πάρκου North Hoyle (www.postcode-info.co.uk, en.wikipedia.org, www.rwe.com)

6.1.1 Περιγραφή του Υπεράκτιου Αιολικού Πάρκου North Hoyle

Πρόκειται για μια σειρά από τριάντα ανεμογεννήτριες εγκατεστημένες σε βάθος 10 μέτρων περίπου, που συνδέονται με τη ξηρά με τρεις υποθαλάσσιες γραμμές, κατάλληλα προστατευμένες και εγκατεστημένες στον πυθμένα, μέσα σε μια ζώνη συνολικού πλάτους 30 μέτρων. Οι ανεμογεννήτριες είναι οριζοντίου άξονα, τριπτέρυγες, και καθεμιά από αυτές διαθέτει μέγιστη ονομαστική παραγωγική ισχύ 3 MW, με διαστάσεις που δεν υπερβαίνουν το μέγιστο ύψος των 130 m. Η άκρη της έλικας, όταν αυτή βρίσκεται στην πάνω θέση, από τη στάθμη της θάλασσας μετρά τα 80 m και ο ρότορας (φτερωτή) έχει διάμετρο 100 m. Το αιολικό πάρκο προμηθεύει με ηλεκτρική ενέργεια 70.000 νοικοκυριά από το 2003.

Ο προειδοποιητικός για την πλοήγηση ιστός είναι περίπου 50 μέτρα πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας και είναι βαμμένος με κίτρινο χρώμα, έως τα 12 μέτρα. Από το σημείο αυτό και πάνω ένα κίτρινο φως αναβοσβήνει διάρκειας 5 δευτερολέπτων, ορατό σε απόσταση 8 χιλιομέτρων, ακόμα και σε συνθήκες ομίχλης.

Όσον αφορά τον τύπο θεμελίωσης των ανεμογεννητριών αυτός βασίζεται στην μέθοδο της πασσαλόπηξης. Τόσο η μονοπασσάλωση όσο και η πολυπασσάλωση της βάσης, απαιτούν αντίστοιχη μέθοδο και εξοπλισμό. Η μόνη διαφορά είναι ότι στην 2^η περίπτωση γίνεται χρήση μικρού όγκου τσιμεντενέματος (www.rwe.com).



Εικόνα 6.1.2: Υπεράκτιο αιολικό πάρκο North Hoyle (www.rwe.com)

6.1.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο North Hoyle

6.1.2.1 Θαλάσσια Θηλαστικά

Κατά την διάρκεια του προγράμματος παρακολούθησης την περίοδο 2003 – 2007, καταγράφηκαν συνολικά 46 είδη θαλάσσιων θηλαστικών στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου. Τα πιο συχνά παρατηρούμενα είδη ήταν οι φώκαινες και η γκρίζα φώκια. Οι μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για να συλλεχθούν τα στοιχεία είναι οι εξής:

➤ Οι καταγραφές έγιναν σε συνδυασμό με το ορνιθολογικό πρόγραμμα παρακολούθησης της FEPA (Food and Environmental Protection Act). Κατά τη διάρκεια κατασκευής του πάρκου, πριν, αλλά και κατά τη λειτουργία του, φώκαινες και γκρίζες φώκιες, στο σύνολό τους 79, εμφανίστηκαν στην περιοχή, με μοναδική εξαίρεση (καμία καταγραφή) το 2005.

➤ Καταγραφές προέκυψαν κατά τη διάρκεια και άλλων περιβαλλοντικών ερευνών που λάμβαναν χώρα στην ευρύτερη περιοχή του πάρκου την ίδια περίοδο από το κέντρο CMACS. Περίπου 240 άτομα όλων των ειδών παρατηρήθηκαν με τις περισσότερες καταγραφές να αντιστοιχούν στο κοινό δελφίνι.

➤ Στοιχεία προέκυψαν και από άλλες ερευνητικές εκθέσεις (Hilbre Bird Observatory). Τον Απρίλιο του 2005 περίπου 600 άτομα γκρίζας φώκιας του Ατλαντικού έκαναν την εμφάνιση τους στην περιοχή. Αυτό ήταν κάπως ασυνήθιστο σε σύγκριση με τις μετρήσεις των προηγούμενων χρόνων, αλλά οφειλόταν στην μετά αναπαραγωγική περίοδο. Γενικά, περισσότερες από 500 φώκιες καταγράφονταν όλους τους καλοκαιρινούς μήνες που διήρκησε το πρόγραμμα παρακολούθησης. Ακόμα και κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, φώκιες καταγράφονταν στην περιοχή σε μεγάλους αριθμούς.

➤ Πληροφορίες προέκυψαν και από άλλες μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι σήμανσης 19 ατόμων φώκιας, προκειμένου να μελετηθούν οι κινήσεις τους σε σχέση με τη παρουσία του έργου, πραγματοποιήθηκε συνδυασμός καταγραφών από στεριά και σκάφος, και επιπλέον προέκυψαν στοιχεία από τον παθητικό ακουστικό έλεγχο των θηλαστικών που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του πάρκου (www.rwe.com).

Κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου θαλάσσια θηλαστικά καταγράφηκαν στην περιοχή αλλά σε μικρούς αριθμούς. Οι πληθυσμοί δελφινιών και φαλαινών δεν φαίνεται να επηρεάζονται αρνητικά από το θόρυβο που δημιουργείται στην περιοχή από την αυξημένη κίνηση των πλοίων και τις εργασίες κατασκευής και δείχνουν να εξοικειώνονται με αυτόν, ιδιαίτερα οι φάλαινες. Οι φώκιες από την άλλη μεριά, απομακρύνονται από την περιοχή, αλλά για μικρό χρονικό διάστημα έως ότου συνηθίσουν και αυτές τον παραγόμενο θόρυβο.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου τα διάφορα θηλαστικά δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα από το θόρυβο που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες. Με την πάροδο του χρόνου το έργο ενσωματώνεται στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής, και έτσι φώκιες και άλλα κητοειδή όπως το ρινοδελφινό μπορεί να εκμεταλλευτούν τους χώρους του αιολικού πάρκου για τη σίτισή τους.

Κατά τη διάρκεια απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου οι επιπτώσεις που θα προκύψουν θα είναι ίδιες με αυτές της φάσης κατασκευής και ο θόρυβος που θα παραχθεί ακόμα μικρότερος (www.rwe.com).

6.1.2.2 Πτηνά

Για τη παρακολούθηση και καταγραφή των πτηνών που διαβιούν στην περιοχή και το πώς η παρουσία του αιολικού πάρκου επηρεάζει τους πληθυσμούς αυτών, πραγματοποιήθηκαν δύο μέθοδοι δειγματοληψιών, εναέριες και από σκάφος καταγραφές. Συμφωνήθηκε να δημιουργηθεί μια λίστα με 11 είδη πτηνών (Πίνακας 6.1) που η διατήρηση των πληθυσμών τους ήταν σημαντική για την βιοποικιλότητα της περιοχής και η έρευνα επικεντρώθηκε γύρω από αυτά.

Πίνακας 6.1: Υπό εξέταση πτηνά (www.rwe.com)

Επιστημονική Ονομασία	Κοινή Ονομασία
<i>Gavia stellata</i>	Κηλιδοβούτα
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Κορμοράνος
<i>Melanitta nigra</i>	Μαυρόπαπια
<i>Sterna hirundo</i>	Ποταμογλάρονο
<i>Mergus serrator</i>	Λαφοπρίστης
<i>Aythya marila</i>	Μαριλόπαπια
<i>Podiceps cristatus</i>	Σκουφοβουτηχτάρι
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Θαλασσοκόρακας
<i>Charadriiformes</i>	Λεπτοραμφόκεπρος
<i>Gavia stellata</i>	Άλκα
<i>Rissa tridactyla</i>	Τριδαχυλόγλαρος

Οι έρευνες του πεδίου από αέρος κάλυψαν την ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου και διήρκησαν από το χειμώνα του 2005 έως το Φεβρουάριο του 2007, ενώ οι δειγματοληψίες από σκάφος, από τον Απρίλιο του 2006 έως το Μάρτιο του 2007. Αναφορικά με τον αριθμό των πτηνών που διατρέχουν κίνδυνο πρόσκρουσης με τα πτερύγια των ανεμογεννητριών προσδιορίστηκαν τα ύψη πτήσης των πουλιών και προέκυψαν δύο ζώνες: α) κάτω από το ύψος των πτερυγίων, β) στο ύψος ή και πάνω από αυτά.

Το 14% των πτήσεων της Κηλιδοβούτας πραγματοποιείται σε ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από το ύψος των πτερυγίων, με αποτέλεσμα το 1% περίπου του πληθυσμού να εμφανίζει κίνδυνο πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες. Δεν παρεμποδίζονται οι γραμμές πτήσεως και δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος απώλειας των ενδιαιτημάτων και των θηραμάτων τους. Οι επιπτώσεις κατά την κατασκευή αλλά και την απεγκατάσταση του αιολικού πάρκου είναι μηδαμινές.

Από τις καταγραφές που πραγματοποιήθηκαν για τους Κορμοράνους, το 9% αυτών πραγματοποιούν πτήσεις σε ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από το ύψος των πτερυγίων, με αποτέλεσμα το 2% περίπου του πληθυσμού να εμφανίζει κίνδυνο πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες. Δεν έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στη συμπεριφορά τους και δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι λόγω της ύπαρξης του πάρκου, αφού διαχειμάζουν σε απόσταση 220 μέτρων από αυτό. Δεν παρεμποδίζονται οι γραμμές πτήσεως και δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος απώλειας των ενδιαιτημάτων και των θηραμάτων τους. Οι επιπτώσεις κατά την κατασκευή αλλά και την απεγκατάσταση του αιολικού πάρκου είναι αμελητέες.

Ελάχιστες πληροφορίες συλλέχθηκαν για τα Ποταμογάρωνα, καθώς ελάχιστη ήταν και η παρουσία τους στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου. Ωστόσο, μικρός αριθμός αυτών καταγράφηκε σε απόσταση 220 μέτρων από το έργο. Δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος απώλειας των ενδιαιτημάτων και των θηραμάτων τους, και οι επιπτώσεις κατά την κατασκευή αλλά και την απεγκατάσταση του αιολικού πάρκου είναι μηδαμινές.

Το 0,1% των πτήσεων Μαυρόπαπιας πραγματοποιείται σε ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από το ύψος των πτερυγίων των ανεμογεννητριών, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος πρόσκρουσης να είναι ελάχιστος. Δεν παρεμποδίζονται οι γραμμές πτήσεως και δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος απώλειας των ενδιαιτημάτων και των θηραμάτων

τους. Δεν καταγράφονται ιδιαίτερες επιπτώσεις κατά την κατασκευή του αιολικού πάρκου, ενώ ανάλογες θα είναι και κατά την απεγκατάσταση του.

Πληθυσμοί Θαλασσοκοράκων, Λεπτοραμφόκεπων, και Άλκεων πραγματοποιούν πτήσεις σε ύψος μικρότερο από αυτό των πτερυγίων και ο κίνδυνος πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες είναι αμελητέος. Και για τα τρία είδη δεν υπάρχει πιθανότητα απώλειας των ενδιαιτημάτων τους και δεν επηρεάζονται αρνητικά οι γραμμές πτήσης τους.

Μαριλόπαπιες καταγράφηκαν σε απόσταση 6 χιλιομέτρων από τη θέση του αιολικού πάρκου με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται καθόλου από την παρουσία του έργου.

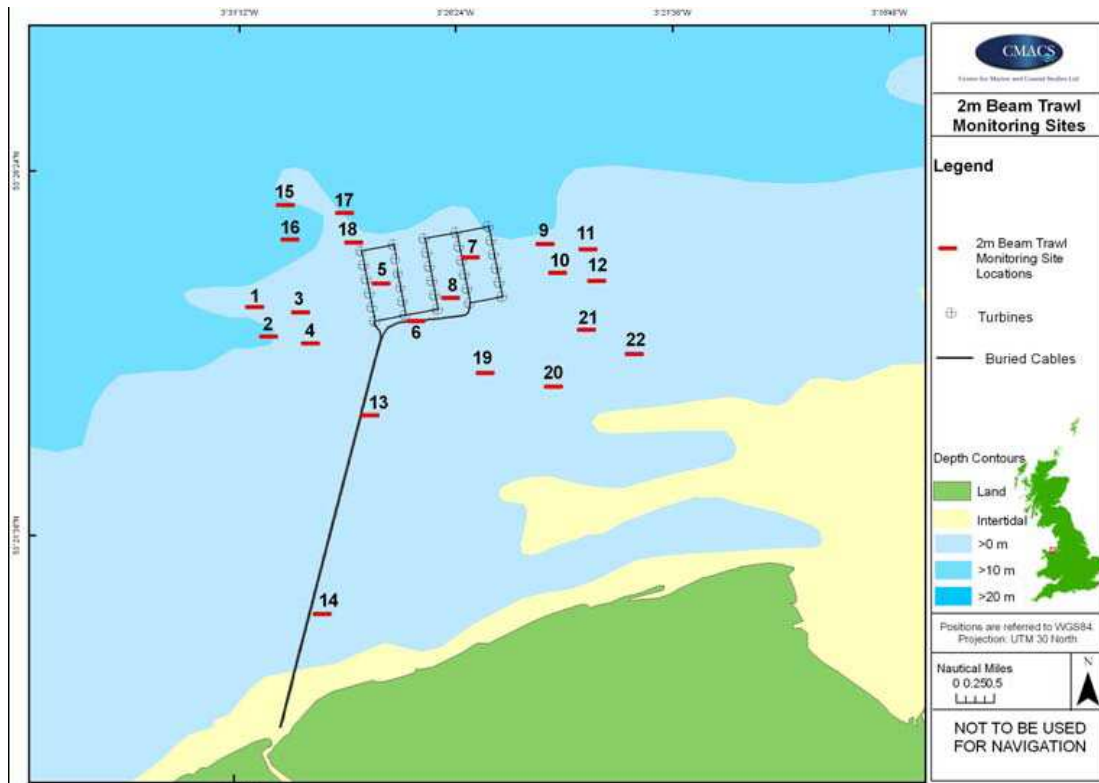
Από τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν για τους πληθυσμούς των Λαφοπριστών, πραγματοποιούν πτήσεις σε μικρότερο ύψος από αυτό των πτερυγίων και ο κίνδυνος πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες είναι μηδαμινός. Δεν παρεμποδίζονται οι γραμμές πτήσεως και δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος των θηραμάτων τους.

Αρκετά μεγάλος αριθμός Τριδαχυλόγλαρων καταγράφηκε στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου, με μόνο ένα άτομο να πετά στο ύψος των πτερυγίων των ανεμογεννητριών.

Από τις καταγραφές που προέκυψαν για τα Σκουφοβουτηχτάρια, δεν παρατηρούνται αλλαγές στην συμπεριφορά τους και δεν παρεμποδίζονται οι γραμμές πτήσεως τους (www.rwe.com).

6.1.2.3 Βενθικοί οργανισμοί

Για τη μελέτη των βενθοπελαγικών ψαριών και των επιβενθικών ασπόνδυλων κοινοτήτων επιλέχθηκαν 22 θέσεις μέσα και γύρω από τον χώρο του αιολικού πάρκου στις οποίες με δοκότρατες πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες διάρκειας πέντε χρόνων. Δείγματα συλλέχθηκαν σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης τους πάρκου, από όλες τις θέσεις, χρησιμοποιώντας αρπάγες των δέκα λίτρων. Τα δείγματα που αναλύθηκαν έπρεπε να καταλαμβάνουν όγκο 5 λίτρων για να χαρακτηριστούν αντιπροσωπευτικά και να ληφθούν υπόψη στα αποτελέσματα.



Εικόνα 6.1.3: Θέσεις των 22 σημείων δειγματοληψιών (www.rwe.com)

Συνολικά 32 είδη ψαρών αλιεύτηκαν κατά τα πέντε χρόνια των ερευνών. Ο μέγιστος αριθμός ειδών που καταγράφηκε ήταν 22 το 2001 και 11 σε μεμονωμένη θέση παρακολούθησης. Παρατηρήθηκε τριπλή αύξηση του συνολικού αριθμού των ψαριών μεταξύ 2001 και 2006, με 513 το 2001, 857 το 2003, 709 το 2004, 1296 το 2005 και 1495 το 2006. Κάτι τέτοιο προκλήθηκε, λόγω της δημιουργίας νέων υποστρωμάτων προς αποίκιση αρχικά από τους βενθικούς οργανισμούς και κατ' επέκταση από τους υπολοιπούς, αφού, οι θεμελιώσεις του αιολικού πάρκου, λειτουργούν ως νέα ενδιαιτήματα.

Στα πιο ρηγά νερά, νότια και ανατολικά της περιοχής μελέτης στη θέση 14 κατά μήκος των υποβρύχιων καλωδιώσεων καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός αλιευμάτων (1194). Στη θέση 5, μέσα στο αιολικό πάρκο, παρατηρήθηκε ο μικρότερος αριθμός ψαριών, παρότι στις υπόλοιπες θέσεις μέσα στο πάρκο (6,7,8) ο αριθμός των αλιευμάτων υπερέβαινε το μέσο όρο. Τα επικρατέστερα είδη είναι η γλώσσα (*Buglossidium luteum*), ο γωβίος (*Pomatoschistus minutus*), η δράκαινα (*Echiichthys vipera*), η λιμάνδη η κοινή (*Limanda limanda*) και η λύρα (*Callionymus lyra*).

Από τα στοιχεία που προέκυψαν, η κατασκευή του αιολικού πάρκου δεν επέφερε σημαντικές αλλαγές στην σύνθεση των κοινωνιών των αλιευμάτων.

Συνολικός αριθμός 79 ταξινομικών ομάδων επιβενθικών κοινοτήτων προέκυψε από την έρευνα. Ο αριθμός αυτών των οργανισμών ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των βενθοπελαγικών ψαριών με 16.686 το 2001, 9.325 το 2003, 5.462 το 2004, 16.006 το 2005 και 7.640 το 2006. Στη θέση 14 κατά μήκος των υποβρύχιων καλωδιώσεων καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων, με τους κοινούς αστερίες να επικρατούν. Βόρεια και δυτικά του αιολικού πάρκου, σε πιο βαθιά νερά καταγράφηκαν οι περισσότερες ταξινομικές ομάδες, αλλά λιγότερα άτομα. Τα επικρατέστερα είδη είναι ο κοινός αστερίας, ο σιδεροκάβουρας, η πτερωτή ανεμώνη και η σταχτογαρίδα.

Από τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν ο αριθμός των ειδών των επιβενθικών οργανισμών ήταν παρόμοιος σε όλες τις θέσεις, σε αντίθεση με τον αριθμό των ατόμων, αλλά κάτι τέτοιο δεν σχετίζεται με την κατασκευή του αιολικού πάρκου, αλλά οφείλεται στις φυσικές διακυμάνσεις που πραγματοποιούνται μέσα στους πληθυσμούς, λόγω της ετερογένειας του θαλάσσιου πυθμένα.

Γενικά, οι επιπτώσεις που προκαλούνται στους βενθικούς οργανισμούς είναι ελάχιστες, προσωρινές και τοπικής σημασίας. Παρατηρούνται κυρίως κατά το έτος 2003, έτος κατασκευής του αιολικού πάρκου, όπου λόγω της διαταραχής που προκλήθηκε στα διάφορα ενδιαίτηματα, μειώθηκε ο αριθμός των οργανισμών. Ωστόσο, οι αλλαγές είναι αμελητέες εφόσον οι οργανισμοί αυτοί έχουν προσαρμοστεί να ζουν σε περιβάλλον υψηλής ενέργειας, με χαρακτηριστική αιώρηση ιζημάτων και οφείλονται σε μεγάλο βαθμό και στη φυσική εξέλιξη των οργανισμών (www.rwe.com).

6.1.2.4 Ψάρια

Τα ψάρια προσελκύονται από βυθισμένα αντικείμενα, επειδή τους παρέχουν καταφύγιο από τα ρεύματα και τη δράση των κυμάτων και ασφάλεια από τους θηρευτές τους. Η προτίμηση αυτή ενισχύεται από το σχήμα των αντικειμένων και την κλίση τους (κάθετη), σε σχέση με τους φυσικούς υφάλους. Στις τεχνικές δομές του αιολικού πάρκου προσελκύονται ομάδες ψαριών όπως ο βακαλάος.

Η έκταση και η φύση των νέων ενδιαιτημάτων, θα εξαρτηθεί από το σχέδιο των δομών στήριξης των ανεμογεννητριών, αλλά και από τα έργα που έχουν γίνει για την προστασία του πυθμένα από τη διάβρωση. Γενικά παρατηρείται αύξηση στην

αφθονία των ειδών γύρω από τις κατασκευές κάτι που χαρακτηρίζεται ως φαινόμενο του υφάλου.

Η πλειοψηφία των ψαριών που έλκονται από τις δομές είναι "επισκέπτες" που κανονικά δεν διαβιούν σε υφάλους και γρήγορα θα εγκαταλείψουν την περιοχή. Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα η συγκέντρωση των ψαριών γύρω από τις δομές του πάρκου να οφείλεται σε ανακατανομή του υπάρχοντος πληθυσμού και όχι σε αύξηση της αφθονίας του συνόλου των ειδών που διαβιούν στο κόλπο. Εξάιρεση αποτελούν ψάρια όπως η σαλιάρια και ο σύγγναθος και οστρακοειδή όπως ο κάβουρας και ο αστακός που ευνοούνται από τα βραχώδη ενδιαιτήματα, με αποτέλεσμα αύξηση στην αφθονία αυτών των ειδών.

Οι παρατηρήσεις των τελευταίων δύο ετών, δείχνουν αυξημένη συγκέντρωση ασπόνδυλων γύρω από τις ύφαλες δομές του πάρκου, με αποτέλεσμα αντίστοιχη αύξηση σε εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη ψαριών και οστρακοειδών.

Εκτός όμως από τη δημιουργία νέων ενδιαιτημάτων, το αιολικό πάρκο αποτελεί και καταφύγιο για τα διάφορα είδη ψαριών, ειδικά κατά τη διάρκεια θυελλωδών συνθηκών. Ανάλογα με την ένταση του ανέμου, τη ταχύτητα και την κατεύθυνση των κυμάτων, οι ανεμογεννήτριες, απορροφούν και διαχέουν την ενέργεια των κυμάτων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ήρεμης θαλάσσιας περιοχής, εντός του πάρκου και στην υπήνεμη πλευρά του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη συγκέντρωση ψαριών σε αυτή την ήρεμη περιοχή (www.rwe.com).

6.1.2.5 Ιζήματα

Σχετικά με την μελέτη των χαρακτηριστικών των ιζημάτων στην περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, ισχύουν τα ακόλουθα.

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από 20 δειγματοληπτικές θέσεις χρησιμοποιώντας μια αρπάγη 10 λίτρων και αναλύθηκαν από ειδικούς χρησιμοποιώντας ειδικές εσχάρες - κόσκινα. Οι ειδικοί, λάμβαναν την εκτιμητέα ποσότητα από κάθε αρπάγη, σημείωναν την ημερομηνία και την ώρα του δείγματος καθώς και την οπτική εμφάνιση του ιζήματος. Οι μέθοδοι εργαστηριακής ανάλυσης περιλάμβαναν την εργαστηριακή ανάλυση των δειγμάτων και ύστερα την ανάλυση των ιζημάτων για το μέγεθος των σωματιδίων (PSA) και το περιεχόμενο σε ολικό οργανικό άνθρακα (TOC).

Για την ανάλυση του μεγέθους των σωματιδίων, τα ιζήματα τοποθετήθηκαν και μελετήθηκαν σε κόσκινα, με βαθμιαία μικρότερη διάσταση οπής. Η ταξινόμηση των ιζημάτων επιτεύχθηκε με τις μεθόδους Buchanan (1984) και με τη χρήση του συστήματος τριγωνικής ταξινόμησης “British Geological survey folk”.

Προκειμένου να εκτιμηθεί το περιεχόμενο των ιζημάτων σε ολικό οργανικό άνθρακα, τα δείγματα αφού συλλέχθηκαν, κοσκινίστηκαν και αυτά με κοκκομετρία μικρότερη του 1 mm, στάλθηκαν σε ειδικό εργαστήριο για ανάλυση.

Από την επεξεργασία των δειγμάτων προέκυψε ότι γενικά τα ιζήματα τις περιοχής αποτελούνται από αμμοχάλικα. Οι παράκτιες θέσεις δειγματοληψίας κοντά στις εκβολές του ποταμού Dee χαρακτηρίζονται από μέτρια άμμο, ενώ οι θέσεις εντός του αιολικού πάρκου από αμμοχάλικα. Βέβαια, έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στην πάροδο του χρόνου σχετικά με την σύσταση των ιζημάτων, αλλά αυτές όμως δεν φαίνεται να σχετίζονται άμεσα με την κατασκευή του πάρκου, την ταφή των καλωδιώσεων και την παρουσία των πασσάλων στο θαλάσσιο πυθμένα. Πιθανόν, να είναι αποτέλεσμα της δράσης των κυματισμών και της φυσικής εξέλιξης των ιζημάτων, αλλά ακόμα και της ετερογένειας των δειγμάτων.

Σχετικά με το περιεχόμενο των δειγμάτων σε ολικό οργανικό άνθρακα, έχει θεσπιστεί από τους Hyland et al (2000), ένα όριο 3% πάνω από το οποίο προκαλούνται αρνητικές επιπτώσεις στους βενθικούς οργανισμούς. Από την ανάλυση των δειγμάτων προκύπτει ελάχιστη περιεκτικότητα 0,36% σε δειγματοληπτική θέση εντός του αιολικού πάρκου και μέγιστη 1,56% νοτιοδυτικά αυτού. Όλα τα αποτελέσματα ήταν κάτω από το όριο πρόκλησης επιπτώσεων στους βενθικούς οργανισμούς.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες OBS, σε τρεις σταθερές θέσεις καθ’ όλη τη διάρκεια των φάσεων ανάπτυξης του έργου, δίνοντας αποτελέσματα σχετικά με τη συγκέντρωση των αιωρούμενων ιζημάτων στην υδάτινη στήλη.

Ακόμα, πραγματοποιήθηκαν βαθυμετρικές έρευνες προκειμένου να διαπιστωθεί το ποσοστό της διάβρωσης γύρω από τη θεμελίωση της κάθε ανεμογεννήτριας. Η διάβρωση που παρατηρήθηκε αντανακλά στο μεγαλύτερο μέρος της, τη φυσική κίνηση των ιζημάτων και είναι αποτέλεσμα των παλιρροιών που επικρατούν στην περιοχή.

Επιπροσθέτως, από τα δείγματα που συλλέχθηκαν, ανάλυση πραγματοποιήθηκε μόνο σε όσα είχαν μέγεθος σωματιδίων μικρότερο των 63 μm προκειμένου να προσδιοριστεί η αργιλική τους σύσταση. Η ποσότητα της αργίλου

είναι σημαντική μιας και τα μέταλλα και οι οργανικές προσμείξεις τείνουν να δεσμεύουν τα σωματίδια της αργίλου με αποτέλεσμα να υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην άργιλο και τις προσμείξεις. Τα ιζήματα της ανοιχτής θάλασσας σε σχέση με τη περιοχή μελέτης παρουσίαζαν χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη. Τα βαρέα μέταλλα (Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, As, Hg) στην περιοχή μελέτης βρέθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σχέση με συγκρίσιμες τιμές από τις εκβολές των ποταμών Dee και Mersey (www.rwe.com). Το μοναδικό στοιχείο που βρέθηκε στα ιζήματα σε σχετικά ψηλές συγκεντρώσεις ήταν το αρσενικό, αλλά αυτό οφείλεται στις γεωλογικές δομές της περιοχής. Ο υδράργυρος επιλέχθηκε επίσης για εκτίμηση λόγω της ιστορικής ρύπανσης όλης της περιοχής του κόλπου του Liverpool από τη βιομηχανία παραγωγής χλωριούχων αλκαλίων (www.rwe.com).

Καταλήγοντας, τα ιζήματα στην προτεινόμενη περιοχή του αιολικού πάρκου δεν περιλαμβάνουν ρύπους που να θέτουν σε κίνδυνο το θαλάσσιο περιβάλλον σε περίπτωση διασποράς και εναπόθεσής τους ξανά σε άλλη θέση, και σχετικά με τις μέγιστες συγκεντρώσεις του υδραργύρου και του αρσενικού που καταγράφονται στη περιοχή, αυτές είναι πολύ χαμηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές που θέτουν τα ποιοτικά περιβαλλοντικά πρότυπα (www.rwe.com).

6.1.2.6 Ποιότητα Υδάτων

Κατά τη διάρκεια κατασκευής και απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου οι εργασίες εκσκαφής θα οδηγήσουν στην προσωρινή απελευθέρωση ιζημάτων στην υδάτινη στήλη. Τα αιωρούμενα ιζήματα ενδέχεται να περιέχουν σχετικά υψηλά επίπεδα οργανικής ύλης και βαρέων μετάλλων όπως μόλυβδο και ψευδάργυρο. Ωστόσο, τα επίπεδα αυτά είναι χαμηλά και εργασίες περιορισμού και ελαχιστοποίησης στην απελευθέρωση των ιζημάτων λαμβάνουν χώρα. Επιπλέον, θα αυξηθεί η θολερότητα στην υδάτινη στήλη αλλά οι εργασίες πραγματοποιούνται την χειμερινή περίοδο, όπου η κολυμβητική δραστηριότητα είναι περιορισμένη και έτσι ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του αιολικού πάρκου δεν καταγράφονται άμεσες απελευθερώσεις επιβλαβών ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Παρόλα αυτά, οι γεννήτριες μέσα στο θάλαμο του στροβίλου διαθέτουν κινητούς δακτυλίους από χαλκό οι οποίοι υποβάλλονται σε τριβή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μακροπρόθεσμη απελευθέρωση μικροποσοτήτων χαλκού μέσα στο θάλαμο, οι οποίες στη συνέχεια θα καταλήξουν στην υδάτινη στήλη.

Με βάση λοιπόν τις αναλύσεις από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο ποιότητας των υδάτων, οι συγκεντρώσεις χαλκού τόσο στη στήλη του νερού όσο και στο πυθμένα είναι σχετικά υψηλές, αλλά πιο χαμηλές από τις αντίστοιχες τιμές που θέτουν τα ποιοτικά περιβαλλοντικά πρότυπα, και δεν παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στη ποιότητα των υδάτων στην περιοχή του πάρκου.

Ένας άλλος παράγοντας που σχετίζεται με την ποιότητα των υδάτων είναι η πιθανή απελευθέρωση ουσιών - ρυπαντών που υπάρχουν μέσα στους στροβίλους έπειτα από τυχαία σύγκρουση με μεγάλο πλοίο. Οι χημικές ουσίες που υπάρχουν εντός των στροβίλων περιλαμβάνουν λάδι στα κιβώτια ταχυτήτων, πίσσα στα συστήματα κίνησης και γράσο στα ρουλεμάν. Ωστόσο το περιβαλλοντικό ρίσκο που σχετίζεται με την απελευθέρωση τέτοιων ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον έπειτα από τυχαία σύγκρουση είναι μικρό, σημειώνοντας ότι τα υλικά αυτά θα ήταν πιθανό να διατηρηθούν στο εσωτερικό του εξοπλισμού, δεδομένου ότι αυτά τα συστήματα είναι μηχανικά (www.gwe.com).

6.1.2.7 Υδρογραφικές Συνθήκες

Προκειμένου να καταγραφούν οι επιπτώσεις από τη παρουσία του αιολικού πάρκου στην υδρογραφία της περιοχής εφαρμόστηκαν υδροδυναμικά και κυματικά μοντέλα.

Κατά τη φάση κατασκευής αλλά και απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι προσωρινές και δεν επηρεάζουν την υδρογραφία της ευρύτερης περιοχής.

Κατά τη φάση κατασκευής, οι αναλύσεις από τα αποτελέσματα των μοντέλων, δείχνουν ελάχιστη επίδραση των θεμελιώσεων των ανεμογεννητριών στα επίπεδα των υδάτων. Αναλυτικότερα, προκειμένου να καταγραφούν οι επιδράσεις στα εισερχόμενα κύματα, τα μοντέλα ρυθμίστηκαν ώστε να λειτουργήσουν σε ακραίες κυματικές συνθήκες (ύψος κύματος, ταχύτητα ανέμου), και οι αναλύσεις δείχνουν μόνο μια τοπική μεταβολή (μείωση) στο ύψος του κύματος γύρω από κάθε ανεμογεννήτρια της τάξης των 0,1 μέτρων.

Εκτός από την αιώρηση των ιζημάτων που προκαλείται κατά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, υπάρχει πιθανότητα επηρεασμού των ρευμάτων που επικρατούν στην περιοχή αλλά και της κατανομής των ιζημάτων, από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την προστασία του πυθμένα από την διάβρωση.

Στην περιοχή γύρω από τις ανεμογεννήτριες, τα έργα προστασίας μπορεί να επηρεάσουν την φυσική δομή του πυθμένα μπερδεύοντας και ανακατανέμοντας τα ιζήματα με συνέπειες στην κατανομή και στη τοπική αφθονία των βενθικών οργανισμών. Τέτοιες αλλαγές προκύπτουν αλλά οι επιπτώσεις δεν εμφανίζονται σε επίπεδο πληθυσμού (www.rwe.com).

6.1.2.8 Ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Πολλά είδη ψαριών είναι ικανά να αισθανθούν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και να απωθηθούν ή να προσελκυσθούν από αυτά. Σε ένα παράκτιο αιολικό πάρκο ηλεκτρομαγνητικά πεδία δημιουργούνται από τις υποβρύχιες καλωδιώσεις.

Οι τιμές αναφοράς που προέκυψαν είναι συνδυασμός ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σε εργαστηριακές συνθήκες (COWRIE) και αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το πρόγραμμα παρακολούθησης στο παράκτιο αιολικό πάρκο Nysted.

Το εύρος ευαισθησίας των ελασμοβράγχιων στα ηλεκτρικά πεδία είναι:

Ευαισθησία: 0.5 – 1000 $\mu\text{V/m}$

Έλξη: 0.5 – 100 $\mu\text{V/m}$

Απόθηση: > 100 $\mu\text{V/m}$

Για το North Hoyle το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται γύρω από ένα τριπύρηνιο καλώδιο το οποίο είναι τοποθετημένο 1 μέτρο κάτω από το πυθμένα της θάλασσας είναι 91 $\mu\text{V/m}$.

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χρησιμοποιήθηκαν αλιευτικά εργαλεία κατά μήκος της διαδρομής που ακολουθεί το υποβρύχιο καλώδιο, τα οποία περιλάμβαναν δύο είδη διχτών – ενέδρες. Τα δίχτυα τοποθετήθηκαν και στις δύο πλευρές του καλωδίου με αποτέλεσμα να δίνουν πληροφορίες για τον αριθμό των ψαριών που το διατρέχουν και τη κατεύθυνση μετανάστευσης τους.

Οι καλωδιώσεις του συγκεκριμένου αιολικού πάρκου προστατεύονται από μεταλλικό περίβλημα και έτσι μηδενίζεται η πιθανότητα παραγωγής μαγνητικών πεδίων.

Στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου έχουν καταγραφεί αν και σπάνια, ευαίσθητα στα ηλεκτρικά πεδία είδη όπως σαλάχια, σκυλόψαρα, καρχαρίες, γαλέοι αλλά και ορισμένοι βενθικοί οργανισμοί ευαίσθητοι στην ηλεκτρική ενέργεια. Σκυλόψαρα αλιεύθηκαν τα τρία από τα πέντε χρόνια της έρευνας ανατολικά και

δυτικά του πάρκου, ενώ τα σαλάγια ήταν τα μοναδικά που καταγράφηκαν εντός του έργου.

Το βάθος ταφής των καλωδίων σε συνδυασμό με το υπόστρωμα του πυθμένα μειώνει κατά πολύ την επίδραση των ηλεκτρικών πεδίων στους θαλάσσιους οργανισμούς. Ορισμένα άτομα ελασμοβράγχιων έλκονται από τα παραγόμενα ηλεκτρικά πεδία, χωρίς αυτό να έχει αρνητικές συνέπειες στους πληθυσμούς τους, παρότι ενδέχεται να επηρεάσει τα βιοηλεκτρικά πεδία που εκπέμπονται από τα θηράματά τους (www.rwe.com).

6.1.2.9 Θόρυβος - Δονήσεις

Για τη καταγραφή του παραγόμενου θορύβου από την κατασκευή και λειτουργία των ανεμογεννητριών χρησιμοποιήθηκαν δύο υδρόφωνα, ένα για μακρινές αποστάσεις και ένα για την καταγραφή στη βάση των ανεμογεννητριών. Τα υδρόφωνα τοποθετήθηκαν σε βάθη πέντε και δέκα μέτρων σε κατακόρυφη θέση, ενώ παράλληλα με τη μέτρηση των επιπέδων θορύβου, πραγματοποιούνταν καταγραφές της ταχύτητας του ανέμου, της θερμοκρασίας και της αγωγιμότητας των υδάτων καθώς και του βάθους του νερού στην εκάστοτε θέση.

Κατά την διάρκεια κατασκευής του αιολικού πάρκου παράγονται συχνότητες θορύβου που φτάνουν έως και 3000 Hz. Πολλά είδη ψαριών που διαβιούν στην περιοχή είναι ευαίσθητα σε αυτές τις συχνότητες. Σε απόσταση ενός χιλιομέτρου από το πάρκο, ο θόρυβος που παράγεται από τις εργασίες πασσολόμησης κυμαίνεται από 105 dB έως 115 dB με συχνότητες 50 έως 200 Hz, ενώ από τις σεισμικές έρευνες από 210 dB έως 259 dB με συχνότητες 10 έως 1000 Hz.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα βραχυπρόθεσμες αλλαγές στη συμπεριφορά των ψαριών για επίπεδα θορύβου 120 – 130 dB, ενώ όταν αυτά ξεπερνούν τα 180 dB τα ψάρια τρομάζουν και τρέπονται σε φυγή. Εξαίρεση αποτελεί το προσφυγάκι, που εθίζεται και εξοικειώνεται με τα υψηλά επίπεδα θορύβου (220 dB).

Από το πενταετές πρόγραμμα παρακολούθησης του λειτουργικού θορύβου προέκυψε ότι οι τιμές είναι χαμηλές και ανεπαρκείς να προκαλέσουν περιβαλλοντικές αλλαγές. Τα επίπεδα θορύβου λοιπόν, που καταγράφονται κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου είναι 128 dB εντός αυτού και 120 dB στην ευρύτερη περιοχή.

Αναλυτικότερα, τα θαλάσσια είδη πάνω στα οποία έγινε μελέτη δέχθηκαν επίπεδα θορύβου σε μονάδες dB_{ht} (dB hearing threshold, εφόσον δεν αναφερόμαστε σε ανθρώπινο είδος), και για να προσδιορίσουν οι επιδράσεις του ήχου πάνω σε αυτά

χρησιμοποιήθηκε μία στατιστική προσέγγιση. Γενικά όταν καταγράφονται τιμές θορύβου μεγαλύτερες των 90 dB_{ht} τα διάφορα είδη, φαίνεται να αποφεύγουν την περιοχή στην οποία παράγεται ο ήχος, ενώ για τιμές άνω των 130 dB_{ht} ενδέχεται να προκληθούν βλάβες στο ακουστικό τους σύστημα.

Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο ανάμεσα στα είδη ψαριών και στα θαλάσσια θηλαστικά για τις τελικές μετρήσεις. Έτσι προκύπτει ότι ο θόρυβος τείνει να έχει μεγαλύτερες επιδράσεις στα ψάρια απ' ό,τι στα θαλάσσια θηλαστικά. Παρ' όλα αυτά, πρέπει να σημειωθεί ότι η διαφορά τιμών σχετίζεται και με τις αλλαγές που κατά καιρούς φυσικά εμφανίζονται ως αποτέλεσμα των θαλάσσιων συνθηκών. Πιο συγκεκριμένα, από τα είδη ψαριών που διαβιούν στην περιοχή, η ρέγκα παρουσιάζει άμεση και έντονη αντίδραση στα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου και αυτό, γιατί είναι πελαγικό είδος με πολύ καλή ακουστική ικανότητα. Από την άλλη μεριά ο μπακαλιάρος, είναι πιο ανεκτικά είδη και δεν φαίνεται να αντιδρά έντονα, ενώ η πλειοψηφία των υπόλοιπων ψαριών επηρεάζεται μόνο από υψηλές συχνότητες θορύβου.

Έτσι, ο θόρυβος και οι δονήσεις που παράγονται κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου, οδηγούν αρχικά σε "κατάσταση πανικού" τα ψάρια, και έπειτα σε απομάκρυνση τους από την περιοχή. Ωστόσο, μακροπρόθεσμα συνηθίζουν την όχληση και επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση (www.rwe.com).

6.1.2.10 Απεγκατάσταση διάταξης

Κατά τη διάρκεια απεγκατάστασης του αιολικού πάρκου οι επιπτώσεις που θα προκύψουν αναφορικά με το θόρυβο και τις δονήσεις που θα δημιουργηθούν, θα είναι ίδιες με αυτές κατά τη φάση εγκατάστασης. Γενικά σε όλα τα επίπεδα αναμένονται οι ίδιες επιπτώσεις με αυτές κατά την κατασκευή του έργου, με τη μοναδική διαφοροποίηση να προκύπτει από την απομάκρυνση των οργανισμών που είχαν αποικήσει τις βάσεις των ανεμογεννητριών θεωρώντας τες ως νέο ενδιαίτημα.

6.2 Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στον Κόλπο των Πεταλιών

Η δανέζικη εταιρία RAMBOLL σε συνεργασία με την ελληνική ΙΤΑ (International Technological Applications), ανέλαβαν την εκπόνηση μελέτης για την εγκατάσταση παράκτιου αιολικού πάρκου στον Ελλαδικό χώρο. Εξετάζοντας σχολαστικά μια σειρά τεχνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων επιλέχθηκε η εγκατάσταση θαλάσσιου αιολικού πάρκου στον κόλπο των Πεταλιών βορειοανατολικά της Ραφήνας, στο θαλάσσιο χώρο του νότιου Ευβοϊκού. Η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου απεικονίζεται στην Εικόνα 1 (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007).



Εικόνα 6.2.1: Η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου (Τέρνα Ενεργειακή, 2007)

Η συγκεκριμένη θέση εγκατάστασης επιλέχθηκε ανάμεσα σε άλλες διότι εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Είναι η μοναδική θέση στην Ελλάδα που ενώ εκτείνεται σε μεγάλη απόσταση από τις ακτές δηλαδή σε αποστάσεις από 2 έως 12 km παραμένει σχετικά αβαθής μέχρι ένα βάθος 40 m, όπου μπορεί να είναι τεχνικά

εφικτή η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών. Χαρακτηρίζεται από ισχυρό αιολικό δυναμικό, συγκεκριμένα μια μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου της τάξης των 8,5 m/s σε ένα ύψος 90 m από την επιφάνεια της θάλασσας, ενώ παράλληλα προστατεύεται από τους έντονους κυματισμούς. Επίσης, η περιοχή είναι χαμηλού σεισμικού κινδύνου, πράγμα που μειώνει τις πιθανότητες φθοράς της εγκατάστασης και η θέση εγκατάστασης δεν εμπλέκεται με καμία προστατευόμενη περιοχή. Η θέση του αιολικού πάρκου είναι μοναδική γιατί βρίσκεται κοντά στο μεγαλύτερο κέντρο ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας (Αττική) και έτσι, έχει τη δυνατότητα να προσθέσει μία σημαντική ενεργειακή πηγή και μάλιστα ανανεώσιμη στο νότιο ηλεκτρικό σύστημα αυτής, αποφορτίζοντας το σημερινό δίκτυο που είναι ήδη σε κρίσιμη φόρτιση.

Το θαλάσσιο αιολικό πάρκο θα αποτελείται από 90 ανεμογεννήτριες που θα τοποθετηθούν σε έξι σειρές κάθετες προς τις ακτές της Αττικής, σε απόσταση 12 km από αυτές. Οι ανεμογεννήτριες θα είναι οριζοντίου άξονα, τριπτέρυγες, ονομαστικής ισχύος 5000 KW. Το ύψος των πύργων θα είναι 90 m και η διάμετρος του ρότορα 126 m. Το συνολικό ύψος κάθε ανεμογεννήτριας υπολογίζεται να είναι πάνω από 150 m. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του αιολικού πάρκου θα είναι 450 MW, ποσό που υπερβαίνει το μισό της μέχρι σήμερα εγκατεστημένης ισχύος από τα αιολικά πάρκα σε όλη την επικράτεια, τα οποία κατασκευάστηκαν τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αιολικού πάρκου (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007).

Πίνακας 6.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αιολικού πάρκου (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007)

Ανεμογεννήτριες	Repower 5 M – 5.000 kW
Αριθμός ανεμογεννητριών	90
Αριθμός πτερυγίων	3
Ύψος πύργου	90 m (με το τεμάχιο σύνδεσης)
Βάρος πύργου	400 tn
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς	450 MW
Παραγωγή ενέργειας	1226 GW/year

Οι ανεμογεννήτριες θα απέχουν μεταξύ τους περίπου 400 m όταν ανήκουν στην ίδια σειρά, ενώ οι σειρές θα απέχουν μεταξύ τους περίπου 1 χιλιόμετρο. Για την θεμελίωση των ανεμογεννητριών προτείνονται δύο διαφορετικοί τύποι θεμελίωσης. Ο πρώτος αναφέρεται σε σωληνωτό χαλύβδινο θεμέλιο, έχει σωληνοειδές σχήμα και η τοποθέτησή του δεν απαιτεί εργασίες προετοιμασίας πυθμένα. Για την εγκατάσταση του απαιτούνται δύο έως τέσσερις ημέρες για κάθε θεμέλιο. Ο δεύτερος τρόπος θεμελίωσης αναφέρεται στην εγκατάσταση θεμελίου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για την τοποθέτηση των θεμελίων αυτού του τύπου απαιτείται η διενέργεια ορισμένων εργασιών προετοιμασίας του πυθμένα.

Τα υποθαλάσσια καλώδια θα είναι κατασκευασμένα από χαλκό τύπου XLPE, τριπολικά, με οπλισμό και εξωτερικό περίβλημα. Τα καλώδια θα μεταφερθούν με πλοίο στη θέση όπου πρέπει να τοποθετηθούν, και θα υπάρξει μέριμνα ώστε να κατασκευαστούν εξαρχής στο απαιτούμενο μήκος με εργοστασιακές συνδέσεις, προκειμένου να αποφευχθεί η ανάγκη επιτόπου σύνδεσης των υποβρύχιων καλωδίων. Για λόγους προστασίας των καλωδίων πέρα από τον οπλισμό που χρησιμοποιείται και την εξωτερική θωράκιση θα πραγματοποιηθεί και ταφή των καλωδιώσεων με τη βοήθεια τηλεχειριζόμενου υποβρυχίου οχήματος (ROV) μέσω του οποίου το καλώδιο θάβεται σε κατάλληλο αυλάκι με τη χρήση συσκευής πίδακα αερίου. Ειδικά στο σημείο προσέγγισης στη ξηρά θα γίνει ταφή των καλωδίων σε βάθος ενός μέτρου με τη βοήθεια ειδικού εξοπλισμού πλευσης από δύτες.

Η διασύνδεση του αιολικού πάρκου με το δίκτυο επιτυγχάνεται με την δημιουργία ενός πλωτού υποσταθμού στην περιοχή εγκατάστασης του θαλάσσιου αιολικού πάρκου και ύστερα μέσω των υποθαλάσσιων καλωδίων υψηλής τάσης θα πραγματοποιηθεί σύνδεση με το υπάρχον ενεργειακό κέντρο της Παλλήνης (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007).

6.2.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο στο Κόλπο των Πεταλιών

Με βάση τη Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007), οι εκτιμώμενες επιπτώσεις τόσο στη φάση εγκατάστασης, όσο και στη φάση λειτουργίας του αιολικού πάρκου είναι οι ακόλουθες.

6.2.1.1 Φάση εγκατάστασης

Οι επιπτώσεις του έργου στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα περιορίζονται μόνο κατά τη φάση κατασκευής. Κατά τη φάση θεμελίωσης των ανεμογεννητριών με θεμέλια από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα εκτελεστούν εργασίες προετοιμασίας του θαλάσσιου πυθμένα, προκειμένου να αφαιρεθεί το ακατάλληλο στρώμα εδάφους. Από αυτή τη διαδικασία θα υπάρξει κάποια μεταβολή της μορφολογίας του θαλάσσιου πυθμένα. Από την άλλη μεριά, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του σωληνωτού θεμελίου, δεν απαιτούνται διεργασίες προετοιμασίας του πυθμένα και η μεταβολή στην μορφολογία του βυθού θα είναι αμελητέα. Το μέγεθος αυτής της μεταβολής θα εξαρτηθεί από την υφιστάμενη μορφολογία του θαλάσσιου πυθμένα στις θέσεις εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, η οποία σε αυτή τη φάση του έργου δεν είναι γνωστή. Στη θέση προσαιγιάλωσης η μορφολογία δεν θα επηρεασθεί σημαντικά, αφού παρατηρούνται μικρές οχλήσεις λόγω της ταφής του καλωδίου. Το ίδιο ισχύει και για το τμήμα όδευσης της υπόγειας γραμμής υψηλής τάσης αφού το καλώδιο θα εγκατασταθεί υπόγεια ακολουθώντας την υφιστάμενη μορφολογία.

Κατά τη φάση θεμελίωσης των ανεμογεννητριών και κατά τη φάση τοποθέτησης του υποθαλάσσιου καλωδίου, θα επηρεαστούν μερικώς τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων στην άμεση ζώνη επιρροής του έργου. Θα παρατηρηθεί αιώρηση των ιζημάτων που θα οδηγήσει σε αύξηση της θολότητας της υδάτινης στήλης, μεταβάλλοντας σε μικρό βαθμό τα φυσικοχημικά γνωρίσματα της περιοχής για όσο χρόνο διαρκεί η φάση κατασκευής του υποθαλάσσιου τμήματος του έργου. Στα σημεία που θα τοποθετηθούν οι πύργοι των ανεμογεννητριών και τα υποβρύχια καλώδια θα υπάρξει κάποια τοπική όχληση των ενδονημάτων λόγω των εκσκαφών και των εργασιών θεμελιώσεων. Η αιώρηση των ιζημάτων θα φέρει τοπική μείωση του ηλιακού φωτός στην υδάτινη στήλη με αποτέλεσμα κάποια μικρή μείωση της πρωτογενούς παραγωγής. Αυτή η παρέμβαση θα επηρεάσει και τις βενθικές

κοινότητες που διαβιούν στην περιοχή, όμως, θα είναι μικρής διάρκειας και άμεσα αναστρέψιμη μετά το τέλος των εργασιών κατασκευής. Επίσης, η μικρή αυτή απώλεια θα αντισταθμιστεί από νέες βενθικές κοινότητες, συνήθως γειτονικές, που θα επαναποικήσουν τη βάση, την επιφάνεια του πύργου των ανεμογεννητριών και τα καλώδια. Στα πρώτα στάδια της επαναποίκησης θα εμφανιστούν είδη ανθεκτικά στις ανθρώπινες διαταραχές και στη συνέχεια οι κοινότητες θα οδηγούνται στην προηγούμενη κατάσταση.

Οι επιπτώσεις στους πλαγκτονικούς οργανισμούς από την κατασκευή είναι αμελητέες, καθώς αναμένεται μόνο μικρή διαταραχή λόγω της αιώρησης των ιζημάτων στα σημεία εγκατάστασης των πύργων. Με το πέρας της εγκατάστασης θα υπάρξει άμεση επάνοδος στις προηγούμενες δομές. Επιπλέον, στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν λιβάδια *Poseidonia oceanica* ή *Cymodosa nodosa* και έτσι η βασική χλωρίδα της θαλάσσιας περιοχής συνίσταται στο φυτοβένθος και το φυτοπλαγκτό. Η αιώρηση των ιζημάτων θα οδηγήσει σε μικρή μείωση της πρωτογενούς παραγωγής, αλλά αυτή η περιβαλλοντική πίεση θα είναι βραχυχρόνια και άμεσα αναστρέψιμη με το τέλος των εργασιών κατασκευής.

Η ιχθυοπανίδα και τα ασπόνδυλα της περιοχής θα επηρεασθούν σε μικρό βαθμό κατά τη φάση κατασκευής, αφού θα υπάρξει τοπική όχληση των περιοχών τροφοληψίας στα σημεία που θα εγκατασταθούν οι ανεμογεννήτριες. Η επίπτωση αυτή όμως, θα έχει τοπικό χαρακτήρα, καθώς οι πληθυσμοί χρησιμοποιούν την ευρύτερη περιοχή του Νοτίου Ευβοϊκού για τροφοληψία. Αξίζει να αναφερθεί, ότι όχληση στις θέσεις τροφοληψίας θα παρατηρηθεί αυστηρά εκεί που θα λάβει χώρα αιώρηση των ιζημάτων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την κατασκευή μόνο μιας ή δύο ανεμογεννητριών ταυτόχρονα, συνηγορεί στον υπερ-τοπικό χαρακτήρα της συγκεκριμένης επίπτωσης, και μετά το πέρας των εργασιών θα επανέλθουν στην αρχική κατάσταση.

Στην περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, δεν υπάρχουν θαλάσσια θηλαστικά (ο πληθυσμός *Tursiops truncatus* στον Κόλπο του Αλιβερίου είναι πάρα πολύ μακριά από το Έργο) και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη φάση κατασκευής.

Οι θαλάσσιες εργασίες δεν ασκούν καμία περιβαλλοντική πίεση στη χερσαία χλωρίδα και πανίδα της περιοχής. Στο σημείο προσαιγιάλωσης η βλάστηση είναι πολύ περιορισμένη, χωρίς την ύπαρξη υγροτοπικών ειδών, και έτσι δεν υπάρχουν αξιολογες επιπτώσεις κατά τη τοποθέτηση του καλωδίου μεταφοράς ηλεκτρικής

ενέργειας στην ακτή, ενώ στη χερσαία πανίδα οι επιπτώσεις θα είναι περιορισμένες και γρήγορα αναστρέψιμες.

Σχετικά με την ορνιθοπανίδα της περιοχής, οι θαλάσσιες εργασίες κατασκευής του αιολικού πάρκου δεν θα την επηρεάζουν στο ελάχιστο, καθώς έχουν τοπικό χαρακτήρα και δεν αλλοιώνουν τις περιοχές τροφοληψίας και αναπαραγωγής. Η περιοχή προσαιγιάλωσης δεν έχει κανένα οικολογικό ενδιαφέρον για την ορνιθοπανίδα, οπότε οι εργασίες τοποθέτησης του καλωδίου δεν έχουν καμία επίπτωση στην ορνιθοπανίδα. Οι επιπτώσεις γενικά θα είναι αμελητέες και γρήγορα αναστρέψιμες, εφόσον τα εργοτάξια θα καταλάβουν πολύ μικρό χώρο.

Από την εγκατάσταση του έργου δεν θα μεταβληθούν οι υδροδυναμικές συνθήκες της θαλάσσιας περιοχής, λόγω της μεγάλης απόστασης που έχουν μεταξύ τους οι ανεμογεννήτριες.

Οι εργασίες, τόσο στο θαλάσσιο τμήμα του όσο και στο χερσαίο, δεν εμπλέκονται καθόλου προστατευόμενες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους ή μνημεία και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις.

Το βόρειο άκρο του αιολικού πάρκου βρίσκεται σε απόσταση 5 km από την προστατευόμενη περιοχή του Εθνικού Πάρκου στο Σχοινιά - Μαραθώνα. Οι εργασίες για το θαλάσσιο αιολικό πάρκο δεν θα αλλοιώσουν τις οικολογικές δομές του Εθνικού Πάρκου Σχοινιά - Μαραθώνα, εφόσον δε θα διαταραχθούν οι οικότοποι, οι ροές ενέργειας και μάζας του υγροτόπου.

Οι μηχανές των πλοίων που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση του πάρκου, θα εκπέμπουν SO_2 , NO_x , CO και PM_{10} . Η απόσταση από την ακτή και ο μικρός αριθμός των πλοίων έχει ως αποτέλεσμα αμελητέες επιπτώσεις στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον της περιοχής μελέτης. Όσο αφορά τα χερσαία εργοτάξια οι κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι αιωρούμενα σωματίδια (εκσκαφές, χωματισμοί, μεταφορικό έργο) και τυπικές εκπομπές μηχανών (NO_x , CO). Λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας των χερσαίων εργοταξίων οι επιπτώσεις στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον είναι αμελητέες.

Η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου αναμένεται να προκαλέσει κάποια αύξηση στα επίπεδα θορύβου της περιοχής. Σημειώνεται ότι η ακουστική παρενόχληση εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- το θόρυβο των ανεμογεννητριών κατά την λειτουργία τους
- τη θέση των ανεμογεννητριών

- την απόσταση των ανεμογεννητριών από τις κατοικημένες περιοχές
- το υπόβαθρο θορύβου

Όσο αφορά τα εργοτάξια κατά τη φάση κατασκευής το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο στάθμης θορύβου κατά τη λειτουργία τους είναι 50 dB (A), εφόσον το έργο εκτείνεται σε κατοικημένες περιοχές. Οι αποστάσεις του πάρκου από τους οικισμούς είναι μεγαλύτερες από τις ελάχιστες απαιτούμενες, ενώ επιπλέον και η ιδιομορφία της θέσης εγκατάστασης του έργου στο θαλάσσιο χώρο διευκολύνει στον περιορισμό δημιουργούμενης όχλησης στους κατοίκους της περιοχής. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα δημιουργηθεί χαμηλός θόρυβος από τις εργασίες εκσκαφής, τις εργασίες μεταφοράς και τη μεταφορά.

Ο θόρυβος και οι δονήσεις από την κατασκευή δεν φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη επίδραση στο βένθος, ούτε επηρεάζουν ιδιαίτερα την ιχθυοπανίδα και τα ασπόνδυλα. Στην περιοχή δεν υπάρχουν θαλάσσια θηλαστικά (ο πληθυσμός *Tursiops truncatus* είναι σε μεγάλη απόσταση από το έργο) και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη φάση κατασκευής της εγκατάστασης.

Από τις εργασίες τοποθέτησης του υπογείου καλωδίου στη ξηρά, ο μέγιστος αποδεκτός θόρυβος είναι στα 75 dB σε απόσταση 1 m από τις κοντινότερες οικίες. Επίσης, κατά τη φάση κατασκευής δεν θα υπάρξει εκπομπή ακτινοβολιών (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007).

6.2.1.2 Φάση λειτουργίας

Κατά τη φάση λειτουργίας δεν αναμένεται καμία μορφολογική επίπτωση στον πυθμένα από κανένα τμήμα του εξεταζόμενου έργου. Επιπλέον, δεν αναμένονται επιπτώσεις στα εδαφολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά της θαλάσσιας περιοχής του έργου, αλλά και της θέση προσαιγιάλωσης.

Μετά το πέρας της κατασκευής οι βενθικές κοινότητες θα επανακάμψουν και μάλιστα πιθανώς και περισσότερο πλούσιες, εφόσον θα υπάρχουν επιπλέον υποστρώματα (πύργοι ανεμογεννητριών) ως ενδαιτήματα. Αυτό θα ωφελήσει τη θαλάσσια πανίδα καθώς θα αυξηθεί η τροφή και οι θέσεις αναπαραγωγής. Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι δεν υπάρχει καμία επίπτωση στο βένθος από τη λειτουργία του πάρκου.

Ο υδροδυναμισμός και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της θαλάσσιας περιοχής δεν αλλοιώνονται καθόλου. Επομένως, δεν θα υπάρξει εμπλουτισμός ή

απώλεια θρεπτικών αλάτων στην περιοχή και η θαλάσσια χλωρίδα αλλά και οι πλαγκτονικοί οργανισμοί δεν θα επηρεαστούν καθόλου.

Στην περιοχή του αιολικού πάρκου θα απαγορευτεί η αλιεία με δίχτυα (συρόμενα ή μη). Το γεγονός αυτό είναι θετικό για τη θαλάσσια πανίδα. Η απώλεια της περιοχής αλίευσης δεν θα έχει καμία οικονομική επίπτωση στους αλιείς, εφόσον θα αντισταθμίσουν αυτή την περιοχή με γειτονικές. Επιπλέον, δεν θα υπάρξει εμπλουτισμός ή μείωση σε θρεπτικά άλατα στη θαλάσσια περιοχή για να επηρεασθούν οι δομές των πληθυσμών και η λειτουργία του πάρκου θα έχει θετικές επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα και τα θαλάσσια ασπόνδυλα.

Στη περιοχή δεν υπάρχουν θαλάσσια θηλαστικά (ο πληθυσμός *Tursiops truncatus* στον Κόλπο του Αλιβερίου είναι πάρα πολύ μακριά από το έργο) και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη φάση λειτουργίας του έργου.

Η λειτουργία των ανεμογεννητριών δεν ασκεί καμία περιβαλλοντική πίεση στη χερσαία χλωρίδα και πανίδα της περιοχής.

Σχετικά με την ορνιθοπανίδα, δεν υπάρχει ελληνική εμπειρία για τα θαλάσσια αιολικά πάρκα. Ωστόσο, έχουν εκπονηθεί πολλές μελέτες για το θέμα από διάφορους επιστημονικούς οργανισμούς και μη κερδοσκοπικού οργανισμού της Ευρώπης και των Η.Π.Α., ενώ παράλληλα υπάρχουν περιβαλλοντικές εκθέσεις υφιστάμενων θαλασσιών αιολικών πάρκων. Η διεθνής εμπειρία δείχνει λοιπόν, ότι ο κίνδυνος συγκρούσεων πτηνών σε ανεμογεννήτριες είναι μηδαμινός καθώς τα πτηνά αλλάζουν πορεία πολύ πριν πλησιάσουν μια ανεμογεννήτρια (100 με 200 m ανάλογα με το είδος). Άλλωστε και στην Ελλάδα δεν έχει καταγραφεί μέχρι στιγμής περιστατικό στα χερσαία αιολικά πάρκα. Μελέτες που έλαβαν χώρα σε 127 αιολικά πάρκα στη Γερμανία, δεν αποδείξαν στατιστική συσχέτιση μεταξύ θανάτων πτηνών και ανεμογεννητριών. Στη Δανία στο θαλάσσιο αιολικό πάρκο Nysted το οποίο βρίσκεται εντός περιοχής Ramsar και SPA δεν παρατηρήθηκε καμία σύγκρουση πτηνού με ανεμογεννήτρια, βάσει της τελευταίας περιβαλλοντικής έκθεσης. Επιπλέον, στο Καναδά στην περιοχή του υδροτοπικού συμπλέγματος Yukon River Valley όπου υπάρχουν υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες από πτηνά, έχει εγκατασταθεί ανεμογεννήτρια, αλλά όμως, δεν έχει παρατηρηθεί καμία σύγκρουση τη τελευταία πενταετία. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα λόγω συγκρούσεων είναι μηδαμινές. Σχετικά με τις επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα από το υπόγειο καλώδιο μεταφοράς ηλεκτρισμού κατά τη φάση λειτουργίας, αυτές είναι ανύπαρκτες, εφόσον το καλώδιο είναι θαμμένο και η βλάστηση έχει ανακάμψει.

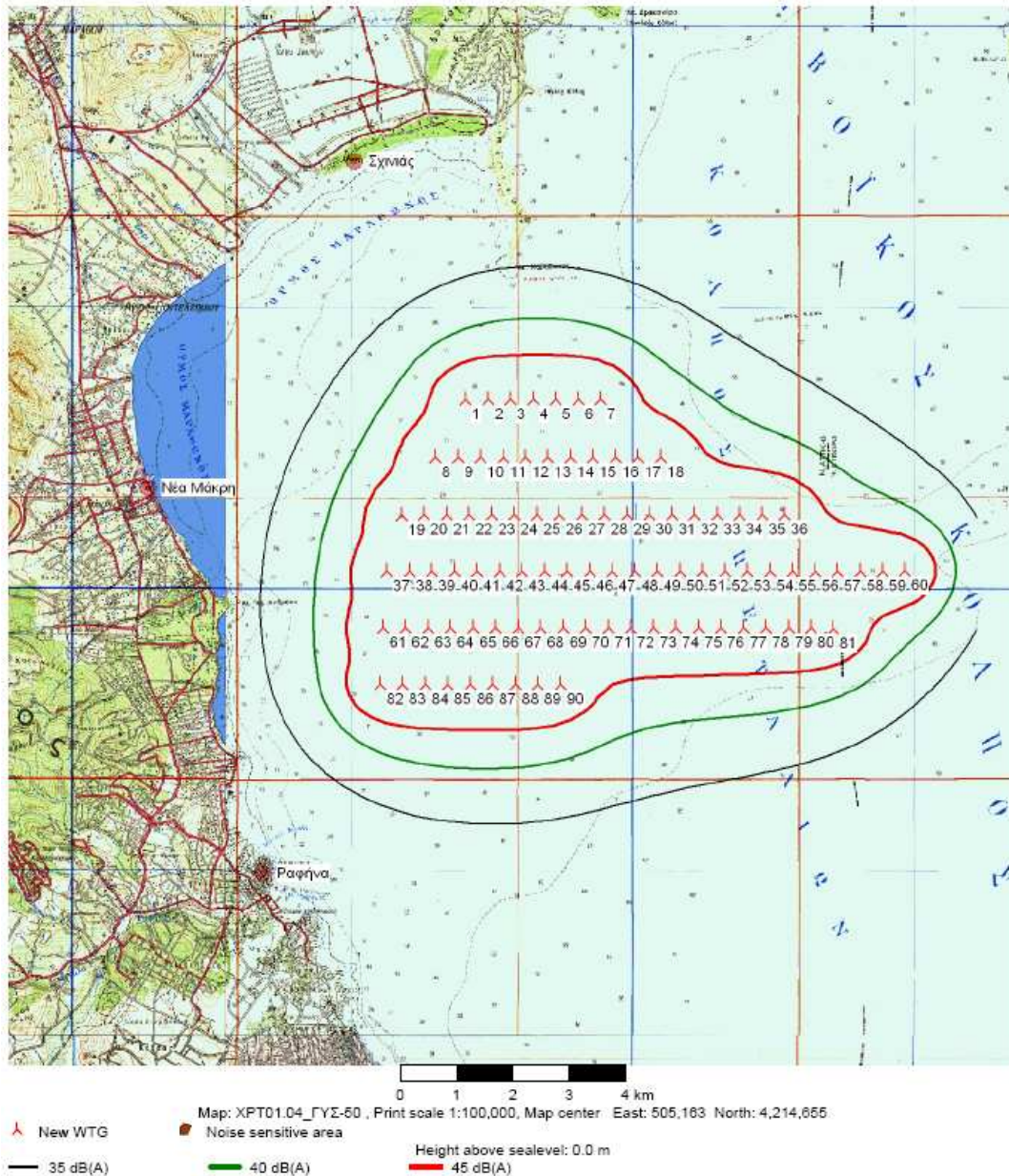
Το πάρκο δεν εμπλέκεται με καμία προστατευόμενη περιοχή, αρχαιολογικούς χώρους ή μνημεία και έτσι δεν αναμένονται επιπτώσεις. Ακόμα, η λειτουργία του δεν θα αλλοιώσει τις οικολογικές δομές του Εθνικού Πάρκου Σχοινιά - Μαραθώνα, εφόσον δε θα διαταραχθούν οι οικότοποι, οι ροές ενέργειας και μάζας του υγροτόπου.

Κατά τη φάση της λειτουργίας του έργου δεν υπάρχει καμία αέρια εκπομπή από τις ανεμογεννήτριες και τα υποθαλάσσια καλώδια με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επίπτωση στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον.

Η ισχύς του θορύβου της ανεμογεννήτριας REPOWER 5M για λειτουργία σε ονομαστική ισχύ είναι 108,7 dB (A) με ακρίβεια μέτρησης ± 2 dB (A). Σε απόσταση 200 μέτρων στα υπήνεμα της ανεμογεννήτριας όπου ο θόρυβος αναμένεται αυξημένος, τα επίπεδα θορύβου μειώνονται σε τιμές κάτω των 60 dB (A), ενώ σε απόσταση 500 μέτρων, το επίπεδο θορύβου μειώνεται περαιτέρω κάτω από τα 50dB (A).

Ο θόρυβος που θα δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες του προτεινόμενου αιολικού πάρκου ακόμα και σε πολύ κοντινή απόσταση σε αυτές είναι μικρότερος από το θόρυβο που επικρατεί σε περιβάλλον γραφείου (60 dB(A)), ενώ σε λίγο μεγαλύτερη απόσταση (500 m) το επίπεδο του θορύβου μειώνεται περαιτέρω και είναι λίγο υψηλότερο από το θόρυβο σε μια κατοικία (45 dB(A)).

Ως εκ τούτου, η ακουστική όχληση στους οικισμούς αναμένεται να είναι πρακτικά αμελητέα λόγω της πολύ μεγάλης απόστασης του έργου από αυτές. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι δονήσεις, ενώ λαμβάνει χώρα εκτεταμένη χρήση ελαστικών συνδέσμων καθώς και ενίσχυση της ηχομόνωσης του κελύφους των ανεμογεννητριών. Τέλος, υπάρχει προοπτική για βελτίωση επιμέρους τμημάτων της ανεμογεννήτριας, κυρίως του πολλαπλασιαστή στροφών και της ηλεκτρογεννήτριας.



Εικόνα 6.2.2: Απεικόνιση επιπέδων θορύβου (Τέρνα Ενεργειακή, 2007)

Ο θόρυβος και οι δονήσεις από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών θα είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα που δεν επηρεάζουν το βένθος, την ιχθυοπανίδα και τα ασπόνδυλα. Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν θαλάσσια θηλαστικά και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη φάση λειτουργίας της εγκατάστασης.

Δεν υπάρχει καμία αέρια εκπομπή από τις ανεμογεννήτριες και το υπόγειο καλώδιο, ενώ τα επίπεδα εκπομπής ακτινοβολιών του υποθαλάσσιου και υπογείου καλωδίου στο περιβάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλά και τελείως ακίνδυνα για τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία.

Οι βασικοί άξονες κίνησης των πλοίων από το λιμάνι της Ραφήνας είναι πάντοτε προς νότιες κατευθύνσεις μακριά από το χώρο του έργου, ενώ και η άλλη βασική ακτοπλοϊκή γραμμή στην ευρύτερη περιοχή του έργου, αυτής της σύνδεσης της Αττικής με τα Στύρα Ευβοίας, βρίσκεται πολύ μακριά από την περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου και ως εκ τούτου δεν υπάρχει εμπλοκή με την οποιαδήποτε μορφής ναυσιπλοΐας.

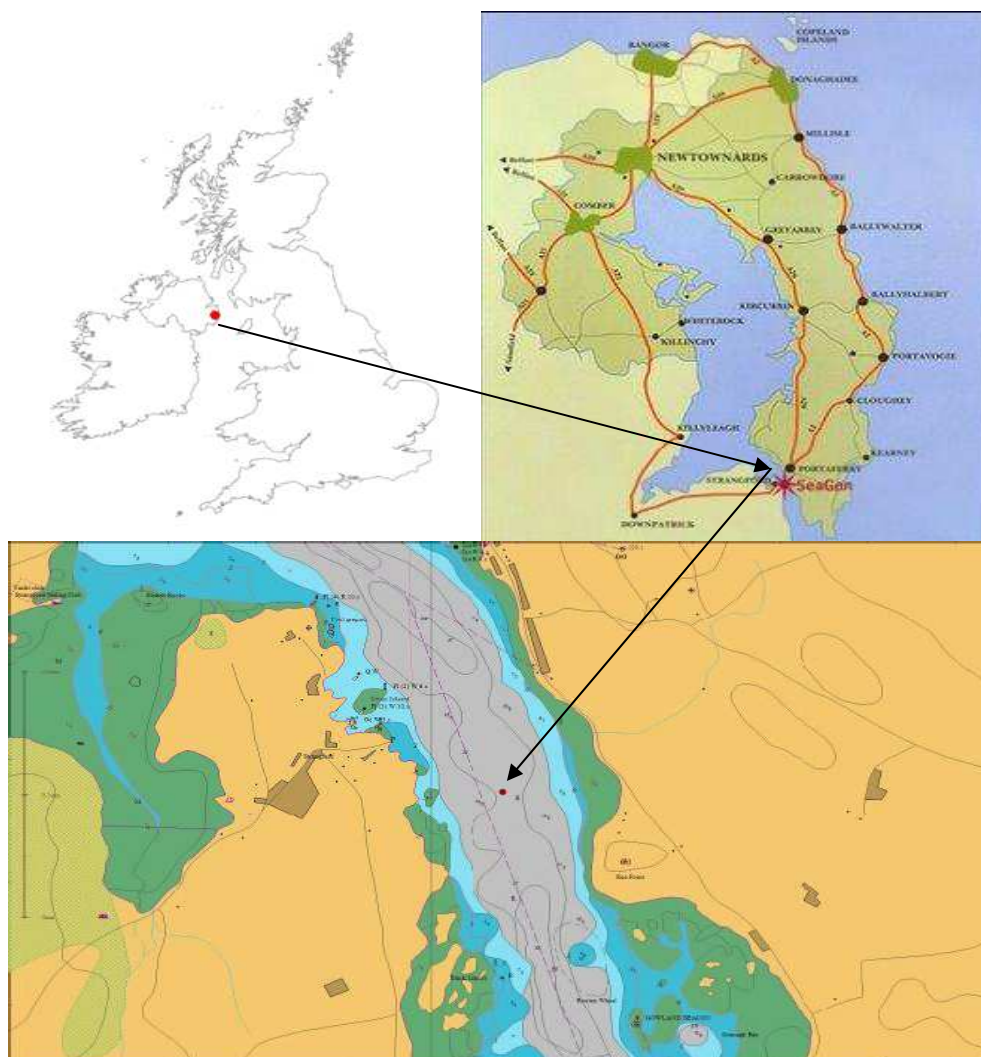
Για το προτεινόμενο έργο, ωστόσο, οι θέσεις εγκατάστασης των ανεμογεννητριών με σημείο εκκίνησης το επίπεδο της θάλασσας, σε συνδυασμό με τη θέση του έργου σχεδόν εκμηδενίζει τη πιθανή συσχέτισή του με αεροπορικές δραστηριότητες.

Όσο αφορά τις διαδικασίες αναψυχής, πρόκειται για δραστηριότητες που αναπτύσσονται στην ακτή και ως εκ τούτου δεν σχετίζονται με το εξεταζόμενο έργο.

Η οπτική όχληση από το θαλάσσιο αιολικό πάρκο είναι ασήμαντη αφού οι 90 ανεμογεννήτριες θα τοποθετηθούν σε έξι σειρές κάθετες προς τις ακτές της Αττικής και σε απόσταση 12 km από αυτές (Πλειάδες Αιολική Α. Ε., 2007).

6.3 Παλιρροιακή Συσκευή στην Ιρλανδική Θάλασσα

Το 2002 το Υπουργείο Εμπορίου και Ανάπτυξης του Ηνωμένου Βασιλείου, ξεκίνησε ένα πρόγραμμα για την επανεξέταση των παλιρροιακών πόρων στην Βόρεια Ιρλανδία, και τον προσδιορισμό των πιθανών θέσεων ανάπτυξης εγκαταστάσεων παλιρροιακής ενέργειας για εμπορικούς σκοπούς. Στο πρόγραμμα πήρε μέρος και ο οργανισμός Marine Current Turbines Ltd, ο οποίος και πρότεινε τη θέση εγκατάστασης της παλιρροιακής συσκευής (G. Bedford and F. Fortune, 2010).



Εικόνα 6.3.1: Γεωγραφική θέση συσκευής SeaGen (Marine Currents Turbines TM Ltd et al., 2009)

Η πρώτη συσκευή SeaGen εγκαταστάθηκε στα Strangford Narrows μεταξύ Strangford και Portaferry στη Βόρεια Ιρλανδία τον Απρίλιο του 2008, 400 μέτρα από την ακτή. Οι απαραίτητες διεργασίες για την κατασκευή και τη σύνδεση της με το

δίκτυο ολοκληρώθηκαν τον Ιούλιο του 2008, και το Δεκέμβριο του ίδιου χρόνου απέδωσε ηλεκτρική ισχύ 1.2 MW (www.seageneration.co.uk).

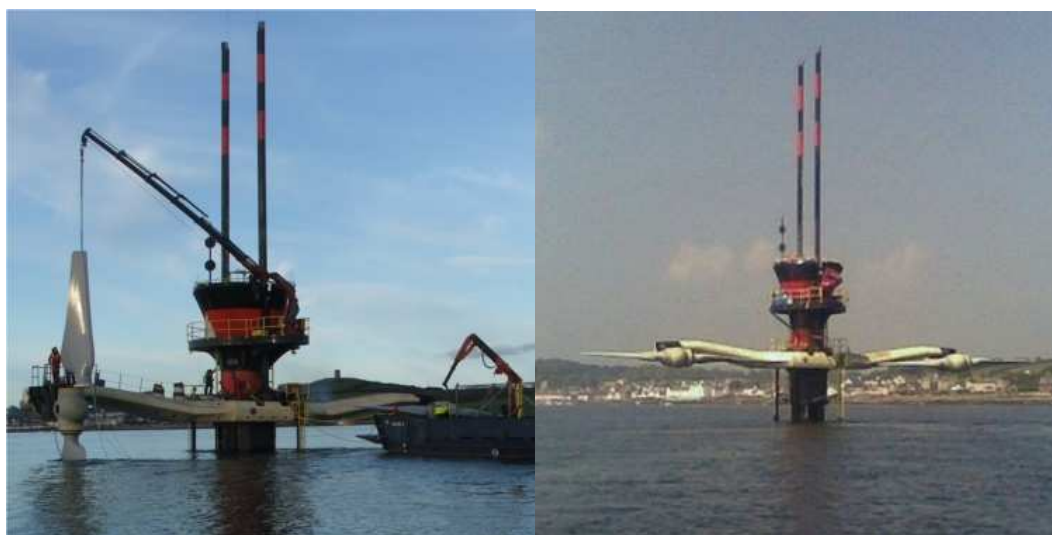
Από τον Ιούλιο 2008 η διάταξη SeaGen έχει πετύχει πάνω από 1500 ώρες παραγωγής (έχει καταφέρει να εξασφαλίσει παραγωγή ενέργειας για περισσότερες από 1500 ώρες), γεγονός που συνεπάγεται την εξασφάλιση παραγωγής ενέργειας για περισσότερες από 1000 MWhours. Η παραγόμενη ποσότητα αυτή, είναι μεγαλύτερη από οποιοδήποτε άλλη που παράγεται από ανάλογη συσκευή σε σύνδεση με εγκατεστημένο θαλάσσιο δίκτυο και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την επίσημη αναγνώριση της ως εμπορικό σταθμό παραγωγής ενέργειας.

Έχει την δυνατότητα παροχής περίπου 10 MWh ανά παλίρροια (σε κάθε παλιρροϊκό φαινόμενο), γεγονός που επιπροσθέτως μας δίνει μέχρι και 6.000 MWh ανά έτος. Αυτό είναι περίπου το ποσοστό που αντιστοιχεί στην παραγωγή ενέργειας που μια ανεμογεννήτρια με ονομαστική ισχύ της τάξης των 2,4 MW μπορεί τυπικά να παράξει. Η συσκευή έχει άδεια λειτουργίας για 5 χρόνια και η απεγκατάσταση και απομάκρυνση της θα πραγματοποιηθεί το 2013, εφόσον πρόκειται για δοκιμαστική συσκευή. (G. Bedford and F. Fortune, 2010).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η περιοχή εγκατάστασης της συσκευής SeaGen έχει χαρακτηριστεί ως υγρότοπος διεθνούς σημασίας, περιοχή ειδικής προστασίας και περιοχή ειδικού επιστημονικού ενδιαφέροντος καθώς φιλοξενεί πολλά προστατευόμενα είδη (www.sd-commission.org.uk).

6.3.1 Περιγραφή της Συσκευής SeaGen για την Αξιοποίηση της Παλιρροιακής Ενέργειας

Η συσκευή SeaGen ανήκει στην τεχνολογία των τουρμπινών οριζόντιου άξονα. Αποτελείται από δύο ρότορες (στροβίλους) οριζόντιου άξονα με διάμετρο 16 m. Κάθε ρότορας λειτουργεί με γεννήτρια μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων. Οι δύο ρότορες είναι τοποθετημένοι εκατέρωθεν ενός πυλώνα και μπορούν να κινηθούν με μέγιστη ταχύτητα 12 m/s. Οι ρότορες είναι αμφίδρομης περιστροφής και μπορούν να λειτουργήσουν τόσο κατά την άμπωτη, όσο και κατά την πλημμυρίδα, προσαρμόζοντας τα περύγια τους προκειμένου αυτά, να βρίσκονται πάντα σε κίνηση (www.sd-commission.org.uk). Η κατασκευή έχει τοποθετηθεί σε βάθος 25 m και μπορεί να υψώνεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλή συντήρησή της (C. Boake, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009, Whittaker et al., 2008). Οι χαλύβδινες σωληνώσεις και τα υπόλοιπα βασικά δομικά της στοιχεία, φέρουν καθοδική προστασία και οι ρότορες είναι κατασκευασμένοι από γυαλί και ίνες άνθρακα, ενισχυμένοι με συνθετικά υλικά, ώστε να μην επηρεάσουν αρνητικά το υδάτινο περιβάλλον (Devine Tarbell & Associates, Inc, 2006).



Εικόνα 6.3.2: Συσκευή SeaGen (mojomaritime.com)

6.3.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Παλιρροιακή Συσκευή SeaGen

Κατά τις χρονικές περιόδους Ιούλιος 2005 – Νοέμβριος 2008 και Ιούλιος 2009 – Ιανουάριος 2010, η εταιρία Marine Current Turbine σε συνεργασία με το Queen University of Belfast και το Sea Mammal Research Unit (SMRU) του St Andrew University πραγματοποίησαν έρευνες στην περιοχή όπου βρίσκεται εγκατεστημένη η διάταξη SeaGen, προκειμένου να καταγράψουν τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το έργο (www.sd-commission.org.uk). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτουν οι ακόλουθες επιπτώσεις.

6.3.2.1 Θαλάσσια θηλαστικά

Σχετικά με τα θαλάσσια θηλαστικά οι μέθοδοι δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

➤ Παρατηρήσεις θηλαστικών από τη στεριά

Η συγκεκριμένη μέθοδος παρέχει πλήθος δεδομένων για τα θηλαστικά της περιοχής. Μελετήθηκαν οι πληθυσμοί φώκιας και φάλαινας πριν την εγκατάσταση της συσκευής, αλλά και κατά τη λειτουργία της, και δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην αφθονία των ειδών (περίοδος 2005 - 2008). Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση των καταγραφών γκρίζας φώκιας το 2008 σε σχέση με τα έτη 2006 και 2007 (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

➤ Παρατηρήσεις θηλαστικών από συγκεκριμένη θέση

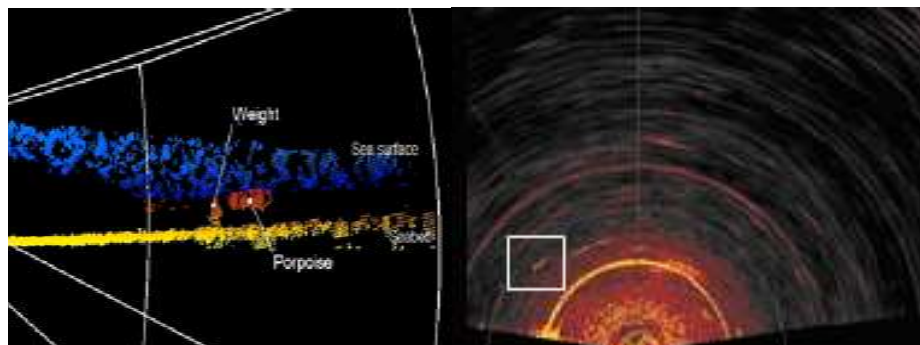
Παρέχει στοιχεία για τη χωρική και χρονική κατανομή των θηλαστικών. Κατά την περίοδο 2005 – 2009 καταγράφηκε χαμηλό ποσοστό άμεσης γειννίας της γκρίζας φώκιας στη κατασκευή, ενώ χαμηλό ήταν και το ποσοστό καταγραφής φαλαινών. Συνολικά παρατηρήθηκαν 129 θηλαστικά, από τα οποία τα 115 ήταν κοινές φώκιες, τα 4 γκρίζες φώκιες και τα 11 φάλαινες (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).



Εικόνα 6.3.3: Παρατηρήσεις θηλαστικών από συγκεκριμένη θέση (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009)

➤ **Βάση πασσαλοειδούς μορφής του ίχνους πεδίου του ενεργού sonar**

Το σύστημα αυτό παρέχει σε πραγματικό χρόνο εικόνα των θαλάσσιων θηλαστικών κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και σε απόσταση 80 μέτρων από την κατασκευή, τόσο κατά τη λειτουργία της, όσο και κατά τη διακοπή της. Από το 2005 έως το 2008 προέκυψαν 137 καταγραφές από τις οποίες το 16% αντιστοιχούσε σε θαλάσσια θηλαστικά. Το διάστημα Ιούλιος 2009 – Ιανουάριος 2010, παρατηρήθηκαν 225 καταγραφές, οι 19 από τις οποίες οδήγησαν σε παύση λειτουργίας της συσκευής. Για λόγους πρόληψης όταν ανιχνεύονται "στόχοι" σε κοντινή απόσταση από τη συσκευή, σταματάει η λειτουργία της, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να προσδιορίσουμε την αλληλεπίδραση της με τα θηλαστικά και να καταλήξουμε στο αν τελικά θα απέφευγαν την πρόσκρουση σε αυτή (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009, Marine Current Turbines TM Ltd, 2009).



Εικόνα 6.3.4: Καταγραφή στο ενεργό sonar (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009)

➤ **Καταγραφή των νεκρών θηλαστικών**

Για τη συγκεκριμένη μέθοδο έχει οριστεί μια αρκετά μεγάλη περιοχή γύρω από την κατασκευή στην οποία πραγματοποιούνται καταγραφές πτωμάτων ζώων. Τα νεκρά ζώα εξετάζονται από κτηνίατρο – παθολόγο προκειμένου να προσδιοριστούν τα αίτια θανάτου τους και να διαπιστωθεί αν σχετίζονται με τη λειτουργία της κατασκευής. Η έρευνα έλαβε τέλος το Μάρτιο του 2010 και σε κανένα από τα ευρήματα η αιτία θανάτου του δεν σχετίζεται με τη λειτουργία του έργου (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

➤ **Παθητικός ακουστικός έλεγχος (T - PODs)**

Το T – PODs είναι μια ανεξάρτητη βυθιζόμενη μονάδα που χρησιμοποιείται σε διάφορες θέσεις μέσα στα Strangford Narrows προκειμένου να παρέχει συνεχή δεδομένα για τη δραστηριότητα των θαλάσσιων θηλαστικών κοντά στην κατασκευή. Συνολικά έχουν τοποθετηθεί εφτά τέτοιες μονάδες. Αναλύοντας τα δεδομένα για το Inner, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις καταγραφές φαλαινών πριν τη κατασκευή του έργου, αλλά και κατά τη λειτουργία του. Στα στενά ωστόσο, παρατηρήθηκε μείωση των ανιχνεύσεων φάλαινας αλλά αυτό πιθανώς να οφείλεται στη σχεδόν αθόρυβη και πιο γρήγορη διέλευση τους από την περιοχή. Οι εποχικές διακυμάνσεις των καταγραφών παρέμειναν ίδιες καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας και τα μειωμένα ποσοστά από το Μάιο μέχρι και τον Ιούλιο κάθε έτους σχετίζονται με τη περίοδο γέννας των φωκαινών (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009, Verfuß et al., 2008).

➤ **Αεροεπισκόπηση – Έλεγχος πεδίου από αέρος**

Στόχος των επιτόπιων δειγματοληπτικών ερευνών από αέρος είναι να καθορίσει το συνολικό αριθμό αλλά και τη θέση καταγραφής ατόμων φώκιας μεταξύ των Carlingford Lough, Belfast Lough και Strangford Lough. Τις περιόδους 2006 – 2007, 2008 - 2009 παρόμοιες αριθμήσεις φώκιας έχουν προκύψει σε όλη τη περιοχή μελέτης, ενώ κατά 8% μειώθηκε ο αριθμός τους την περίοδο 2007 – 2008. Κατά την περίοδο αναπαραγωγής τους το 2009 ο αριθμός των ενήλικων ατόμων ήταν μεγαλύτερος από ότι το 2006 και το 2008. Οι γκρίζες φώκιες παρουσιάζουν λιγότερη αφθονία στη περιοχή συγκρινόμενες με τις κοινές φώκιες, ωστόσο υπάρχει αύξηση

στον αριθμό τους από το 2002 (G. Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009, Marine Current Turbines TM Ltd, 2009).

➤ Τηλεμετρία ατόμων Φώκιας

Στόχος της σήμανσης ατόμων φώκιας, είναι η καταγραφή πληροφοριών σχετικά με τις κινήσεις τους στα Strangford Lough Narrows αλλά και την ευρύτερη παραλιακή ζώνη. Για το σκοπό αυτό 12 φώκιες έχουν εξοπλιστεί με κεραιές, αξιολογώντας έτσι το βαθμό στον οποίο οι κινήσεις τους έχουν αλλάξει πριν την εγκατάσταση του έργου, κατά την κατασκευή του, αλλά και τη λειτουργία του. Πληροφορίες υπάρχουν για τα έτη 2006, 2008. Ορισμένα άτομα ταξίδεψαν σε μακρινές περιοχές, γεγονός που υποδεικνύει ότι ο πληθυσμός τους δεν είναι απομονωμένος σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό της Βόρειας Ιρλανδίας. Επιπλέον, ορισμένα άτομα αναζήτησαν τροφή έξω από την περιοχή μελέτης. Οι παραπάνω αναφορές οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι το έργο σε όλες του τις φάσεις δεν επηρεάζει αρνητικά τις κινήσεις των ατόμων φώκιας (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).



Εικόνα 6.3.5: Σήμανση ατόμων φώκιας (G. Savidge, 2009)

Επιπτώσεις θορύβου στα θαλάσσια θηλαστικά κατά τη λειτουργία του έργου

Μετρήσεις του παραγόμενου θορύβου από τη λειτουργία της συσκευής πραγματοποιήθηκαν από διαφορετικές σταθερές αποστάσεις βόρεια και νότια αυτής. Υδρόφωνο τοποθετήθηκε σε ένα σκάφος σε βάθος περίπου 5 μέτρων. Για την

ελαχιστοποίηση του περιβάλλοντα θορύβου το σκάφος κινήθηκε παρασυρόμενο από τα ρεύματα που επικρατούσαν στην περιοχή.

Τα επίπεδα του θορύβου που παράγονται από την συσκευή 150 μέτρα νότια και 311 μέτρα βόρεια αυτής, γίνονται αντιληπτά από τα θαλάσσια θηλαστικά της περιοχής. Ο θόρυβος αυτός, δεν είναι ικανός να προκαλέσει βλάβες στην ακοή τους, ωστόσο καταγράφεται ένα μικρό ποσοστό αποφυγής της περιοχής σε απόσταση 44 μέτρων από το έργο (G. Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010).

Καταλήγοντας, διαπιστώνουμε ότι οι αλλαγές που παρατηρούνται στην αφθονία των θαλάσσιων θηλαστικών της περιοχής, είναι μικρές και παροδικές, καθώς οφείλονται κυρίως στο θόρυβο που παράγεται κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του έργου. Επιπλέον, οι όποιες μεταβολές παρατηρούνται κατά τη λειτουργία της διάταξης, οφείλονται κυρίως στις εποχικές διακυμάνσεις των ίδιων των θηλαστικών. Τέλος, ο κίνδυνος πρόσκρουσης μηδενίζεται, αφού η συσκευή διακόπτει τη λειτουργία της κάθε φορά που εντοπίζεται σε κοντινή απόσταση κάποιο θαλάσσιο θηλαστικό.

6.3.2.2 Βενθικοί οργανισμοί

Σχετικά με τους βενθικούς οργανισμούς οι μέθοδοι δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

➤ Υποθαλάσσια έρευνα

Στόχος των δειγματοληψιών είναι η ανίχνευση αλλαγών στη δομή των βενθικών κοινοτήτων. Για το σκοπό αυτό δειγματοληπτικοί σταθμοί έχουν εγκατασταθεί γύρω από την κατασκευή. Οι τρεις στην ίδια ευθεία με τον άξονα περιστροφής της συσκευής σε αποστάσεις 20, 150 και 300 μέτρων αντίστοιχα, ένας 50 μέτρα βορειοανατολικά του άξονα, ένας στο κεντρικό σημείο στήριξης της κατασκευής, και ο τελευταίος βορειοανατολικά του σημείου αγκύρωσης της πλατφόρμας. Αποτέλεσμα προκύπτουν για τις περιόδους Μάρτιος – Απρίλιος 2008 και Ιούλιος 2008, με τη μορφή βίντεο που καλύπτουν μία περιοχή 2 x 2 γύρω από τον κάθε σταθμό.

Η υψηλής ποιότητας βίντεο που έχουν καταγραφεί, παρέχουν απροσδόκητες λεπτομέρειες για τις βενθικές κοινότητες και περισσότερα από 60 είδη έχουν εντοπιστεί. Κυρίαρχα είδη σε όλους τους σταθμούς είναι το *Hydroid Sertularia*

cupressina και *Tubularia sp.* και οι σπόγγοι *Halichondria sp.* and *Esperiopsis ficorum*. (G. Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).



Εικόνα 6.3.6: Υποθαλάσσια έρευνα (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009)

Καταλήγοντας, συμπεραίνουμε ότι επιπτώσεις στους βενθικούς οργανισμούς παρατηρούνται κατά τη διάρκεια εγκατάστασης της συσκευής λόγω των εργασιών που λαμβάνουν χώρα, αλλά είναι τοπικές και ελάσσονος σημασίας, διότι οι οργανισμοί που διαβιούν στην περιοχή είναι ανθεκτικοί στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Επιπλέον, οι μικρές αλλαγές που έχουν παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια λειτουργίας της συσκευής είναι αποτέλεσμα της φυσικής εξέλιξης των οργανισμών.

6.3.2.3 Πτηνά

Σχετικά με τα πτηνά οι μέθοδοι δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

➤ Παρατηρήσεις πτηνών από τη στεριά

Το Πανεπιστήμιο του Exeter έχει αναλάβει την ανάλυση των στοιχείων που είχαν συλλεχθεί. Τα πρώτα αποτελέσματα δείχνουν κάποιες μικρές αλλαγές στην κατανομή ορισμένων ειδών, ωστόσο δεν φαίνεται να είναι βιολογικής σημασίας (G. Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

➤ Παρατηρήσεις πτηνών από συγκεκριμένη θέση πάνω στη κατασκευή

Από τις άμεσες ποιοτικές αξιολογήσεις των εκάστοτε παρατηρητών, δεν προκύπτουν επιπτώσεις από την ύπαρξη του έργου στα πτηνά της περιοχής (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).



Εικόνα 6.3.7: Παρατήρηση πτηνών από την ίδια τη συσκευή (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009)

6.3.2.4 Υδρογραφικές συνθήκες

Προκειμένου να προσδιοριστούν και να ποσοτικοποιηθούν οι αλλαγές στη ροή του νερού από τη λειτουργία της διάταξης έγινε χρήση **ακουστικού ρευματογράφου (ADCP)**. Στην ουσία πρόκειται για συσκευή που ρίχνεται στη θάλασσα, διατηρείται στερεωμένη στη θέση της και μετρά την ένταση και τη διεύθυνση των ρευμάτων. Δύο τέτοιες συσκευές τοποθετήθηκαν στην περιοχή μελέτης, μία ανάντη και μία κατόντη της διάταξης (G. Bedford and F. Fortune, 2010).



Εικόνα 6.3.8: Ακουστικός Ρευματογράφος (C Boake, 2010)

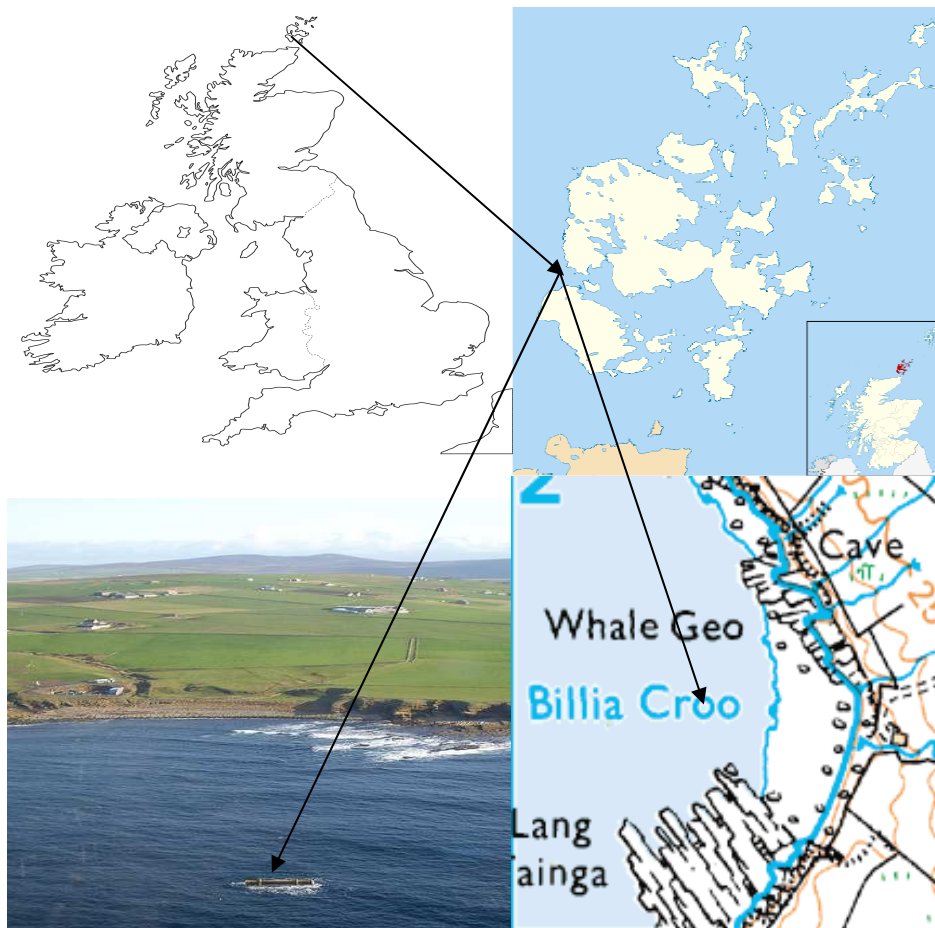
Για να καταλήξουμε σε επιτυχή συμπεράσματα, οι καταγραφές θα πρέπει να διαρκέσουν ένα εύλογο χρονικό διάστημα, παράλληλα με την έρευνα για τις βενθικές κοινότητες. Κάτι τέτοιο θεωρείται απαραίτητο, διότι υπάρχει το ενδεχόμενο συσχέτισης, η μεταβολή στη ροή του νερού να ωθεί σε αλλαγές στη δομή των βενθικών οργανισμών.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων τρεις μήνες μετά τη λειτουργία της συσκευής, δεν παρατηρήθηκαν φαινόμενα διάβρωσης και τα τμήματα του βυθού που διαταραχθήκαν κατά τη φάση της εγκατάστασης αποκαταστάθηκαν και επαναποικίστηκαν από βενθικούς οργανισμούς (G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα από τις αρχικές καταγραφές, έδειξαν την αναμενόμενη ροή υδάτων γύρω από τη κατασκευή, αλλά δεν κατέστη δυνατόν να συλλεχθούν δεδομένα επαρκούς ποιότητας για να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη τυρβώδη ροή (G. Bedford and F. Fortune, 2010).

6.4 Κυματική Συσσκευή στον Βορειοανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό

Το Ευρωπαϊκό Κέντρο Θαλάσσιας Ενέργειας (EMEC) και η εταιρεία Aquamarine Power συνεργάστηκαν προκειμένου να υλοποιήσουν το σχέδιο Oyster 2 Argy. Πρόκειται για την εγκατάσταση και λειτουργία τριών κυματικών συσκευών που αποτελούν συνέχεια της συσκευής Oyster 1. Μέχρι στιγμής, έχει εγκατασταθεί η μία από τις τρεις συσκευές Oyster 800, στο πυθμένα του Billia Croo κοντά στην πόλη Stromness στα νησιά Orkney, και αναμένεται η εγκατάσταση των άλλων δύο το 2012 και το 2013 αντίστοιχα (www.aquamarinepower.com).

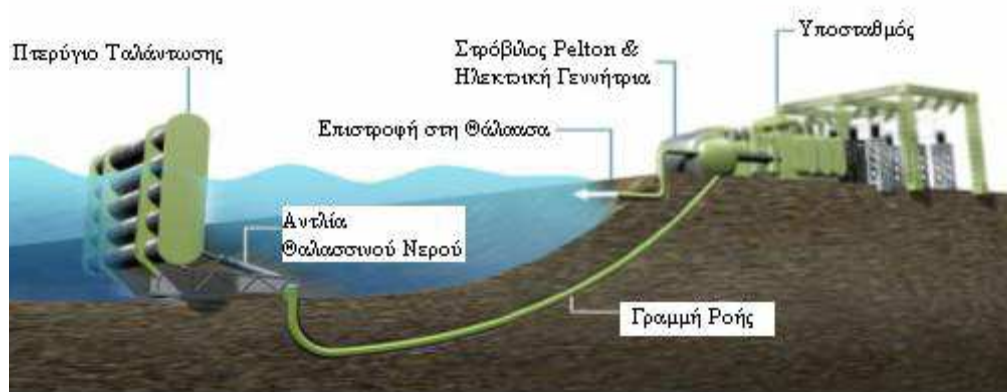


Εικόνα 6.4.1: Γεωγραφική θέση της συσκευής Oyster 800 (commons.wikimedia.org; learnhistory.org.uk; www.emec.org.uk; www.streetmap.co.uk)

6.4.1 Περιγραφή της Συσκευής Oyster 800 για την Αξιοποίηση της Κυματικής Ενέργειας

Η συσκευή Oyster είναι ένας οριζόντια ταλαντούμενος κυματικός μετατροπέας (Oscillating Wave Surge Converter), που εγκαθίσταται στον πυθμένα της θάλασσας σε κοντινή απόσταση από την ακτή (500 μέτρα). Είναι σχεδιασμένος να αλληλεπιδρά αποδοτικά με τις δυνάμεις των κυμάτων των ρηχών νερών (www.waveplam.eu).

Η αρχή λειτουργίας του μετατροπέα Oyster είναι απλή. Η συσκευή αποτελείται από ένα είδος περυγίου ταλάντωσης εγκατεστημένο στον πυθμένα της θάλασσας σε βάθος 12 μέτρων. Αυτή η συσκευή αποσπά την ενέργεια των διερχόμενων θαλάσσιων κυμάτων και τη διαβιβάζει ως υδραυλική ισχύ θαλασσινού νερού σε μία υδροηλεκτρική μονάδα μετατροπής στην ακτή. Αυτό γίνεται με τη κίνηση εμβόλων διπλής δράσης που τροφοδοτούν με συμπιεσμένο θαλασσινό νερό τη μονάδα PTO (Power Take - Off) του Oyster. Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο μετατρέπει την υδραυλική πίεση και τη ροή σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός υδροστροβίλου Pelton ο οποίος κινεί τις ηλεκτρικές γεννήτριες (Folley et al., 2004; www.awatea.org.nz; www.aquamarinepower.com).



Εικόνα 6.4.2: Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος μετατροπής της κυματικής ενέργειας Oyster (www.waveplam.eu)

Κάθε μια από τις τρεις συσκευές κυματικής ενέργειας θα έχει παραγόμενη ισχύ 800 KW, ενώ η μέγιστη παραγόμενη ισχύς και των τριών συσκευών Oyster θα

είναι 2,4 MW. Η πρώτη συσκευή Oyster 2 έχει τοποθετηθεί με προσανατολισμό κάθετο στην κύρια διεύθυνση των κυματισμών.

Το ανακλινόμενο πτερύγιο της συσκευής έχει πλάτος 26 m, ενώ το ύψος του από τη βάση είναι 12 m. Το Oyster 800 χρησιμοποιεί ένα σύστημα θεμελίωσης δύο πασσάλων αντί του συμβατικού των τεσσάρων πασσάλων που χρησιμοποιήθηκε για το πρώτο Oyster. Έτσι μειώνεται το κόστος της εγκατάστασης, ο κίνδυνος που σχετίζεται με τις καιρικές συνθήκες και το αποτύπωμα της συσκευής στο βυθό της θάλασσας (Folley et al., 2004; www.aquamarinepower.com).



Εικόνα 6.4.3: Συσκευή Oyster 800 (www.aquamarinepower.com)

Η συσκευή μπορεί να εγκατασταθεί και να αποσυρθεί μέσα σε 24 ώρες. Η απλότητα του σχεδιασμού και η προσβασιμότητα της τοποθεσίας του, καθιστούν τη συντήρηση και το σέρβις της συσκευής απλή και οικονομική διαδικασία. Η λειτουργία της είναι αθόρυβη και δε περιέχει τοξικές ουσίες, ενώ επίσης δεν παρουσιάζει εκπομπές CO₂. Η συσκευή έχει σχεδιαστεί ώστε να επιτρέπει την αδιάλειπτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχεδόν όλες τις κυματικές συνθήκες και έχει χρόνο ζωής 20 έτη (www.aquamarinepower.com).

6.4.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Κυματική Συσκευή Oyster 800

6.4.2.1 Περιγραφή του Περιβάλλοντος Εγκατάστασης της Συσκευής

Η έρευνα για την θαλάσσια ζωή πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία Aquamarine Power και το κέντρο EMEC και περιλάμβανε στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν από την εσωτερική περιοχή του κόλπου μέχρι και 1.500 μέτρα μακριά από την ακτή, από τον Απρίλιο του 2010 μέχρι το Μάρτιο του 2011, και στοιχεία από συγκεκριμένη θέση – παρατηρητήριο, από το Μάρτιο του 2009 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2011.

Δεκαεπτά κητώδη είδη έχουν καταγραφεί στα νερά του Orkney από το 1980, ενώ επτά κητώδη είδη (τα οποία αντιπροσωπεύουν το 25% της πανίδας στο Ηνωμένο Βασίλειο) έχουν καταγραφεί καθ' όλη τη διάρκεια μίας χρονιάς. Εκτός από τα κητώδη είδη και οι γκρι φώκιες είναι συνήθεις στα νερά του Orkney, ωστόσο δεν υπάρχουν γνωστοί ή σημαντικοί πληθυσμοί από φώκιες κοντά στην περιοχή εγκατάστασης της συσκευής και το Billia Croo δεν θεωρείται τόσο σημαντική όσο άλλες περιοχές στα Orkney.

Συγκεκριμένα στοιχεία, για τα συγκεκριμένα θαλάσσια θηλαστικά που είναι παρόντα στην άμεση ή παρακείμενη περιοχή του Oyster 2, έδειξαν χαμηλούς συγκεντρωτικούς αριθμούς. Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι οι γκρι φώκιες, οι κοινές φώκιες και οι φώκαινες είναι τα πιο συχνά θαλάσσια θηλαστικά που παρατηρούνται εντός της περιοχής όπου αναπτύσσεται το έργο. Τα δεδομένα για τα άλλα είδη δείχνουν, ότι αυτά έχουν παρατηρηθεί μόνο μακριά από την ακτή και σε μεγαλύτερο βάθος από την περιοχή των μετρήσεων. Όλα τα κητώδη είδη προστατεύονται από νομοθεσίες, και οι φώκιες θεωρούνται σημαντικές σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Σχετικά με τα είδη ψαριών, είναι γνωστό ότι καρχαρίες κυρίως ο προσκυνητής, επισκέπτονται συχνά τα νερά των Orkney, αν και οι αριθμοί ποικίλλουν από χρόνο σε χρόνο. Λόγω της προστασίας του είδους τους και της παρουσίας τους στα νερά που περιβάλλουν το έργο, υπάρχει έντονη ευαισθησία για πιθανές συνέπειες. Συγκεκριμένα στοιχεία από την περιοχή μελέτης, περιλαμβάνουν ένα σύνολο από 16 εμφανίσεις καρχαριών προσκυνητών κατά το 2010 – 2011 σε

απόσταση 600 μέτρων από το έργο. Οι καρχαρίες προσκυνητές θεωρούνται ως εξαιρετικό ευάλωτο είδος και για το λόγο αυτό προστατεύονται.



Εικόνα 6.4.4: Καρχαρίας ο προσκυνητής (el.wikipedia.org)

Υπάρχουν αρκετές περιοχές κατά μήκος των ακτών των Orkney που παρέχουν σημαντικό βιότοπο σε μια μεγάλη ποικιλία ειδών πουλιών, περιλαμβάνοντας αποικίες αναπαραγωγής και προστασίας από το χειμώνα. Οι περιοχές ειδικής προστασίας περιλαμβάνουν σε τοπικό, διεθνές και εθνικό επίπεδο είδη με ξεχωριστούς πληθυσμούς και είδη σε συναθροίσεις. Για τη συγκεκριμένη περιοχή αυτά είναι τα *Stercorarius parasiticus* (μικροληστόγλαρος), *Fulmarus glacialis* (φουλμαρος), *Larus marinus* (γιγαντόγλαρος), *Catharacta skua* (τρανοληστόγλαρος), *Uria aalge* (λεπτοραμφόκεπρος), *Rissa tridactyla* (τριδαχτυλόγλαρος), *Fratecula arctica* (θαλασσοπιττακός), *Gavia stellata* (κηλιδοβούτα), *Phalacrocorax aristotelis* (θαλασσοκόρακας), *Somateria mollissima* (πουπουλόπαπια). Η συγκέντρωση των θαλάσσιων πουλιών στην εσωτερική πλευρά του κόλπου ποικίλλει, με ένα σύνολο 22 ειδών να καταγράφονται κατά την παρακολούθηση της άγριας ζωής από την Aquamarine power. Μερικά είδη αξίζουν να σημειωθούν για τη συνεχή τους παρουσία στην περιοχή όλους τους μήνες, συμπεριλαμβάνοντας το φουλμάρο, το θαλασσοκόρακα, τη πουπουλόπαπια, το λεπτοραμφόκεπρο, το τρανοληστόγλαρο και το συνηθισμένο γλάρο. Ο φουλμάρος παρατηρήθηκε σε μεγάλο αριθμό καθ' όλη τη διάρκεια των καταγραφών, με τις περισσότερες καταγραφές πουλιών να

παρατηρούνται στην εποχή της αναπαραγωγής και μετά από αυτή. Η σουλά (θαλάσσιο πτηνό), που επίσης παρατηρούνταν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, σημείωνε μεγάλα νούμερα κατά την εποχή της αναπαραγωγής και το χειμώνα. Ο λεπτοραμφόκεπρος, που επίσης παρατηρούνταν σε μεγάλους αριθμούς καθ' όλο το χρόνο, σημείωνε τις περισσότερες καταγραφές κατά τη διάρκεια της εποχής της αναπαραγωγής. Οι παρατηρήσεις κοινών γλάρων, αν και καταγράφηκαν στην εσωτερική πλευρά του κόλπου καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, τοποθετούνταν κυρίως στην βορειοανατολική πλευρά του έργου, κοντά στην ακτογραμμή, με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις να πραγματοποιούνται το φθινόπωρο. Ο θαλασσοκόρακας καταγράφηκε σε κοντινή περιοχή με το έργο (περίπου 100 - 600 μέτρα) καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, με τις περισσότερες καταγραφές να παρουσιάζονται το φθινόπωρο και το χειμώνα. Η πάπια, που επίσης παρατηρούνταν σε μεγαλύτερους αριθμούς το χειμώνα, είχε μια ξεχωριστή κατανομή κατά τη διάρκεια του έτους, με την πλειοψηφία των παρατηρήσεων να σημειώνονται στην ανατολική πλευρά του έργου, κοντά στην ακτογραμμή. Εκτός από αυτά τα είδη, παρατηρήθηκε και η φρατερκούλη, αλλά σε σχετικά χαμηλά ποσοστά και για αυτό το λόγο σημειώνεται σαν εποχιακή "επισκέπτης" (www.aquamarinepower.com).

Οι παρακάτω ενότητες περιγράφουν την εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων σε θαλάσσια θηλαστικά, ψάρια και θαλασσοπούλια, από την εγκατάσταση, λειτουργία και απεγκατάσταση του έργου.

6.4.2.2 Θαλάσσια θηλαστικά

Για να εκτιμηθεί η επίδραση του ήχου στη θαλάσσια ζωή της περιοχής έγινε προσομοίωση της διάδοσης του θορύβου υποβρυχίως. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι τα επίπεδα ήχου που παράγονται από τη διάτρηση του πυθμένα για να τοποθετηθούν οι θεμελιώσεις και τη δραστηριότητα των σκαφών δεν είναι ιδιαίτερος υψηλά ώστε να προκαλέσουν φυσική ή ακουστική ζημιά σε οποιοδήποτε κητώδες είδος ή φώκια. Στο μόνο είδος που παρατηρήθηκε ενόχληση είναι οι φώκαινες, ενώ στις γκρι φώκιες που απαντώνται συχνότερα στην εσωτερική πλευρά του κόλπου κατά τους μήνες που διεξάγεται η εγκατάσταση οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες και προσωρινές. Γενικά, ο αριθμός από φώκιες που παρατηρήθηκαν ήταν μικρός, και η πιθανή επίδραση στο είδος αυτό ενδέχεται να είναι προσωρινή και ελάχιστης σημασίας. Το ίδιο ισχύει και

για τα άλλα είδη εκτιμώντας ότι ο κίνδυνος από το έργο είναι ελάχιστος (www.aquamarinepower.com).

6.4.2.3 Ψάρια

Οι καρχαρίες προσκυνητές παρατηρήθηκαν στην εσωτερική πλευρά του κόλπου και λόγω της γνωστής τους παρουσίας στην περιοχή, της χαμηλής ταχύτητας κολύμβησης τους και της ευαισθησία τους, το επίπεδο της πιθανής επίδρασης είναι μέτριο. Εάν είναι παρόντες στην ευρύτερη περιοχή κατά την εγκατάσταση του έργου, οι καρχαρίες ίσως επηρεαστούν από την αυξημένη κίνηση σκαφών και υποβρύχιου θορύβου. Αυτό μπορεί να προκαλέσει εντόπια ενόχληση του είδους και απομάκρυνση του από την περιοχή.

Συγκεκριμένα, κατά τη φάση λειτουργίας του έργου, οι καρχαρίες και τα υπόλοιπα ψάρια που βρίσκονται στην περιοχή εκτίθενται σε χαμηλό επίπεδο θορύβου, και επομένως απομακρύνονται προσωρινά από αυτή. Σε περιόδους συντήρησης της συσκευής τα σκάφη που εμπλέκονται κινούνται με μικρή ταχύτητα και παραμένουν σταθερά καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών, ελαχιστοποιώντας έτσι τα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου. Συμπερασματικά, η επίδραση του θορύβου αναμένεται να είναι προσωρινού χαρακτήρα και τα επίπεδα ενόχλησης και απομάκρυνσης της άγριας ζωής θα είναι ελάχιστα ή αμελητέα και συνεπώς ασήμαντα (www.aquamarinepower.com).

6.4.2.4 Πτηνά

Η πιθανότητα επίδρασης στα πτηνά της περιοχής έχει εκτιμηθεί ως ελάχιστης ή μέτριας σημασίας λόγω της αφθονίας των ειδών, την εποχιακή παρουσία τους στη περιοχή και τις συγκεκριμένες εργασίες που θα διεξάγονται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Οι πιθανές επιπτώσεις κατά την κατασκευή, εγκατάσταση και απεγκατάσταση του έργου, σχετίζονται με την παρουσία του κάθε είδους στην περιοχή την εκάστοτε εποχή. Αυτές οι εργασίες, με εξαίρεση τις εποχιακές εργασίες συντήρησης, διεξάγονται κατά τη διάρκεια της άνοιξης ή του καλοκαιριού και συνεπώς τα είδη που πιθανά να επηρεαστούν, είναι ο φουλμάρος και ο λεπτοραμφόκεπος. Εάν οι εργασίες συνεχιστούν μέσα στο φθινόπωρο, θα επηρεαστούν και τα περισσότερα είδη γλάρων. Για όλα τα είδη, οι πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν από την εγκατάσταση, την κατασκευή και την απεγκατάσταση του έργου θεωρούνται ελάχιστες ή αμελητέες και για αυτό το λόγο

είναι ασήμαντες. Επιπλέον, η πλησιέστερη περιοχή προστασίας της ορνιθοπανίδας εκτίνεται 2,5 χιλιόμετρα νότια της συσκευής με αποτέλεσμα να μην επηρεαστεί από τις εργασίες εγκατάστασης. Ακόμη και σε περίπτωση επίδρασης, αυτή περιορίζεται σε προσωρινό και τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, η πλησιέστερη ζώνη ειδικής προστασίας απαντάται βόρεια της συσκευής, σε ακτίνα 0,6 χιλιομέτρων, αλλά πρόκειται για ορεινούς οικοτόπους που δεν επηρεάζονται κατά την εγκατάσταση του έργου (www.aquamarinepower.com).

6.4.2.5 Βενθικοί οργανισμοί

Από τις βενθικές έρευνες στην περιοχή εγκατάστασης του έργου, προκύπτει ως κυρίαρχο είδος φαιοφυκών το *Laminaria hyperborea*, το οποίο αυξάνει την εξάπλωση του με την αντίστοιχη αύξηση στο βάθος. Επιπλέον, στην περιοχή καταγράφηκαν και τα είδη *Alcyonium digitatum*, *Echinus esculentus* και *Securiflustra securifrons*. Περισσότερες λεπτομέρειες προκύπτουν βέβαια από τα βίντεο που έχουν καταγραφεί και αφορούν επιπλέον τα *Odonthalia dentate*, *Drachiella spectabilis*, είδη πανίδας όπως τα κοινά σφουγγάρια, οι αχινοί και οι αστερίες. Σε εκτεθειμένες βραχώδεις επιφάνειες όπου τα φαιοφύκη δεν ήταν τα επικρατούντα είδη, το *A. Digitatum* ήταν συχνά σε αφθονία, αν και συνήθως βρισκόταν σε χαμηλή πυκνότητα, μαζί με τα *E. Esculentus* και *Pachymatisma johnstonia*.

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης, ένα συγκεκριμένο κομμάτι του πυθμένα διαταράχθηκε προκειμένου να τοποθετηθούν η κυματική συσκευή και οι σωληνώσεις. Οι έρευνες δείχνουν ότι από τα είδη που επηρεάστηκαν κανένα δεν θεωρείτο διατηρήσεως σημαντικό, και δεν υπήρχαν μεγάλα αθροίσματα ειδών σε σύγκριση με άλλες περιοχές. Επιπλέον, το 20% των φυκιών που απομακρύνεται λόγω των εργασιών εγκατάστασης της συσκευής, θα χανόταν ούτως ή άλλως λόγω των κυματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή.

Αξιίζει να σημειωθεί, ότι κατά τη διάρκεια των γεωτρήσεων υπάρχει πιθανότητα, μέρος του πυθμένα που αποσπάται λόγω της δυναμικής των κυμάτων που επικρατεί στην περιοχή, να οδηγηθεί στην ακτή, αλλά η μικρή ένταση αυτών των φαινομένων σημαίνει ότι θα υπάρξει πάρα πολύ μικρή επίδραση, έως και καθόλου. Βέβαια, καμία τέτοια επίδραση δεν σημειώθηκε κατά την εγκατάσταση του Oyster 1, αλλά ούτε σε προηγούμενα ανάλογα έργα (www.aquamarinepower.com).

6.4.2.6 Υδροδυναμικές συνθήκες

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης, η διαταραχή του πυθμένα δημιουργήσει αλλαγές στην υδροδυναμική κατάσταση της περιοχής αλλά το έργο προκαλεί μικρότερη αλλαγή στο θαλάσσιο περιβάλλον από ότι η ίδια η κίνηση των κυμάτων που επικρατούν στην περιοχή. Σχετικά με τις υδροδυναμικές συνθήκες της περιοχής, δεν καταγράφονται αλληλεπιδράσεις με το θαλάσσιο πυθμένα κατά τη διάρκεια λειτουργίας της συσκευής και επομένως δεν υπάρχουν επιδράσεις από τη λειτουργία του έργου. Ωστόσο, η παρουσία της διάταξης θα προκαλέσει κάποιες αλλαγές στο υδροδυναμικό καθεστώς στη γύρω περιοχή. Αναμένεται να δημιουργηθούν τοπικά ρεύματα στην άμεση εγγύτητα του έργου, αλλά άλλες αλλαγές πιο μακριά από το έργο θα είναι μικρές. Εφόσον το έργο αποσπά ενέργεια από τα κύματα, θα υπάρξει μια μικρή μείωση στην ενέργεια των κυμάτων στην υπήνεμη πλευρά του έργου, αλλά αυτή η μείωση πιθανόν να είναι αμελητέα και δεν θα προκαλέσει σημαντικές επιδράσεις στα ιζήματα κατά μήκος της ακτογραμμής (www.aquamarinepower.com).

6.4.2.7 Απεγκατάσταση συσκευής

Κατά τη διάρκεια απεγκατάστασης της συσκευής, πολύ μικρή επίδραση αναμένεται να προκληθεί στο πυθμένα, και όπου υπάρχει αλληλεπίδραση ισχύουν τα ίδια στοιχεία με αυτά κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του έργου. Η απομάκρυνση όλων των υποδομών από το πυθμένα θα μετατρέψει την περιοχή όπου αρχικά είχε απαλλαχθεί από φύκια και χρησιμοποιούνταν από το έργο, σε περιοχή όπου συνήθη τοπικά είδη θα επαναποικίσουν. Ο βιότοπος στην άμεση εγγύτητα του έργου περιέχει τα ίδια είδη που βρέθηκαν στις περιοχές όπου αφαιρέθηκαν τα φύκια. Αυτές οι περιοχές μπορούν και είναι πιθανόν να λειτουργήσουν σαν μια πηγή νέων φυκιών τα οποία θα επαναποικίσουν τις περιοχές που απαλλάχθηκαν από αυτά. Επιπλέον και άλλοι άμισχοι και κινητοί οργανισμοί είναι πιθανόν να ξανά εμφανιστούν στην περιοχή μέσω της αναπαραγωγικής διαδικασίας και της μετανάστευσης από διαθέσιμους βιότοπους σε κοντινές ανέπαφες περιοχές (www.aquamarinepower.com).

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ανάπτυξη των παράκτιων εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επιφέρει επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Προκειμένου λοιπόν να επιτευχθεί ή να διατηρηθεί η καλή περιβαλλοντική κατάσταση στην εκάστοτε θαλάσσια περιοχή πρέπει να προσδιοριστούν ορισμένα χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά με βάση την Οδηγία - πλαίσιο 2008/56/EK για τη θαλάσσια στρατηγική είναι τα εξής:

1. Η βιοποικιλότητα διατηρείται. Η ποιότητα και η συχνότητα των ενδιαιτημάτων και η κατανομή και αφθονία των ειδών είναι σύμφωνες με τις ισχύουσες φυσιογραφικές, γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες.
2. Η εισαγωγή μη αυτόχθονων ειδών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι σε επίπεδα που δεν αλλοιώνουν δυσμενώς τα οικοσυστήματα.
3. Οι πληθυσμοί όλων των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ιχθύων, των μαλακίων και των οστρακοδέρμων βρίσκονται σε ασφαλή όρια από βιολογική άποψη, παρουσιάζοντας μια κατανομή του πληθυσμού ανά ηλικία και ανά μέγεθος που δείχνει την καλή κατάσταση του αποθέματος.
4. Όλα τα στοιχεία των δικτύων θαλάσσιας τροφής, στο βαθμό που είναι γνωστά, υπάρχουν σε συνθήκες φυσιολογικής αφθονίας και ποικιλίας και σε επίπεδα ικανά να εξασφαλίσουν τη μακροπρόθεσμη αφθονία των ειδών και τη διατήρηση της πλήρους αναπαραγωγικής ικανότητάς τους.
5. Ελαχιστοποιείται ο ανθρωπογενής ευτροφισμός και ιδίως οι δυσμενείς επιπτώσεις του, όπως απώλειες στη βιοποικιλότητα, υποβάθμιση του οικοσυστήματος, εξάπλωση επιβλαβών φυκών και έλλειψη οξυγόνου στο βυθό των θαλασσών.
6. Η ακεραιότητα του θαλάσσιου βυθού είναι τέτοια ώστε να διασφαλίζονται η δομή και οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων ενώ, ιδίως, τα βενθικά οικοσυστήματα δεν επηρεάζονται αρνητικά.
7. Η μόνιμη αλλοίωση των υδρογραφικών συνθηκών δεν επηρεάζει δυσμενώς τα θαλάσσια οικοσυστήματα.
8. Οι συγκεντρώσεις των ρυπογόνων ουσιών βρίσκονται σε επίπεδα που δεν προκαλούν αποτελέσματα ρύπανσης.
9. Οι ρυπογόνες ουσίες σε ψάρια και άλλα θαλασσινά για ανθρώπινη κατανάλωση δεν υπερβαίνουν τα επίπεδα που θεσπίζονται από την κοινοτική νομοθεσία ή άλλα αντίστοιχα πρότυπα.

10. Οι ιδιότητες και ποσότητες των απορριμμάτων στη θάλασσα δεν προκαλούν βλάβη στο παραθαλάσσιο και θαλάσσιο περιβάλλον.
11. Η εισαγωγή ενέργειας, καθώς και υποθαλάσσιου θορύβου βρίσκονται σε επίπεδα που δεν επηρεάζουν δυσμενώς το θαλάσσιο περιβάλλον (www.ices.dk).

Εξετάζοντας το κάθε χαρακτηριστικό – δείκτη για τα προαναφερθέντα παράκτια έργα προκύπτουν οι ακόλουθοι πίνακες. Στο Πίνακα 7.1, καταγράφεται το μέγεθος των επιπτώσεων από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και τις συσκευές παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας. Στο Πίνακα 7.2, καταγράφεται το μέγεθος των επιπτώσεων του υπεράκτιου αιολικού πάρκου North Hoyle της Βόρειας Ουαλίας. Στο Πίνακα 7.3, καταγράφεται το μέγεθος των επιπτώσεων του υπεράκτιου αιολικού πάρκου που πρόκειται να κατασκευαστεί στο κόλπο των Πεταλιών. Στο Πίνακα 7.4, καταγράφεται το μέγεθος των επιπτώσεων από τη παλιρροιακή συσκευή SeaGen της Βόρειας Ιρλανδίας και τέλος, στο Πίνακα 7.5, καταγράφεται το μέγεθος των επιπτώσεων από την κυματική συσκευή Oyster 800 των νήσων Orkney. Η επίδραση των επιπτώσεων στο κάθε δείκτη μπορεί να είναι μεγάλη (+++), μεσαία (++) , μικρή (+) και ανύπαρκτη (-). Ακόμα, όπου κρίνεται απαραίτητο πραγματοποιείται περαιτέρω ανάλυση των επιπτώσεων με επιπλέον πίνακες.

**7.1 Γενικά αποτελέσματα – συμπεράσματα από όλες τις τεχνολογίες
στο θαλάσσιο περιβάλλον με βάση τους δείκτες της Οδηγίας
2008/56/EK**

Πίνακας 7.1: Καταγραφή του μεγέθους των κυριότερων επιπτώσεων με βάση τους 11 δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ από τις εγκαταστάσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον (Φ.Κ. = Φάση Κατασκευής, Φ.Λ. = Φάση Λειτουργίας)

Υφιστάμενη Κατάσταση	Βιοποικιλότητα	Μη Αυτόχθονα Είδη	Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμα Είδη	Τροφικά Πλέγματα	Ευτροφισμός	Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού	Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών	Ρυπαρόνες Ουσίες	Ρυπαρόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση	Απορρίμματα	Ενέργεια
Κινητήρια Δύναμη											
Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα Φ. Κ.	++	-	++	-	+	++	++	+	+	+	+++
Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα Φ. Λ.	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
Συσκευές Παλιπροακτής Ενέργειας Φ. Κ.	++	-	++	-	+	++	++	+	+	+	+++
Συσκευές Παλιπροακτής Ενέργειας Φ. Λ.	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Συσκευές Κοιμητικής Ενέργειας Φ. Κ.	++	-	++	-	+	++	++	+	+	+	++
Συσκευές Κοιμητικής Ενέργειας Φ. Λ.	+	-	+	-	-	+	++	+	+	+	+

7.1.1 Βιοπικιοιλοτητα

Αναφερόμενοι στον πρώτο δείκτη, τη βιοπικιοιλοτητα, για να εξαχθούν συμπεράσματα απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση σε διάφορα οικολογικά επίπεδα: ενδικοιαιτημάτων, ειδών και πληθυσμών και για το λόγο αυτό αναλύουμε τις επιπτώσεις στις τρεις αυτές συνιστώσες. Οι Πίνακες που ακολουθούν αποτυπώνουν αυτές τις επιπτώσεις και για τις τρεις τεχνολογίες.

Πίνακας 7.1.1: Καταγραφή του μεγέθους επιπτώσεων στα επιμέρους στοιχεία της βιοπικιοιλοτητας από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα

Κινητήρια Δύναμη / Υφιστάμενη Κατάσταση	Ενδικοιαιτήματα	Είδη	Πληθυσμοί
Υπεράκτια αιολικά πάρκα Φ. Κ.	+++	++	++
Υπεράκτια αιολικά πάρκα Φ. Λ.	+	+	+

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

Κατά τη φάση κατασκευής ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου, από τις εργασίες που λαμβάνουν χώρα, επηρεάζονται τα ενδικοιαιτήματα της εκάστοτε περιοχής. Συγκεκριμένα, η εγκατάσταση των θεμελιώσεων των συσκευών και η τοποθέτηση των υποθαλάσσιων καλωδίων οδηγεί σε διατάραξη του πυθμένα και μεταφορά ιζήματος, με αποτέλεσμα τη τοπική απώλεια ενδικοιαιτημάτων. Στο ίδιο αποτέλεσμα, οδηγεί και ο θόρυβος και οι δονήσεις που παράγονται από τις εργασίες εγκατάστασης, αλλά και την παρουσία των σκαφών (www.offshorewindenergy.org). Η επίδραση αυτή ωστόσο, διαρκεί ελάχιστα, όσο δηλαδή και οι εργασίες κατασκευής του πάρκου και εμφανίζει περιθώρια επανόρθωσης, άρα είναι παροδική και αναστρέψιμη.

Τα είδη που διαβιούν στην περιοχή θα επηρεαστούν από τις εργασίες κατασκευής του πάρκου, τόσο από την αιώρηση των ιζημάτων, όσο και από το θόρυβο που παράγεται, αλλά η επιρροή αυτή είναι προσωρινή, μέτριας σημασίας και αναστρέψιμη. Οι ρύποι που μπορεί να διοχετευθούν στο θαλάσσιο περιβάλλον είτε

από διαρροές, είτε από συγκρούσεις πλοίων που συμμετέχουν στις εργασίες αποτελεί σπάνιο γεγονός και με τα κατάλληλα μέτρα, όπως με την καταγραφή των θέσεων τους σε ναυτικούς χάρτες αλλά και μέσω της σήμανσής τους με ανακλαστικά χρώματα και φώτα (www.wwf.org.uk), οι επιπτώσεις ελαχιστοποιούνται. Επιπλέον, αντίστοιχες είναι και οι επιπτώσεις στους πληθυσμούς των διαφόρων ειδών.

Κατά τη φάση λειτουργίας ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου τα ενδιαίτηματα που είχαν προηγουμένως διαταραχθεί επανακάμπτουν σταδιακά με αποτέλεσμα να μην προκύπτουν αρνητικές επιπτώσεις από το έργο με την πάροδο του χρόνου.

Σχετικά με τα είδη αλλά και τους πληθυσμούς των διαφόρων ειδών, οι επιπτώσεις από τη λειτουργία του έργου είναι ελάχιστες και αναστρέψιμες. Οι θεμελιώσεις των ανεμογεννητριών λειτουργούν ως νέα τεχνητά ενδιαίτηματα για την περιοχή με αποτέλεσμα να προσελκύουν θαλάσσιους οργανισμούς, αυξάνοντας σε κάποιες περιπτώσεις την αφθονία ορισμένων ειδών (Linley et al., 2008). Από την άλλη μεριά ο θόρυβος που παράγεται κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών καθώς και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι ελάχιστονος σημασίας, ενώ οι προσκρούσεις των θαλάσσιων θηλαστικών και των πτηνών στις ανεμογεννήτριες αποτελούν σπάνια γεγονότα.

Πίνακας 7.1.2: Καταγραφή του μεγέθους επιπτώσεων στα επιμέρους στοιχεία της βιοποικιλότητας από τις συσκευές παλιρροιακής ενέργειας

Υφιστάμενη Κατάσταση	Ενδιαίτηματα	Είδη	Πληθυσμοί
Κινητήρια Δύναμη			
Συσκευές Παλιρροιακής Ενέργειας Φ. Κ.	+++	++	++
Συσκευές Παλιρροιακής Ενέργειας Φ. Λ.	+	+	+

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

Η τοποθέτηση παλιρροιακών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον, όπως οι πυλώνες, οι υποθαλάσσιες τουρμπίνες και τα ηλεκτρικά καλώδια, θα οδηγήσει σε διαταραχή του θαλάσσιου βυθού, με επακόλουθη αιώρηση ιζημάτων και τοπική

απώλεια ενδιαιτημάτων (Thrush et al., 2004). Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα από το θόρυβο και τις δονήσεις που δημιουργούνται κατά τη φάση εγκατάστασης, αν και θα διαρκέσουν λίγο και θα έχουν τοπικό χαρακτήρα.

Τα είδη αλλά και οι πληθυσμοί τους, επηρεάζονται προσωρινά κατά τη φάση εγκατάστασης των συσκευών τόσο από την αιώρηση των ιζημάτων, όσο και από το θόρυβο και τις δονήσεις που δημιουργούνται από τις εργασίες κατασκευής, αλλά οι επιπτώσεις είναι τοπικού χαρακτήρα, μέτριας σημασίας και αναστρέψιμες. Επιπλέον οι διαρροές ρύπων στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι σπάνιες και με τα κατάλληλα μέτρα ((καταγραφή σε ναυτικούς χάρτες, σήμανση με ανακλαστικά χρώματα και φώτα, (www.wwf.org.uk)) οι πιθανότητες αλλά και οι επιπτώσεις μετριάζονται.

Κατά τη φάση λειτουργίας, ο σχηματισμός στροβίλων από τα νερά που προέρχονται από τις παλιρροιακές εγκαταστάσεις μπορεί να οδηγήσει στην εναπόθεση ιζήματος. Παράλληλα η ταχύτητα γύρω από τις κατασκευές θα αυξηθεί και θα οδηγήσει σε διάβρωση του ιζήματος, γεγονός που μπορεί να διαταράξει τα βενθικά ενδιαιτήματα (depts.washington.edu, www1.eere.energy.gov).

Διάφορα ευαίσθητα είδη καθώς και οι πληθυσμοί τους φαίνεται να επηρεάζονται μερικώς από το θόρυβο, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από τα υποθαλάσσια καλώδια, αλλά οι επιδράσεις είναι μικρής σημασίας και αναστρέψιμες καθώς με τις κατάλληλες τεχνολογικές καινοτομίες μπορούν να ελαττωθούν σημαντικά.

Πίνακας 7.1.3: Καταγραφή του μεγέθους επιπτώσεων στα επιμέρους στοιχεία της βιοποικιλότητας από τις συσκευές κυματικής ενέργειας

Υφιστάμενη Κατάσταση Κινητήρια Δύναμη	Ενδιαιτήματα	Είδη	Πληθυσμοί
Συσκευές Κυματικής Ενέργειας Φ. Κ.	+++	++	++
Συσκευές Κυματικής Ενέργειας Φ. Λ.	+	+	+

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

Κατά τη φάση εγκατάστασης των συσκευών κυματικής ενέργειας, οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή θα διαταράξουν τα διάφορα ενδιαίτηματα και θα οδηγήσουν σε τοπική απώλεια αυτών (Hans Christian Soerensen et al, 2003). Ο βαθμός ωστόσο της επίπτωσης, έχει να κάνει με το αν η συσκευή είναι πλωτή και με την έκταση που καταλαμβάνει στον πυθμένα.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, τόσο ο εξωτερικός θόρυβος των εργασιών, όσο και ο υποθαλάσσιος θόρυβος θα επηρεάσει προσωρινά τα διάφορα είδη αλλά και τους πληθυσμούς τους. Επιπλέον, η αιώρηση των ιζημάτων και οι δονήσεις που προκαλούνται στην περιοχή έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα θαλάσσια είδη (www1.eere.energy.gov, www.wwf.org.uk), αλλά παύουν με το πέρας των εργασιών και είναι αναστρέψιμες.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των κυματικών συσκευών τα ενδιαίτηματα που προηγουμένως είχαν διαταραχθεί επανακάμπτουν σταδιακά αλλά αργά. Κάτι τέτοιο συμβαίνει διότι οι περιοχές που εγκαθίστανται αυτού του είδους οι συσκευές χαρακτηρίζονται από έντονους κυματισμούς.

Ο υποθαλάσσιος θόρυβος από τους μετατροπείς κυματικής ενέργειας είναι πιθανό να επηρεάσει την κίνηση και τα όργανα επικοινωνίας ορισμένων θαλάσσιων ειδών, αλλά και των πληθυσμών τους (Hans Christian Soerensen et al, 2003). Επιπλέον, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από τα καλώδια για τη μεταφορά της ενέργειας, μπορούν να επηρεάσουν διάφορα θαλάσσια είδη που είναι πολύ ευαίσθητα σε αυτά, όπως για παράδειγμα τους καρχαρίες, τα σαλάχια αλλά και μεταναστευτικά είδη όπως οι χελώνες.

7.1.2 Μη αυτόχθονα είδη

Αναφερόμενοι στο δεύτερο δείκτη, τα μη αυτόχθονα είδη, καμία τεχνολογία δεν φαίνεται να εισάγει στο υδάτινο περιβάλλον είδη ξενικά προς τους τοπικούς πληθυσμούς. Δεν έχει υπάρξει μέχρι στιγμής καμία τέτοια καταγραφή και έτσι, δεν προκύπτουν αρνητικές επιπτώσεις στα εκάστοτε θαλάσσια περιβάλλοντα τόσο από την κατασκευή όσο και από τη λειτουργία υπεράκτιων αιολικών πάρκων, παλιρροιακών και κυματικών συσκευών.

7.1.3 Πληθυσμοί εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών

Οι πληθυσμοί όλων των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ιχθύων, μαλακίων και οστρακοδέρμων επηρεάζονται μερικώς κατά τη φάση εγκατάστασης των παράκτιων

έργων. Οι εργασίες κατασκευής διαταράσσουν τους πληθυσμούς των διαφόρων ειδών (αιώρηση ιζημάτων, θόρυβος - δονήσεις), αλλά η επιρροή αυτή είναι μικρής χρονικής διάρκειας και αναστρέψιμη.

Κατά τη φάση λειτουργίας των διαφόρων έργων, η αλιεία στην περιοχή ανάπτυξης των κατασκευών συνήθως απαγορεύεται. Κάτι τέτοιο, σε συνδυασμό με τη χρήση των δομών των συσκευών ως νέα ενδιαιτήματα έχει σαν αποτέλεσμα την προσέλκυση ειδών γύρω από τις κατασκευές παρέχοντας ασφαλέστερους βιότοπους για ορισμένα είδη της περιοχής και αυξάνοντας την αφθονία για κάποια άλλα. Εξαιρέση θα αποτελέσουν ορισμένα ευαίσθητα είδη, που θα επηρεαστούν από το θόρυβο και τις δονήσεις που παράγονται από τις συσκευές (www.offshorewindenergy.org, www.sd-commission.org.uk, www1.eere.energy.gov). Έτσι, ο βαθμός επηρεασμού των εμπορικών εκμεταλλεύσιμων ειδών από τη λειτουργία των έργων είναι ελάχιστος και με την εφαρμογή τεχνολογικών καινοτομιών και αναστρέψιμος.

7.1.4 Τροφικά πλέγματα

Σχετικά με τον τέταρτο δείκτη, τα τροφικά πλέγματα, καμία τεχνολογία δεν φαίνεται να επηρεάζει τη ροή ενέργειας ανάμεσα στα τροφικά επίπεδα. Οι σχέσεις των θαλάσσιων οργανισμών είναι πολύπλοκες και οι αλλαγές που πιθανώς θα προκύψουν ακόμα και στην αφθονία ορισμένων ειδών δεν δημιουργούν αρνητικές επιπτώσεις, αφού ακόμα και όταν μειώνεται η βιοποικιλότητα η ροή ενέργειας παραμένει η ίδια.

7.1.5. Ανθρωπογενής ευτροφισμός

Ανθρωπογενής ευτροφισμός μπορεί να προκληθεί μόνο κατά τη φάση εγκατάστασης των έργων. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της εκσκαφής μπορούν να απελευθερωθούν στην υδάτινη στήλη φωσφορικά άλατα που πιθανώς βρίσκονται αποθηκευμένα στα ιζήματα. Μεγάλες συγκεντρώσεις φωσφορικών αλάτων σε συνδυασμό με τα νιτρικά ιόντα που θα υπάρχουν στο θαλάσσιο περιβάλλον θα οδηγήσουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού, όπου η περίσσεια των θρεπτικών αλάτων, θα προκαλέσει υπέρμετρη ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγικότητας με διατάραξη της υπάρχουσας ισορροπίας. (Smith et al., 1999; www.ccpo.odu.edu).

7.1.6 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού

Κατά τη φάση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου θα υπάρξει μεταφορά ιζήματος η οποία θα επηρεάσει αρνητικά τους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν στην περιοχή (απώλεια ενδονημάτων). Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι λαμβάνει χώρα και η φυσική μεταφορά και επαναιώρηση των ιζημάτων ανάλογα με τις τοπικές φυσικές συνθήκες που επικρατούν στο θαλάσσιο περιβάλλον (www.offshorewindenergy.org, www.water.utwente.nl). Για τους λόγους αυτούς η επίδραση παρότι είναι μεγίστης σημασίας, είναι παροδική και αναστρέψιμη.

Η εγκατάσταση των κατασκευών στήριξης και τα καλώδια των συσκευών παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας, θα προκαλέσουν διαταραχές στη θαλάσσια ζωή του πυθμένα. Αξίζει να σημειωθεί όμως, ότι οι περισσότερες από τις συσκευές που εξετάστηκαν λειτουργούν στην επιφάνεια της θάλασσας. Οι εγκαταστάσεις αυτές κρατούνται σταθερές με ένα σύστημα αγκυρώσεων. Οι αλυσίδες και οι άγκυρες είναι στην ουσία τα μόνα μέρη που έρχονται σε επαφή με τον πυθμένα και η επίδραση που έχουν σε αυτόν δε ξεπερνάει την επίδραση που έχει ένας απλός σημαντήρας (www.emec.org.uk, www.wwf.org.uk). Έτσι, η αυξημένη αιώρηση των ιζημάτων παύει με το πέρας των εργασιών και οι επιπτώσεις στους οργανισμούς είναι τοπικές και αναστρέψιμες.

Κατά τη φάση λειτουργίας οι θεμελιώσεις των ανεμογεννητριών λειτουργούν ως τεχνικοί σκόπελοι δημιουργώντας ένα νέο τεχνητό οικοσύστημα για τους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν σε αυτή την περιοχή (www.offshorewindenergy.org). Επομένως οι όποιες επιδράσεις είχαν προκύψει εξαλείφονται και αντισταθμίζονται από τα νέα ενδονημάτια που δημιουργούνται γύρω από τις κατασκευές.

Κατά τη λειτουργία των παλιρροιακών συσκευών δημιουργούνται στρόβιλοι που μπορεί να οδηγήσουν σε εναπόθεση ιζήματος. Παράλληλα η ταχύτητα γύρω από τις κατασκευές θα αυξηθεί και θα οδηγήσει σε διάβρωση του ιζήματος (www1.eere.energy.gov). Οι διεργασίες αυτές θα επηρεάσουν τις βενθικές κοινότητες τις περιοχές αλλά η επιρροή θα είναι μικρής σημασίας και αναστρέψιμη.

Η λειτουργία των κυματικών συσκευών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κυματικής ενέργειας κατόπιν των κατασκευών με επακόλουθη συσσώρευση ιζήματος (H. T. Harvey & Associates, 2008). Η επίπτωση αυτή, θα επηρεάσει τους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν στην περιοχή, ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη τις φυσικές - ισχυρές κυματικές συνθήκες που επικρατούν, καθίσταται ελάχιστο σημασίας.

7.1.7 Μεταβολή υδρογραφικών συνθηκών

Η μεταβολή των υδρογραφικών συνθηκών λόγω των έργων συνίστανται επί παραδείγματι σε μεταβολή του παλιρροιακού καθεστώτος, μεταφορά ιζημάτων και γλυκού νερού, δράση ρευμάτων ή κυμάτων που έχουν ως συνέπεια αλλαγές στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των υδάτων.

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του αιολικού πάρκου παρατηρείται προσωρινή επαναιώρηση των ιζημάτων και ακολούθως αύξηση της θολότητας του νερού, συνθήκες που μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων (www.offshorewindenergy.org). Η επίδραση ωστόσο, είναι παροδική και τοπικού χαρακτήρα.

Η εγκατάσταση παλιρροιακών διατάξεων θα οδηγήσει σε αλλαγή στο καθεστώς της ταχύτητας των ρευμάτων γύρω από τις συσκευές. Τα μικρότερης ταχύτητας ρεύματα που δημιουργούνται θα αυξήσουν την εναπόθεση του ιζήματος και θα μειώσουν την μεταφορά του με αποτέλεσμα να προκαλέσουν μεταβολή του υποστρώματος του πυθμένα σε περιοχές που βρίσκονται κατάντη των κατασκευών (Ball, 2002). Η επιρροή είναι άξια προσοχής, αλλά προσωρινού χαρακτήρα και με τη λήψη κατάλληλων μέτρων περιορίσιμη.

Κατά την εγκατάσταση συσκευών κυματικής ενέργειας, θα επηρεαστεί προσωρινά η ποιότητα του νερού εξαιτίας της αύξησης των αιωρούμενων ιζημάτων. Επιπλέον, θα δημιουργηθούν εκχωματώσεις οι οποίες ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες που επικρατούν, μπορεί να επεκταθούν στην ευρύτερη περιοχή (Hans Christian Soerensen et al, 2003). Οι επιπτώσεις όμως, παύουν με το πέρας της εγκατάστασης και πραγματοποιώντας εργασίες περιορισμού της διάβρωσης του πυθμένα (έργα θωράκισης) (Hans Christian Soerensen et al, 2003) μπορεί να περιοριστούν σημαντικά.

Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και με την πάροδο του χρόνου, γύρω από τις κατασκευές αρχίζει να δημιουργείται ένας σχηματισμός από αναχώματα και κοιλώματα. Ο σχηματισμός αυτός οφείλεται στη μεταβολή της ροής του νερού λόγω της τυρβώδη ροής που επικρατεί στο αιολικό πάρκο. Ακόμα, διαχωρισμός της ροής του νερού παρατηρείται στις περιοχές τοποθέτησης των καλωδίων, γεγονός που οδηγεί στη τοπική διάβρωση του πυθμένα. Εξαιτίας της αντίστασης που δημιουργείται στη ροή του νερού από τις εγκαταστάσεις του αιολικού πάρκου επηρεάζονται οι συνθήκες των ρευμάτων και των γειτονικών περιοχών (McCabe et al., 2001 ; www.offshorewindenergy.org).

Κατά τη λειτουργία των παλιρροιακών συσκευών καταγράφονται μεταβολές που αφορούν την παλιρροιακή ροή και κατεύθυνση του νερού γύρω από τις εγκαταστάσεις. Τα αιωρούμενα ιζήματα, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους, έχουν διαφορετικές ταχύτητες, έτσι όταν η ταχύτητα τους μειώνεται, οι αιωρούμενοι κόκκοι του ιζήματος, εναποτίθενται. Η εναπόθεση αυτή, θα προκαλέσει αλλαγές στην υδάτινη στήλη και στη συνέχεια στην ποιότητα του νερού και μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλαγές στην τοπική δυναμική του βυθού και των ιζημάτων της περιοχής (Ball, 2002).

Η λειτουργία εγκαταστάσεων κυματικής ενέργειας μπορεί να έχει επιπτώσεις στα θαλάσσια ρεύματα και την υδρογραφία της περιοχής, αφού ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας των κυμάτων συλλέγεται ή ανακλάται. Συγκεκριμένα μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και να ενισχύσουν την ιζηματοπόθεση. Παρόλα αυτά, το ενδεχόμενο σημαντικής συσσώρευσης ιζημάτων στην περιοχή των μειωμένων κυμάτων θεωρείται σπάνιο. Η μείωση της κυματικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές στα ρεύματα που αναπτύσσονται μακριά από την ακτή, σε μείωση του πλάτους και της ενέργειας της ζώνης θραύσης των κυμάτων, και σε αλλαγές στη διάβρωση και στην εναπόθεση των ιζημάτων κυρίως σε αμμώδεις παραλίες (H. T. Harvey & Associates, 2008).

7.1.8 Ρυπογόνες ουσίες

Κατά την εγκατάσταση τόσο των ανεμογεννητριών, όσο και των παλιρροιακών και κυματικών συσκευών, υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης ρύπων στην υδάτινη στήλη. Το γεγονός αυτό λαμβάνει χώρα κατά την εκσκαφή του πυθμένα όπου μπορούν να ελευθερωθούν ρύποι που έχουν απορροφηθεί από τα ιζήματα, αποτελώντας απειλή για την ποιότητα των υδάτων και τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς μπορεί να κυμαίνονται από μια προσωρινή υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων μέχρι τη βιοτοξικότητα και βιοσυσσώρευση των θαμμένων επιβλαβών ουσιών, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα. Σχετικά με την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων στους θαλάσσιους οργανισμούς, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συνεργιστική δράση των μετάλλων σε συνδυασμό μεταξύ τους, τα θανατηφόρα αποτελέσματα, η βιοσυσσώρευση των μετάλλων και η επικινδυνότητα για τον άνθρωπο από την κατανάλωση τροφής θαλάσσιας προέλευσης. Η βιοσυσσώρευση των βαρέων μετάλλων ποικίλλει από μέταλλο σε μέταλλο και από οργανισμό σε οργανισμό. Μερικά από τα αποτελέσματα της

τοξικότητας των βαρέων μετάλλων στους θαλάσσιους είναι: νευροφυσιολογικές διαταραχές, αλλοιώσεις των κυττάρων που μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις, τερατογένεση και καρκινογένεση, επιδράσεις στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα, στην ενεργητικότητα του οργανισμού, σε βασικές λειτουργίες του οργανισμού και τελικά στην αναπαραγωγή (Clark, 2001, Saliq 1992). Ωστόσο, η επίδραση αυτή, αποτελεί σπάνιο γεγονός αφού με τις απαραίτητες δειγματοληπτικές έρευνες επιλέγεται η καταλληλότερη θέση χωροθέτησης του έργου και αποφεύγεται η πρόκληση ρύπανσης (Söker et al., 2000; www.offshorewindenergy.org).

Κατά τη φάση λειτουργίας των υπεράκτιων αιολικών πάρκων και των συσκευών παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας μπορεί να διοχετευτούν ρύποι στο θαλάσσιο περιβάλλον με δύο τρόπους, είτε ως τυχαίο γεγονός – ατύχημα, είτε ως φυσική φθορά των κατασκευών. Ατυχήματα μπορεί να προκληθούν από τη σύγκρουση πλοίων τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις συσκευές (www.offshorewindenergy.org, www1.eere.energy.gov). Σε περίπτωση που συγκρουστούν σκάφη που λειτουργούν με πετρέλαιο, οι συνέπειες για το θαλάσσιο περιβάλλον θα είναι μεγάλες. Βέβαια η τοξικότητα του πετρελαίου στα θαλάσσια οικοσυστήματα εξαρτάται από τη σύστασή του, τη συγκέντρωση που προσλαμβάνεται από τους οργανισμούς και φυσικά το είδος του οργανισμού που εκτίθεται σε αυτό. Μερικά από τα μη άμεσα θανατηφόρα αποτελέσματα που μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην πληθυσμιακή κατανομή των διαφόρων οργανισμών, είναι οι αλλαγές στην αναπαραγωγή, το μεταβολισμό, τη συμπεριφορά, την ανάπτυξη, την ιστολογία. Τα αποτελέσματα της επίδρασης του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, εξαρτώνται από την ευαισθησία του οργανισμού στο πιο ευάλωτο στάδιο της ανάπτυξής του, συνήθως στην ηλικία του νεογνού, ή τη νεανική (Clark, 2001).

Σχετικά με τις ανεμογεννήτριες υπάρχει κίνδυνος διαρροής καυσίμων, λιπαντικών ουσιών αλλά και ψυκτικών μιγμάτων από τα κιβώτια ταχυτήτων και τους μετασχηματιστές του (www.offshorewindenergy.org). Το μέγεθος βέβαια της ρύπανσης εξαρτάται κάθε φορά από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και τη φύση των χημικών ουσιών.

Ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται από την εκάστοτε παλιρροιακή εγκατάσταση διάφοροι τύποι επικίνδυνων χημικών ουσιών θα μπορούσαν να προκύψουν στο θαλάσσιο περιβάλλον όπως λιπαντικές ουσίες, προϊόντα πετρελαίου και τοξικές ενώσεις από τα αντιδιαβρωτικά επιστρώματα που

χρησιμοποιούνται στις συσκευές (Fortune et al., 2009; www1.eere.energy.gov). Οι τοξικές ουσίες θα έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού και των ιζημάτων και μπορούν να προκαλέσουν επιπτώσεις στα αισθητήρια όργανα, την ανάπτυξη και τη συμπεριφορά των θαλάσσιων οργανισμών. Επίσης, έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύονται στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα.

Οι κυματικές συσκευές περιέχουν πετρέλαιο, καθώς και ορισμένα υδραυλικά ρευστά. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης των ρευστών στην υδάτινη στήλη. Οι επιπτώσεις που θα προκληθούν θα είναι αρκετά σοβαρές για τους οργανισμούς που διαβιούν στην εκάστοτε περιοχή. Η επαφή τους με τις πετροχημικές ενώσεις, τους προκαλεί υποθερμία, απώλεια τροφής και τροφική δηλητηρίαση. Τα θαλάσσια θηλαστικά είναι επίσης ευαίσθητα στο πετρέλαιο και στα παράγωγά του. Υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού, θανάτου λόγω κατάποσης του πετρελαίου, υποθερμίας, καθώς και αισθητή μείωση του πληθυσμού τους (Polagye, et al., 2010, Fortune et al., 2009, Mazet et al. 2002; www1.eere.energy.gov).

Οι προαναφερόμενες επιπτώσεις, αν και σημαντικές αποτελούν σπάνιο γεγονός. Η κατάλληλη σήμανση των έργων με ανακλαστικά χρώματα και φώτα και η καταγραφή τους σε ναυτικούς χάρτες (www.wwf.org.uk) μειώνει τον κίνδυνο ρύπανσης από ατυχήματα, και κατά τις θαλάσσιες εργασίες θα τηρούνται όλες οι απαγορευτικές διατάξεις περί απόρριψης ελαίων και επικινδύνων ουσιών στη θάλασσα, ενώ θα υπάρξουν ειδικές δικλίδες ασφαλείας για αποφυγή τέτοιων περιστατικών.

7.1.9 Ρυπογόνες ουσίες σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση

Η συγκέντρωση ρυπογόνων ουσιών σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση σχετίζεται με τις τοξικές χημικές ενώσεις που προκύπτουν από τα έργα, οι οποίες βιοσυσσωρεύονται στην τροφική αλυσίδα, δηλαδή, αυξάνεται η συγκέντρωση των μη μεταβολιζόμενων χημικών ουσιών, κατά την πρόοδο της τροφικής αλυσίδας προς την κορυφή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα βαρέα μέταλλα που πιθανώς βρίσκονται αποθηκευμένα στα θαλάσσια ιζήματα και απελευθερώνονται κατά την εκσκαφή στη φάση κατασκευής. Από την άλλη μεριά, κατά τη φάση λειτουργίας οι τοξικές ουσίες που περιέχονται στα αντιδιαβρωτικά χρώματα των συσκευών υπάρχει πιθανότητα να διαφύγουν στην υδάτινη στήλη και να δημιουργήσουν αρνητικές επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς και κατ' επέκταση στους ανθρώπους που θα τους καταναλώσουν. Το ίδιο αποτέλεσμα, επιφέρει και η παρουσία πολυκυκλικών

αρωματικών υδρογονανθράκων, ενώσεις που περιέχονται στα πετρελαιοειδή και θα καταλήξουν στο υδάτινο περιβάλλον από την πρόκληση ατυχημάτων (www.offshorewindenergy.org, www1.eere.energy.gov). Οι επιπτώσεις αυτές, αν και σοβαρές αποτελούν τυχαία γεγονότα, τα οποία με την κατάλληλη σήμανση των έργων αποφεύγονται και μειώνεται στο ελάχιστο το επίπεδο των επιπτώσεων.

7.1.10 Απορρίμματα

Κατά τη φάση κατασκευής, αλλά και κατά τη φάση λειτουργίας, κυρίως κατά τη συντήρηση των διαφόρων έργων, υπάρχει πιθανότητα, εσκεμμένης ή ακούσιας απόρριψης απορριμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στα απορρίμματα, πιθανώς να συμπεριλαμβάνονται μεταλλικά μέρη των κατασκευών, πλαστικά και ελαστικά (www.ices.dk). Οι επιπτώσεις για τους θαλάσσιους οργανισμούς θα είναι σημαντικές διότι συχνά γίνονται "τροφή" διαφόρων ειδών με αποτέλεσμα πολλά να τραυματίζονται, να πεθαίνουν από ασφυξία ή και να πνίγονται (www.unep.org, oceans.greenpeace.org).

Συγκεκριμένα, θαλάσσια θηλαστικά, πουλιά, χελώνες και ψάρια εμπλέκονται σε οπές ή ανοίγματα από σωρούς πλαστικών και καταπίνουν μικρά τεμάχια συνθετικών υλικών. Από τη στιγμή που έχουν εγκλωβιστεί, ή πνίγονται, ή αδυνατούν να πιάσουν την τροφή τους ή να προφυλαχθούν από τους εχθρούς τους, τραυματίζονται, ή μολύνονται από τραύματα λόγω επαφής με τα πλαστικά ή τέλος επιδεικνύουν μια τέτοια διαφορετική συμπεριφορά, ώστε να ελαττώνονται και οι δυνατότητες επιβίωσής τους. Τα πλαστικά προσλαμβάνονται επίσης με κατάποση από τα θαλάσσια πουλιά, τις χελώνες και τα ψάρια που δεν είναι σε θέση να διακρίνουν τη λεία από μικρά τεμάχια πλαστικών που επιπλέουν. Τα πλαστικά που παραλαμβάνονται με την κατάποση μπορεί να μπλοκάρουν την πεπτική οδό ή να παραμείνουν στο στομάχι για μεγάλα χρονικά διαστήματα και έτσι ελαττώνεται η ποσότητα τροφής που μπορούν να δεχθούν, προκαλούν έλκος, ή πιθανώς αποτελούν πηγή για τοξικές ενώσεις. Έτσι, εξασθενημένοι θαλάσσιοι οργανισμοί, είναι περισσότερο ευάλωτοι τόσο στους εχθρούς τους, όσο και σε αρρώστιες (Clark, 2001). Ωστόσο, η πιθανότητα παρουσίας απορριμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον προκαλείται μόνο από τυχαία γεγονότα και λόγω αστοχίας των υλικών και οι επιπτώσεις έτσι ελαχιστοποιούνται.

7.1.11 Ενέργεια

Εκτός από τον υποθαλάσσιο θόρυβο και άλλες μορφές εισροής ενέργειας έχουν τη δυνατότητα να επιδράσουν στα συστατικά στοιχεία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων όπως η θερμική ενέργεια, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και το φως.

Οι συσκευές παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας, αλλά και τα αιολικά πάρκα, τόσο κατά την εγκατάσταση, όσο και κατά τη λειτουργίας τους, δημιουργούν θορύβους πάνω και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Στην περίπτωση εγκατάστασης των αιολικών πάρκων ο εξωτερικός θόρυβος θα επηρεάσει τα πουλιά της περιοχής όμως, η επίδραση αυτή θα είναι προσωρινή αφού οι εργασίες είναι μικρής διάρκειας. Σχετικά με τον υποθαλάσσιο θόρυβο από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν προέκυψαν επίπεδα θορύβου 250 dB στο 1 m κατά την διάρκεια των πασσαλομπήξεων (Nedwell et al., 2008). Αυτά τα υψηλά επίπεδα θορύβου μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη ή μόνιμη βλάβη στο ακουστικό σύστημα των θαλάσσιων οργανισμών που βρίσκονται στην περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Επιπλέον, ο θόρυβος μπορεί να εκπέμπεται σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 80 km. Οι επιδράσεις στη συμπεριφορά των θαλάσσιων οργανισμών είναι φανερές και ύστερα από πολλά χιλιόμετρα, ίσως και πάνω από 20 km. Ακόμα πλοία μεσαίου μεγέθους που συμμετέχουν στις εργασίες παράγουν ήχους με συχνότητα κυρίως μεταξύ 10 και 20 Hz και επίπεδα θορύβου μεταξύ 130 και 160 dB στο 1 m (Evans, 2008; www.offshorewindenergy.org). Οι επιπτώσεις που προκύπτουν αν και είναι μεγίστης σημασίας, είναι παροδικές. Η εφαρμογή νέας τεχνολογίας θα μειώσει τα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου και με τα κατάλληλα μέτρα ((χρήση ελαστικών συνδέσμων, ενίσχυση της ηχομόνωσης του κελύφους και του πύργου των ανεμογεννητριών με ηχοαποσβεστήρες (Hau, 2005)) αλλά και την αποφυγή εργασιών σε περιόδους ευαίσθητες για τους θαλάσσιους οργανισμούς οι επιπτώσεις θα μετριαστούν.

Κατά την εγκατάσταση των παλιρροιακών και των κυματικών συσκευών ο παραγόμενος εξωτερικός θόρυβος θα επηρεάσει τα πουλιά της περιοχής, αλλά αφού οι εργασίες έχουν μικρή διάρκεια, οι επιδράσεις θα είναι προσωρινές.

Ο υποθαλάσσιος θόρυβος που δημιουργείται από την εγκατάσταση των παλιρροιακών συσκευών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ακοή των θαλάσσιων ειδών ακόμα και σε απόσταση 100 m από την πηγή. Επιπλέον, οι εργασίες θεμελίωσης μπορούν να δημιουργήσουν θόρυβο μέχρι και 200 dB (Nedwell &

Howell 2004) οδηγώντας έτσι σε ορισμένες περιπτώσεις σε θνησιμότητα των θαλάσσιων θηλαστικών.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής των κυματικών διατάξεων, ο υποθαλάσσιος θόρυβος μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά, στα ψάρια και στους βενθικούς οργανισμούς (www1.eere.energy.gov). Παρόλα αυτά, το αποτέλεσμα αν και εξαιρετικά αρνητικό, θα είναι προσωρινό και με την εφαρμογή νεότερης τεχνολογίας και αναστρέψιμο.

Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου ο εξωτερικός θόρυβος δεν φτάνει ως την ακτή, ώστε να αποτελέσει κίνδυνο ηχορύπανσης για τον άνθρωπο και δεν επηρεάζει αρνητικά τους πληθυσμούς πτηνών της περιοχής. Τα επίπεδα του υποθαλάσσιου θορύβου είναι σαφώς πολύ μικρότερα από αυτά της φάσης κατασκευής και μπορεί να γίνουν αντιληπτά από ορισμένα ψάρια και θηλαστικά με πιθανές αλλαγές στην συμπεριφορά τους (Evans, 2008).

Ο θόρυβος που παράγεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των παλιρροιακών διατάξεων είναι σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο από το θόρυβο που παράγεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Από μετρήσεις προκύπτουν επίπεδα θορύβου στην πηγή που μπορεί να υπερβαίνουν τα 120 dB, το όριο διατάραξης των θαλάσσιων θηλαστικών και ενδεχομένως να οδηγήσουν σε αποπροσανατολισμό τόσο των ίδιων όσο και των υπόλοιπων θαλάσσιων οργανισμών (depts.washington.edu).

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, ο θόρυβος που παράγεται από τους μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων είναι πιθανό να επηρεάσει την κίνηση - πλοήγηση και τα όργανα επικοινωνίας ορισμένων θαλάσσιων οργανισμών. Παρόλα αυτά, τα μεγάλα θαλάσσια θηλαστικά, είναι απίθανο να επηρεαστούν.

Τα υποβρύχια καλώδια που χρησιμοποιούνται για την σύνδεση των διατάξεων μεταξύ τους, αλλά και για την μεταφορά ενέργειας από αυτές στον σταθμό συλλογής ηλεκτρικής ενέργειας που βρίσκεται στην ξηρά παράγουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία (Zucco et al., 2006; www1.eere.energy.gov).

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επηρεάζουν τα ψάρια, ιδίως τα ελασμοβράγχια καθώς και τα θαλάσσια θηλαστικά που χρησιμοποιούν το μαγνητικό πεδίο της γης για την μετακίνησή τους. Επιπλέον, διάφορα θαλάσσια είδη χρησιμοποιούν μαγνητικά και ηλεκτρικά πεδία για να εντοπίσουν και να προσεγγίσουν το θήραμά τους. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη θαλάσσια ζωή που είναι πολύ ευαίσθητη σε αυτά, όμως ελάχιστες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής που να το αποδεικνύουν (H. T. Harvey & Associates,

2008). Επιπλέον, υπάρχει ανησυχία σχετικά με τον τρόπο που τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ενδέχεται να επηρεάσουν τα σήματα "πλοήγησης" που εκπέμπουν τα μεταναστευτικά είδη, όπως είναι οι χελώνες και τα θαλάσσια θηλαστικά (φώκιες, φάλαινες). Ωστόσο, οι επιπτώσεις που προκαλούν ελαχιστοποιούνται, αν τα καλώδια που χρησιμοποιούνται προστατεύονται κατάλληλα.

**7.2 Γενικά αποτελέσματα – συμπεράσματα από το υπεράκτιο αιολικό
πάρκο North Hoyle στο θαλάσσιο περιβάλλον με βάση τους δείκτες
της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ**

Πίνακας 7.2: Καταγραφή του μεγέθους των επιπτώσεων με βάση τους 11 δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο North Hoyle στο θαλάσσιο περιβάλλον

Υφιστάμενη Κατάσταση	Βιοποικιλότητα	Μη Αυτόχθονα Είδη	Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμα Είδη	Τροφικά Πλέγματα	Ευτροφισμός	Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού	Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών	Ρυπογόνες Ουσίες	Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση	Απορρίμματα	Ενέργεια
Κινητήρια Δύναμη Υπεράκτιο Αιολικό North Hoyle Φ. Κ.	++	X	+	X	X	+	-	+	+	X	++
Υπεράκτιο Αιολικό North Hoyle Φ. Λ.	-	X	-	X	X	+	-	-	-	X	+

X = Απουσία δεδομένων

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

7.2.1 Βιοποικιλότητα

Κατά τη φάση κατασκευής του αιολικού πάρκου η βιοποικιλότητα της περιοχής επηρεάζεται μερικώς, τόσο από την αιώρηση των ιζημάτων που προκαλείται από τις εργασίες, όσο και από τον παραγόμενο θόρυβο.

Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου οι όποιες επιπτώσεις είχαν προκύψει ελαχιστοποιούνται. Οι θεμελιώσεις των τουρμπινών αποτελούν ένα νέο ενδιαίτημα για τα άγλη και τους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν στην περιοχή. Οι τεχνητοί ύφαλοι λειτουργούν ως "συσκευές συνάθροισης" των ψαριών (www.rwe.com) με αποτέλεσμα την αύξηση της βιοποικιλότητας στην περιοχή γειτνίασης του αιολικού πάρκου.

7.2.2 Μη αυτόχθονα είδη

Από το πρόγραμμα παρακολούθησης τόσο κατά τη φάση κατασκευής, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας του αιολικού πάρκου, δεν προκύπτουν στοιχεία σχετικά με την εισαγωγή μη αυτοχθόνων ειδών στο θαλάσσιο περιβάλλον λόγω του έργου.

7.2.3 Πληθυσμοί εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών

Η κατασκευή του αιολικού πάρκου δεν επέφερε σημαντικές αλλαγές στην σύνθεση των κοινωνιών των αλιευμάτων. Η απώλεια των φυσικών ενδιαιτημάτων είναι πολύ μικρή σε σχέση με το συνολικό διαθέσιμο χώρο και δεν είναι ικανή να προκαλέσει αλλαγές στη σταθερότητα και την ακεραιότητα των τοπικών πληθυσμών των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών.

Κατά τη λειτουργία του έργου παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση ασπόνδυλων γύρω από τις ύφαλες δομές του πάρκου, με αποτέλεσμα αντίστοιχη αύξηση σε εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη ψαριών και οστρακοειδών. Επιπλέον, το αιολικό πάρκο αποτελεί καταφύγιο για τα διάφορα είδη ψαριών, ειδικά κατά τη διάρκεια θυελλωδών συνθηκών (www.rwe.com). Έτσι η επιρροή του έργου στους πληθυσμούς των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών θα μπορούσε να χαρακτηριστεί έως και θετική.

7.2.4 Τροφικά πλέγματα – Ανθρωπογενής ευτροφισμός

Σχετικά με τους δείκτες που αφορούν τη ροή ενέργειας στα διάφορα τροφικά επίπεδα και την πρόκληση ανθρωπογενή ευτροφισμού δεν προκύπτουν στοιχεία από το πρόγραμμα παρακολούθησης.

7.2.5 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού

Οι επιπτώσεις του αιολικού πάρκου στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα και κατ' επέκταση στους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν στην περιοχή παρατηρούνται λόγω αιώρησης των ιζημάτων κατά τη διάρκεια των θεμελιώσεων και της τοποθέτησης των υπόγειων καλωδιώσεων. Η επιρροή αυτή ωστόσο, είναι μικρής διάρκειας και άμεσα αντιστρέψιμη μετά το τέλος των εργασιών κατασκευής.

Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου οι βενθικές κοινότητες επανακάμπτουν αφού οι βάσεις των πύργων των ανεμογεννητριών λειτουργούν ως νέα ενδιαίτηματα. Στην περιοχή γύρω από τις ανεμογεννήτριες, τα έργα προστασίας μπορεί να επηρεάσουν τη φυσική δομή του πυθμένα με συνέπειες στην κατανομή και στη τοπική αφθονία των βενθικών οργανισμών (www.rwe.com). Τέτοιες αλλαγές προκύπτουν αλλά οι επιπτώσεις δεν εμφανίζονται σε επίπεδο πληθυσμού και είναι ελάσσονος σημασίας.

7.2.6 Μεταβολή υδρογραφικών συνθηκών

Κατά τη φάση κατασκευής του αιολικού πάρκου οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι προσωρινές και δεν επηρεάζουν την υδρογραφία της ευρύτερης περιοχής.

Κατά τη φάση λειτουργίας του πάρκου έχουν παρατηρηθεί αλλαγές σχετικά με τη σύσταση των ιζημάτων, αλλά αυτές όμως δεν σχετίζονται άμεσα με το ίδιο το έργο. Πιθανόν, να είναι αποτέλεσμα της δράσης των κυματισμών και της φυσικής εξέλιξης των ιζημάτων (www1.eere.energy.gov).

7.2.7 Ρυπογόνες ουσίες - Ρυπογόνες ουσίες σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση

Από αναλύσεις δειγμάτων ιζημάτων, προκύπτει ελάχιστη περιεκτικότητα 0,36% σε ολικό οργανικό άνθρακα σε δειγματοληπτική θέση εντός του αιολικού πάρκου. Επιπλέον, βαρέα μέταλλα (Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, As, Hg) στην περιοχή μελέτης βρέθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις με μοναδική εξαίρεση το αρσενικό αλλά οι υψηλές συγκεντρώσεις του οφείλονται στις γεωλογικές δομές της περιοχής (www.rwe.com).

Κατά τη διάρκεια κατασκευής του αιολικού πάρκου οι εργασίες εκσκαφής οδηγούν σε προσωρινή απελευθέρωση ιζημάτων στην υδάτινη στήλη, τα οποία ενδέχεται να περιέχουν σχετικά υψηλά επίπεδα οργανικής ύλης και βαρέων μετάλλων (www.rwe.com). Ωστόσο, τα επίπεδα αυτά είναι χαμηλά και κάτω από τα επίπεδα

που θέτονται από τα αντίστοιχα περιβαλλοντικά πρότυπα με αποτέλεσμα να μην επιδρούν αρνητικά τόσο στους θαλάσσιους οργανισμούς, όσο και στους ανθρώπους που πιθανώς θα τραφούν με αυτά.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πάρκου δεν καταγράφονται άμεσες απελευθερώσεις επιβλαβών ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Το περιβαλλοντικό ρίσκο που σχετίζεται με την απελευθέρωση τέτοιων ουσιών στην υδάτινη στήλη έπειτα από τυχαία σύγκρουση είναι εξαιρετικά σπάνιο. Από την άλλη μεριά, οι γεννήτριες μέσα στο θάλαμο του στροβίλου διαθέτουν κινητούς δακτυλίους από χαλκό οι οποίοι υποβάλλονται σε τριβή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, με αποτέλεσμα τη μακροπρόθεσμη απελευθέρωση μικροποσοτήτων χαλκού μέσα στο θάλαμο, οι οποίες στη συνέχεια θα καταλήξουν στην υδάτινη στήλη. Με βάση όμως τις αναλύσεις από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο ποιότητας των υδάτων, οι συγκεντρώσεις χαλκού τόσο στη στήλη του νερού όσο και στο πυθμένα είναι σχετικά υψηλές, αλλά πιο χαμηλές από τις αντίστοιχες τιμές που θέτουν τα ποιοτικά περιβαλλοντικά πρότυπα (www.gwe.com), και δεν παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στη ποιότητα των υδάτων και στους θαλάσσιους οργανισμούς στην περιοχή του πάρκου, και κατ' επέκταση στους ανθρώπους που πιθανώς θα τραφούν με αυτά.

7.2.8 Απορρίμματα

Στοιχεία σχετικά με τα απορρίμματα που πιθανώς θα προκύψουν τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου δεν υπάρχουν.

7.2.9 Ενέργεια

Κατά τη διάρκεια κατασκευής του αιολικού πάρκου ο θόρυβος που παράγεται από τις εργασίες είναι αρκετά υψηλός (105 dB - 115 dB πασσαλοπήξεις, 210 dB έως 259 dB σεισμικές έρευνες). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα βραχυπρόθεσμες αλλαγές στη συμπεριφορά των ψαριών για επίπεδα θορύβου 120 – 130 dB, ενώ όταν αυτά ξεπερνούν τα 180 dB τα ψάρια τρομάζουν και τρέπονται σε φυγή (www.gwe.com). Επιπλέον, οι πληθυσμοί φώκιας επηρεάζονται από αυτά τα επίπεδα, αλλά οι επιπτώσεις αν και σημαντικές διαρκούν λίγο, και παύουν με το τέλος των εργασιών εγκατάστασης.

Κατά τη λειτουργία του πάρκου τα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου είναι αρκετά χαμηλά και ανίκανα να προκαλέσουν περιβαλλοντικές αλλαγές.

Συγκεκριμένα, καταγράφονται επίπεδα 128 dB εντός του πάρκου και 120 dB στην ευρύτερη περιοχή. Ο θόρυβος αυτός οδηγεί αρχικά σε "κατάσταση πανικού" τα ψάρια και ορισμένα θαλάσσια θηλαστικά, και έπειτα σε απομάκρυνση τους από την περιοχή (www.rwe.com). Ωστόσο, μακροπρόθεσμα συνηθίζουν την όχληση και επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση.

Το βάθος ταφής των καλωδιώσεων σε συνδυασμό με το υπόστρωμα του πυθμένα μειώνει κατά πολύ την επίδραση των ηλεκτρικών πεδίων στους θαλάσσιους οργανισμούς. Επιπλέον, οι καλωδιώσεις του συγκεκριμένου αιολικού πάρκου προστατεύονται από μεταλλικό περίβλημα και έτσι μηδενίζεται η πιθανότητα παραγωγής μαγνητικών πεδίων (www.rwe.com). Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που προκαλούνται από τα υποθαλάσσια καλώδια δεν δημιουργούν επιπτώσεις στο περιβάλλοντα χώρο και δεν αναμένεται αποφυγή της περιοχής από τα ευαίσθητα στα ηλεκτρικά πεδία είδη.

7.2.10 Συμπέρασμα

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το πρόγραμμα παρακολούθησης, το συγκεκριμένο έργο, συνεισφέρει θετικά στην εκπλήρωση των ενεργειακών στόχων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το Ηνωμένο Βασίλειο ((28.000 MW, από εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων μέχρι το 2020 (ec.europa.eu)). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται τόσο κατά τη διάρκεια εγκατάστασης, όσο και κατά τη λειτουργία του πάρκου, είναι ελάχιστον σημασίας και δεν θέτουν σε κίνδυνο το ευρύτερο περιβάλλον της περιοχής.

7.3 Γενικά αποτελέσματα – συμπεράσματα από το υπεράκτιο αιολικό πάρκο των Πεταλιών στο θαλάσσιο περιβάλλον με βάση τους δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ

Πίνακας 7.3 : Καταγραφή του μεγέθους των επιπτώσεων με βάση τους 11 δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ από το Υπεράκτιο Αιολικό Πάρκο των Πεταλιών στο θαλάσσιο περιβάλλον

Υφιστάμενη Κατάσταση	Βιοποικιλότητα	Μη Αυτόχθονα Είδη	Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμα Είδη	Τροφικά Πλέγματα	Ευτροφισμός	Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού	Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών	Ρυπογόνες Ουσίες	Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση	Απορρίμματα	Ενέργεια
Κινητήρια Δύναμη											
Υπεράκτιο Αιολικό Πεταλιών Φ. Κ.	++	X	++	X	X	++	-	+	+	X	+
Υπεράκτιο Αιολικό Πεταλιών Φ. Λ.	-	X	-	X	X	-	-	+	+	X	+

X = Απουσία δεδομένων

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

7.3.1 Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα της περιοχής θα επηρεασθεί σε ένα βαθμό κατά τη φάση κατασκευής του αιολικού πάρκου λόγω της αιώρησης των ιζημάτων που θα προκληθεί από τις εργασίες εκσκαφής και θεμελίωσης. Επιπλέον, ο θόρυβος από την κατασκευή θα επηρεάσει ελάχιστα το βένθος, την ιχθυοπανίδα και τα ασπόνδυλα της περιοχής. Η επίπτωση αυτή θα έχει τοπικό χαρακτήρα και θα διαρκέσει όσο και η κατασκευαστική περίοδος.

Κατά τη φάση λειτουργίας, δεν επηρεάζεται αρνητικά η βιοποικιλότητα της περιοχής. Οι βενθικές κοινότητες θα επανακάμψουν, στην περιοχή του αιολικού πάρκου θα απαγορευτεί η αλιεία, γεγονός θετικό για τη θαλάσσια πανίδα και δεν υπάρχουν θαλάσσια θηλαστικά που να μπορούν επηρεαστούν αρνητικά από το θόρυβο που θα παράγεται κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών.

7.3.2 Μη αυτόχθονα είδη

Σχετικά με το δείκτη των μη αυτοχθόνων ειδών, δεν υπάρχουν στοιχεία.

7.3.3 Πληθυσμοί εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών

Οι πληθυσμοί όλων των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ιχθύων, μαλακίων και οστρακοδέρμων επηρεάζονται κατά την εγκατάσταση του πάρκου, ωστόσο η επιρροή αυτή είναι μικρής χρονικής διάρκειας και αναστρέψιμη.

Κατά τη φάση λειτουργίας η αλιεία στην περιοχή ανάπτυξης του πάρκου θα απαγορευτεί και σε συνδυασμό με τα επιπλέον υποστρώματα (πύργοι ανεμογεννητριών) ως νέα ενδιαιτήματα οι επιπτώσεις που δημιουργούνται ίσως να έχουν και θετικό χαρακτήρα για τα εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη.

7.3.4 Τροφικά πλέγματα

Για το πώς επηρεάζονται οι ροές ενέργειας και η διάρθρωση των τροφικών ιστών από τη κατασκευή και τη λειτουργία του αιολικού πάρκου δεν υπάρχουν στοιχεία.

7.3.5 Ανθρωπογενής ευτροφισμός

Στοιχεία για την πρόκληση ευτροφισμού δεν υπάρχουν.

7.3.6 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού

Οι επιπτώσεις του έργου στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα και κατ' επέκταση στους βενθικούς οργανισμούς που διαβιούν στην περιοχή περιορίζονται μόνο κατά τη φάση κατασκευής. Οι εργασίες θεμελίωσης και τοποθέτησης του υπόγειου καλωδίου οδηγούν σε αιώρηση ιζημάτων και τοπική όχληση των ενδιαιτημάτων των βενθικών οργανισμών όμως, η επίπτωση θα είναι μικρής διάρκειας και άμεσα αντιστρέψιμη μετά το τέλος των εργασιών κατασκευής.

Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου οι βενθικές κοινότητες θα επανέλθουν αφού οι πύργοι των ανεμογεννητριών θα λειτουργήσουν ως νέα ενδιαιτήματα και επομένως, δεν θα προκύψει καμία αρνητική επίπτωση στο βένθος από τη λειτουργία του πάρκου.

7.3.7 Μεταβολή υδρογραφικών συνθηκών

Κατά τη φάση εγκατάστασης και λειτουργίας του πάρκου δεν θα μεταβληθούν οι υδροδυναμικές συνθήκες της θαλάσσιας περιοχής, λόγω της μεγάλης απόστασης που έχουν μεταξύ τους οι ανεμογεννήτριες.

7.3.8 Ρυπογόνες ουσίες - Ρυπογόνες ουσίες σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση

Κατά τις θαλάσσιες εργασίες θα τηρούνται όλες οι απαγορευτικές διατάξεις περί απόρριψης ελαίων και επικινδύνων ουσιών στη θάλασσα, ενώ θα υπάρξουν ειδικές δικλείδες ασφαλείας για αποφυγή τέτοιων περιστατικών. Έτσι η πρόκληση αρνητικών επιπτώσεων τόσο για τους θαλάσσιους οργανισμούς όσο και για τους ανθρώπους που θα τραφούν με αυτούς θα περιοριστεί μόνο σε τυχαία γεγονότα και άρα θα είναι εξαιρετικά σπάνια.

Ανάλογες είναι και οι επιπτώσεις που θα προκύψουν κατά τη φάση λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

7.3.9 Απορρίμματα

Σχετικά με τα απορρίμματα που θα πιθανώς θα προκύψουν από την κατασκευή και τη λειτουργία του έργου, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

7.3.10 Ενέργεια

Αναφερόμενοι στο θόρυβο από την κατασκευή του αιολικού πάρκου, αυτός, δεν φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα το βένθος, την ιχθυοπανίδα και τα ασπόνδυλα της περιοχής. Επιπλέον, από την περιοχή ανάπτυξης του έργου απουσιάζουν τα θαλάσσια θηλαστικά και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη φάση κατασκευής της εγκατάστασης. Οι όποιες αρνητικές επιδράσεις που δημιουργούνται, είναι μικρής διάρκειας και παύουν με το πέρας των εργασιών.

Κατά τη φάση λειτουργίας του πάρκου ο θόρυβος που παράγεται θα είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν θα επηρεάσει τους θαλάσσιους οργανισμούς της περιοχής. Επιπλέον, τα επίπεδα εκπομπής ακτινοβολιών του υποθαλάσσιου και υπογείου καλωδίου στο περιβάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλά και τελείως ακίνδυνα για τα θαλάσσια οικοσυστήματα (Πλειάδες Αιολική, 2007).

7.3.11 Συμπέρασμα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτει μια πρώτη θετική εικόνα για την περαιτέρω εξέλιξη του έργου. Οι επιπτώσεις που θα προκληθούν τόσο κατά τη φάση κατασκευής, όσο και κατά τη λειτουργία του συγκεκριμένου αιολικού πάρκου είναι ελάχιστες και ο συνδυασμός αυτός, συναρτήσει της προνομιούχας προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης του πάρκου (μικρό βάθος σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων από την ακτή, μικρή απόσταση σε σχέση με το υπάρχον δίκτυο της ΔΕΗ) θα αποτελέσει εναρκτήριο λάκτισμα για την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Ελλάδα.

**7.4 Γενικά αποτελέσματα – συμπεράσματα από την παλιρροιακή
συσκευή SeaGen στο θαλάσσιο περιβάλλον με βάση τους δείκτες της
Οδηγίας 2008/56/ΕΚ**

Πίνακας 7.4 : Καταγραφή του μεγέθους των επιπτώσεων με βάση τους 11 δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ από τη Συσκευή Παλιρροιακής Ενέργειας SeaGen στο θαλάσσιο περιβάλλον

Υφιστάμενη Κατάσταση	Βιοποικιλότητα	Μη Αυτόχθονα Είδη	Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμα Είδη	Τροφικά Πλέγματα	Ευτροφισμός	Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού	Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών	Ρυπογόνες Ουσίες	Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση	Απορρίμματα	Ενέργεια
Κινητήρια Δύναμη Συσκευή Παλιρροιακής Ενέργειας SeaGen Φ. Κ.	++	X	X	X	X	+	-	X	X	X	++
Συσκευή Παλιρροιακής Ενέργειας SeaGen Φ. Λ.	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	+

X = Απουσία δεδομένων

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

7.4.1 Βιοποικιλότητα

Κατά τη φάση εγκατάστασης της συσκευής η βιοποικιλότητα της περιοχής επηρεάζεται μερικώς λόγω της διαταραχής του πυθμένα που προκαλείται από τις εργασίες εκσκαφής και θεμελίωσης αλλά και του θορύβου που παράγεται από αυτές (Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009). Ωστόσο, η επίπτωση αυτή έχει τοπικό χαρακτήρα και διαρκεί όσο και η κατασκευαστική περίοδος.

Κατά τη φάση λειτουργίας, η βιοποικιλότητα της περιοχής δεν επηρεάζεται αρνητικά. Οι βενθικές κοινότητες επανακάμπτουν, καθώς χρησιμοποιούν τα θεμέλια της συσκευής ως νέα ενδιαιτήματα και οι όποιες αλλαγές προκύπτουν στην αφθονία τόσο των βενθικών όσο και υπόλοιπων οργανισμών οφείλονται στη φυσική εξέλιξη των οργανισμών και όχι στην παρουσία του έργου (Bedford and F. Fortune, 2010, Marine Current Turbines TM Ltd, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

7.4.2 Μη αυτόχθονα είδη – Πληθυσμοί εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών - Τροφικά πλέγματα - Ανθρωπογενής ευτροφισμός

Σχετικά με τους δείκτες που αφορούν την εισαγωγή μη αυτοχθόνων ειδών, τα εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη, τη ροή ενέργειας στα διάφορα τροφικά επίπεδα και την πρόκληση ανθρωπογενή ευτροφισμού δεν προκύπτουν στοιχεία από το πρόγραμμα παρακολούθησης της εγκατάστασης και λειτουργίας της συσκευής.

7.4.3 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού

Εφόσον αναφερόμαστε στην εγκατάσταση μίας μόνο συσκευής, η διαταραχή που προκαλείται στον πυθμένα και κατ' επέκταση και στις βενθικές κοινότητες που διαβιούν στην περιοχή είναι ελάχιστη. Διαρκεί όσο και η φάση κατασκευής και ως εκ τούτου είναι και αναστρέψιμη.

Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου, οι πληθυσμοί των βενθικών κοινοτήτων επανέρχονται σταδιακά και οι μικρές αλλαγές που έχουν παρατηρηθεί είναι αποτέλεσμα της φυσικής εξέλιξης των οργανισμών (G. Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009)).

7.4.4 Μεταβολή υδρογραφικών συνθηκών

Η ροή των υδάτων τόσο κατά τη φάση εγκατάστασης της συσκευής, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας της δεν επηρεάζεται αρνητικά. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων τρεις μήνες μετά τη λειτουργία της συσκευής, δεν παρατηρήθηκαν φαινόμενα διάβρωσης του θαλάσσιου βυθού (Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009). Ωστόσο, δεν κατέστη δυνατόν να συλλεχθούν δεδομένα επαρκούς ποιότητας για να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη τυρβώδη ροή.

7.4.5 Ρυπογόνες ουσίες - Ρυπογόνες ουσίες σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση - Απορρίμματα

Στοιχεία για την παρουσία ρυπογόνων ουσιών και απορριμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον αλλά και ρυπογόνων ουσιών στα είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση δεν υπάρχουν.

7.4.6 Ενέργεια

Η δημιουργία θορύβου κατά τη φάση κατασκευής οδηγεί ορισμένα θαλάσσια είδη σε αποφυγή της περιοχής όσο διαρκούν οι εργασίες, αλλά δεν είναι ικανός να προκαλέσει βλάβες στην ακοή τους.

Κατά τη λειτουργία του έργου τα επίπεδα παραγόμενου θορύβου είναι πολύ χαμηλά σε σχέση με αυτά κατά τη φάση εγκατάστασης και οι όποιες μεταβολές παρατηρούνται στην αφθονία των θαλάσσιων θηλαστικών της περιοχής οφείλονται κυρίως στις εποχικές διακυμάνσεις των ίδιων των οργανισμών (G. Bedford and F. Fortune, 2010, G. Saunders, J. Snowball and F. Fortune, 2009).

7.4.7 Συμπέρασμα

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το πρόγραμμα παρακολούθησης, το συγκεκριμένο έργο επιφέρει ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Κάτι τέτοιο, σε συνδυασμό με την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 1.2 MW (μεγαλύτερη από οποιοδήποτε άλλη που παράγεται από ανάλογη συσκευή σε σύνδεση με εγκατεστημένο θαλάσσιο δίκτυο) είχε σαν αποτέλεσμα, την επίσημη αναγνώριση της, ως εμπορικό σταθμό παραγωγής ενέργειας. Ωστόσο, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να προκύψουν αποτελέσματα και για τους υπόλοιπους δείκτες της Οδηγίας και να

δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη άποψη για τις επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον.

**7.5 Γενικά αποτελέσματα – συμπεράσματα από την κυματική
συσκευή Oyster 800 στο θαλάσσιο περιβάλλον με βάση τους δείκτες
της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ**

Πίνακας 7.5 : Καταγραφή του μεγέθους των επιπτώσεων με βάση τους 11 δείκτες της Οδηγίας 2008/56/ΕΚ από τη Σύσκειση Κυματικής Ενέργειας Oyster 800 στο θαλάσσιο περιβάλλον

Υφιστάμενη Κατάσταση	Βιοποικιλότητα	Μη Αυτόχθονα Είδη	Εμπορικά Εκμεταλλεύσιμα Είδη	Τροφικά Πλέγματα	Ευτροφισμός	Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού	Μεταβολή Υδρογραφικών Συνθηκών	Ρυπογόνες Ουσίες	Ρυπογόνες Ουσίες σε Είδη προς Ανθρώπινη Κατανάλωση	Απορρίμματα	Ενέργεια
Κινητήρια Δύναμη Σύσκειση Κομματικής Ενέργειας Oyster 800 Φ. Κ.	++	X	X	X	X	+	+	X	X	X	++
Σύσκειση Κομματικής Ενέργειας Oyster 800 Φ. Λ.	+	X	X	X	X	-	+	X	X	X	+

X = Απουσία δεδομένων

Φ. Κ. = Φάση Κατασκευής

Φ. Λ. = Φάση Λειτουργίας

7.5.1 Βιοποικιλότητα

Κατά τη φάση εγκατάστασης της κυματικής συσκευής η βιοποικιλότητα της περιοχής θα επηρεασθεί λόγω της διαταραχής του πυθμένα που προκαλείται από τις εργασίες εκσκαφής και θεμελίωσης. Επιπλέον, ο θόρυβος από την κατασκευή θα επηρεάσει μερικώς τους θαλάσσιους οργανισμούς της περιοχής (www.aquamarinepower.com). Η επίπτωση αυτή θα έχει τοπικό χαρακτήρα και θα διαρκέσει όσο και η κατασκευαστική περίοδος.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της κυματικής συσκευής τα ενδιαίτηματα που προηγουμένως είχαν διαταραχθεί επανακάμπτουν σταδιακά, αλλά αργά, διότι στην περιοχή επικρατούν ισχυροί κυματισμοί (www.aquamarinepower.com). Οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα της περιοχής είναι ελάχιστες και εξαλείφονται με την πάροδο του χρόνου.

7.5.2 Μη αυτόχθονα είδη - Πληθυσμοί εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ειδών – Ανθρωπογενής ευτροφισμός

Στοιχεία για την εισαγωγή μη αυτοχθόνων ειδών, για το πώς επηρεάζονται τα εμπορικά εκμεταλλεύσιμα είδη, για τη ροή ενέργειας στα διάφορα τροφικά επίπεδα και για την πρόκληση ευτροφισμού δεν υπάρχουν.

7.5.3 Ακεραιότητα Θαλάσσιου Βυθού

Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης της συσκευής διαταράσσεται ένα πολύ μικρό κομμάτι του θαλάσσιου πυθμένα. Κάτι τέτοιο, έχει σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση των βενθικών οργανισμών που διαβιούσαν στην συγκεκριμένη περιοχή (www.aquamarinepower.com). Ωστόσο, η επίπτωση που προκαλείται είναι μικρής σημασίας και χρονικής διάρκειας και παύει με το πέρας των εργασιών.

Κατά τη λειτουργία της συσκευής οι βενθικοί οργανισμοί που προηγουμένως είχαν διαταραχθεί επανακάμπτουν αλλά με αργούς ρυθμούς.

7.5.4 Μεταβολή υδρογραφικών συνθηκών

Τόσο κατά τη διάρκεια εγκατάστασης της συσκευής, όσο και κατά τη λειτουργία της δεν καταγράφονται σημαντικές αλλαγές στις υδρογραφικές συνθήκες της περιοχής. Αναμένεται να δημιουργηθούν τοπικά ρεύματα στην άμεση εγγύτητα του έργου, και να μειωθεί η ενέργεια των κυμάτων κατάντη της συσκευής, αλλά τα φαινόμενα αυτά προκαλούν ελάχιστες αλλαγές στο θαλάσσιο περιβάλλον από ότι η

ίδια η κίνηση των κυμάτων που επικρατούν στην περιοχή (www.aquamarinepower.com).

7.5.5 Ρυπογόνες ουσίες - Ρυπογόνες ουσίες σε είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση - Απορρίμματα

Δεν υπάρχουν στοιχεία για τις ρυπογόνες ουσίες στο θαλάσσιο περιβάλλον και στα είδη προς ανθρώπινη κατανάλωση. Το ίδιο ισχύει και για απορρίμματα (www.aquamarinepower.com).

7.5.6 Ενέργεια

Τα επίπεδα θορύβου που καταγράφονται κατά τη φάση εγκατάστασης της συσκευής δεν είναι ιδιαίτερα υψηλά ώστε να προκαλέσουν φυσική ή ακουστική ζημιά στους θαλάσσιους οργανισμούς της περιοχής. Ωστόσο ορισμένα είδη (φώκαινες, καρχαρίας προσκυνητής) θα αποφύγουν την περιοχή εγκατάστασης για όσο χρόνο διαρκούν οι εργασίες. Έτσι η επίδραση που προκύπτει είναι σημαντική αλλά παροδική και αναστρέψιμη.

Κατά τη φάση λειτουργίας της κατασκευής ο θόρυβος που παράγεται είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν επηρεάζει ιδιαίτερα τους θαλάσσιους οργανισμούς της περιοχής. Τα επίπεδα ενόχλησης και απομάκρυνσης ορισμένων ειδών είναι ελάχιστα και παροδικά εφόσον η συσκευή εναρμονίζεται με το έντονα κυματικά φυσικό περιβάλλον (www.aquamarinepower.com).

7.5.7 Συμπέρασμα

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το πρόγραμμα παρακολούθησης, το συγκεκριμένο έργο, επιφέρει ελάχιστες επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ωστόσο, τα δεδομένα είναι ελλιπή και απαιτείται περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να καταλήξουμε σε μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της συσκευής.

7.6 Επίλογος

Εξαντλώντας τα όρια της φύσης μέσω της υπερεκμετάλλευσης και της καταστροφής του φυσικού περιβάλλοντος, επιβάλλεται να βρούμε λύσεις στα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί, και αυτό είναι εφικτό, επιστρέφοντας στην φύση και πάλι σε μια νέα πλέον βάση διαχείρισης και βιώσιμης εκμετάλλευσής της, που θα πλήρη και θα σέβεται κάθε νόμιμο μέτρο αξιοποίησης της. Η χρήση συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, έχει προκαλέσει τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω της έκλυσης αερίων του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση συμβολή στη παγκόσμια κλιματική αλλαγή, και ο μόνος τρόπος αντιμετώπισής τους, είναι, η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Οι δυνατότητες για την ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι τεράστιες. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια, η ενέργεια προερχόμενη από την παλίρροια και η ενέργεια που εκλύεται από τους θαλάσσιους κυματισμούς αποτελούν πολλά υποσχόμενες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μεγάλο δείκτη εκμετάλλευσης και υψηλών επιδόσεων παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος. Η εκμετάλλευσή τους μπορεί να ικανοποιήσει άμεσα τόσο την παγκόσμια απαίτηση για ανανεώσιμες και καθαρές μορφές ενέργειας («Πράσινη Ενέργεια») όσο και την αναγκαιότητα για εξασφάλιση νέων ενεργειακών πηγών, δεδομένων των περιβαλλοντικών αλλαγών του πλανήτη και των ιδιαίτερα υψηλών τιμών του πετρελαίου και των άλλων καυσίμων.

Παρότι αποτελούν, σχετικά πρόσφατες τεχνολογίες στην αξιοποίηση και παραγωγή της ενέργειας, η μέχρι σήμερα εμπειρία από τα υπάρχοντα έργα, προσφέρει εύφορο έδαφος για περαιτέρω ανάπτυξη και εξέλιξη των τεχνολογιών. Οι νέες τεχνολογίες, θα μειώσουν και πιθανώς θα εξαλείψουν τις όποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και θα βοηθήσουν στην ταχύτερη επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε και παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, καμία νέα τεχνολογία και νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση και προστασία του περιβάλλοντος, ούτε επαρκούν για την επίτευξη της βιωσιμότητας, εάν δεν διαμορφωθούν πολίτες με υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά, μέσω της οποίας όχι μόνο θα αποδεχθούν την «παρέμβαση» των έργων αυτών στο θαλάσσιο περιβάλλον αλλά και θα την ενισχύσουν προκειμένου να επιταχυνθούν όλες εκείνες

οι ενεργείες-δράσεις που θα μας οδηγήσουν σε ένα πιο καθαρό περιβάλλον με πολλαπλά κοινωνικοοικονομικά οφέλη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αργυρού Μαρίνα, 2011. Κλιματικές αλλαγές και θαλάσσια βιοποικιλότητα στην Μεσόγειο. Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσιικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Λευκωσία, Σελίδες 1 – 25.
2. Γκιώκας Σίνος, 2000. Σημειώσεις Βιογεωγραφίας. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Ηράκλειο, Σελίδες 1 – 89.
3. Θεοφιλογιαννάκος Δημήτρης, 2009. Ακουστικός θόρυβος ανεμογεννητριών, ΚΑΠΕ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αθήνα. Σελίδες 1 – 19.
4. Κεντούρη Μ., 1998. Θαλάσσια Βιολογία (Συμπληρωματικές σημειώσεις). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας. Ηράκλειο, Σελίδες 1-63.
5. Λεμονής Γ., 2002. Κυματική Ενέργεια στην Ευρώπη Εθνικές Δραστηριότητες και Προοπτικές Αξιοποίησης Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Πικέρμι, Σελίδες 1 – 6.
6. Λουκούδη Ε., 2005. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Γης – Η γένεση της ελληνικής Γης. Αθήνα, Σελίδες 1 – 7.
7. Μαυράκος, Σ. Α., 2007. Θαλάσσια Ενέργεια, Παρουσίαση στα πλαίσια Ημερίδας. Η Συμβολή της Σχολής ΝΜΜ του ΕΜΠ στη Ναυπηγική & Θαλάσσια Βιομηχανία & Ναυτιλία, Αθήνα, Ευγενίδειο Ίδρυμα.
8. Μπεργελές Γ., 2005. Ανεμοκινητήρες. Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα. Σελίδες 1 – 384.
9. Παναγιωτίδης Π., 2009. Το θαλάσσιο οικοσύστημα της Μεσογείου: ιδιαιτερότητες – βιοποικιλότητα. Σελίδες 1 – 2.
10. Παναγιωτίδης Π., 2009. Υδατικά οικοσυστήματα: Παράκτια & Μεταβατικά ύδατα, (Σημειώσεις). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα, Σελίδες 1 - 28.
11. Παναγιωτίδης Π., 2009. Τύποι Υδατικών Οικοσυστημάτων (Σημειώσεις). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα, Σελίδες 1-10.
12. Παναγιωτίδης Π. & Δημητρακόπουλος Α., 1999. Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον Τόμος Α. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Σελίδες 147-207.

13. Παναγιωτίδης Π. και Χατζημπίρος Κ., 2004. Παράκτια Οικοσυστήματα & Ανθρωπογενείς Πιέσεις στις Ακτές. Παραδείγματα από την Ελλάδα. ΕΛΚΕΘΕ, ΕΜΠ. Αθήνα, Σελίδες 11 – 17.
14. Παπαθεοδώρου Γ., 2011. Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία (Στοιχεία για την Φυσική Συμπεριφορά του Θαλασσινού Νερού στους Ωκεανούς). Πάτρα, Σελίδες 1 – 38.
15. Τέρνα Ενεργειακή και Πλειάδες Αιολική Α.Ε., 2007. Φάκελος ΠΠΕ για το Θαλάσσιο Αιολικό Πάρκο στο κόλπο Πεταλίων.
16. Τρικαλίτη Αγγελική, 2003. Υδατικά Οικοσυστήματα: Λιμναία και Θαλάσσια, Προγράμματα ανοικτών Περιβαλλοντικών τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ», Ειδική Υπηρεσία Εφαρμογής Προγραμμάτων ΚΠΣ ΥΠΕΠΘ (ΕΥΕΠ ΥΠΕΠΘ).
17. Τσάλτας Γ. και Κλάδη – Ευσταθοπούλου Μ., 2003. Το Διεθνές Καθεστώς των Θαλασσών και των Ωκεανών, Τόμος Πρώτος. Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, Αθήνα, Σελίδα 43.
18. Τσιμενίδης, Ν., 2000. Θαλάσσια Βιολογία (Σημειώσεις). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας. Ηράκλειο, Σελίδες 1 - 105.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

19. Ball Iwan, 2002. Turning the Tide Power from the Sea and Protection for Nature. University of Gardiff, UK, pp. 1 – 178.
20. Bedford Gemma and Fortune Frank, 2010. SeaGen Environmental Monitoring Programme: Biannual Update. Version 1-SeaGen Biannual Environmental monitoring July 2009 – Jan 2010. United Kingdom, pp. 1 – 31.
21. Boake Cuan, 2010. Nortek European Users Symposium Oslo, ADCP monitoring –seagentidal turbine, Marine Energy Research Group Queen’s University Belfast (QUB), pp. 1 – 22.
22. Boyle Edward A., 1999. High Molecular Weight (HMW) Dissolved Organic Matter (DOM) In Seawater: Chemical Structure, Sources and Cycling, pp. 1 – 24.
23. Burkill Peter & Reid Chris, 2011. Plankton biodiversity of the North Atlantic: changing patterns revealed by the Continuous Plankton Recorder Survey. Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science & University of Plymouth, UK, pp.1 – 10.

24. Clark R. B., 2001. *Marine Pollution*, Fifth Edition, Oxford University Press, pp. 64 – 189.
25. Clement Alain, McCullen Pat, Falcão Antonio, Fiorentino Antonio, Gardner Fred, Hammarlund Karin, Lemonis George, Lewis Tony, Nielsen Kim, Petroncini Simona, Pontes Teresa, Schild Phillippe, Sjöström Bengt-Olov, Sørensen Hans Christian, Thorpe Tom, 2002. *Wave energy Utilization in Europe: Current Status and Perspectives*. European Thematic Network on Wave Energy, Centre for Renewable Energy Sources, pp. 1 – 27.
26. Coll Marta, Piroddi Chiara, Albouy Camille, Lasram Frida Ben Rais, Cheung William W. L., Christensen Villy, Karpouzi Vasiliki S., Guilhaumon, David Mouillot François, Paleczny Michelle, Palomares Maria Lourdes, Steenbeek Jeroen, Trujillo Pablo, Watson Reg and Pauly Daniel, 2011. *The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves*. *Global Ecology and Biogeography*. pp.1 -16.
27. Corona L., Kofoed J.P., 2005. *Wave induced stresses measured at the Wave Dragon Nissum Bredning Prototype*, Department of Civil Engineering, Aalborg University, Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports (ISAT), pp. 1 – 15.
28. De Lucas, M., G.F.E. Janss, M. Ferrer, 2004. *The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar*. *Biodiversity and Conservation*, pp. 395–407.
29. Devine Tarbell & Associates, Inc. Portland, Maine, 2006. *Instream Tidal Power In North America Environmental And Permitting Issues*, Epri-Tp-007-Na, California, pp.1 – 163.
30. Duncan F. Shaw, 1990. *Irish Sea Study Group Report, Part 1*, Nature Conservation, Liverpool University Press, pp. 1 – 50.
31. Elsam & Eltra, 2000. *Horns Rev Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. Summary of EIA Report*. Prepared by Elsamprojekt A/S (Tech-wise), pp. 1 – 15.
32. Evans Peter G. H., 2008. *Offshore Wind Farms and Marine Mammals: Impacts & Methodologies For Assessing Impacts, Spain*, pp. 1 – 70.
33. Fielding A.H., D.P. Whitfield, D.R.A. McLeod, 2006. *Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland*. *Biological Conservation*, pp. 359 –369.

34. Folley Matt, Whittaker Trevor and Osterried Max, 2004. The Oscillating Wave Surge Converter, School of Civil Engineering, Queen's University Belfast, Belfast, UK, pp. 1 – 5.
35. Fortune Frank, Wright Sarah, Snowball Jennifer, 2009. Potential environmental impacts of wave and tidal stream generation, Royal Haskoning, pp. 1 – 14.
36. Fox A. D., Desholm M., Kahlert J., Christensen T. K., and Petersen I. K., 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds, *Ibis*, pp. 126 – 144.
37. Gill A. B. & Taylor H., 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch Fishes, University of Liverpool, pp. 1 – 73.
38. Grove, R. S., Sonu, C. J., Nakamura, M., 2001. Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enhancement, pp. 109 – 152.
39. Hans Christian Soerensen, Lars Kjeld Hansen & Rune Hansen, 2003. European Thematic Network on Wave Energy. Final Report, Environmental Impact, Denmark, pp. 19 – 23.
40. Holger Söker, Dr. Knud Rehfeldt, Fritz Santjer, Martin Strack, 2000. Offshore Wind Energy in the North Sea, Technical Possibilities and Ecological Considerations - A Study for Greenpeace, pp 61 – 79.
41. H. T. Harvey & Associates, 2008. Developing Wave Energy In Coastal California: Potential Socio – Economic Ana Environmental Effects, California, pp. 145.
42. Hau Erich, 2005. Wind Turbines. Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd edition, Springer Publications, Germany, pp 615 – 151.
43. James Murray, 2004. Major Ions of Seawater. University of Washington, pp. 1 – 13.
44. João Cruz, 2008. Ocean Wave Energy, Current Status and Future Prepectives. Springer Publications, pp 287 – 393.
45. Jeftic, L., Bernhard M., Demetropoulous A., Fernex F., Gabrielides G.P., Gasparovic F., Halim Y., Orhon D. & Saliba L.J., 1990. State Of The Marine Environment In The Mediterranean Region. Unep Regional Seas Reports And Studies No.132, 1990; And Map Technical Reports Series No.28. pp. 1 – 13.

46. Kokkinowrachos, K, 1978. Hydrodynamic Analysis Of Large Offshore Structures, 5 International Ocean Development Conference Tokyo.
47. Lees, K. and Mackinson, S., 2007. An Ecopath model of the Irish Sea: ecosystems properties and sensitivity analysis. Science Series. Technical Report no.138., Cefas Lowestoft, pp. 7-19.
48. Linley E.A.S., Wilding T.A., Black K., Hawkins A.J.S. and Mangi S. 2007. Review of the reef effects of offshore wind farm structures and their potential for enhancement and mitigation. Report from PML Applications Ltd and the Scottish Association for Marine Science to the Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR), Contract No: RFCA/005/0029P.
49. Marine Current Turbines TM Ltd, 2010. Queen University Belfast, Sea Mammal Research Unit, Royal Haskoning, SeaGen Project Strangford Lough SeaGen Tidal Turbine – EIA, licensing, monitoring and mitigation, pp. 1 – 29.
50. Marine Current Turbines TM Ltd, SeaGen Tidal Turbine Environmental Monitoring Programme, Strangford Narrows, NI. All Energy – Aberdeen - 21 May 2009, pp. 1 – 24.
51. Matkin CO, Saulifis EL, Ellis GM, Olesiuk P, Rice SD, 2008. Ongoing population-level impacts on killer whales *Orcinus orca* following the 'Exxon Valdez' oil spill in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology-Progress Series*, pp. 269-281.
52. Mazet JAK, Newman SH, Gilardi KVK, Tseng FS, Holcomb JB, Jessup DA, Ziccardi MH, 2002. Advances in oiled bird emergency medicine and management. *Journal of Avian Medicine and Surgery*. pp. 146-149.
53. Meisen Peter, Loiseau Alexandre, 2009. *Ocean Energy Technologies For Renewable Energy Generation*, pp. 1 – 18.
54. McCabe Warren L., Smith Julian, Harriott Peter, 2001. *Unit Operations of Chemical Engineers*, 6 th Edition, pp. 183 – 219.
55. Nedwell, J. and Howell, D., 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. Technical Report 544R0308, Prepared by Subacoustech Ltd., Hampshire, U.K. for COWRIE, pp. 55.
56. Nedwell, J.R., Parvin, S.J., Edwards, B., Workman, R., Brooker, A.G. and Kynoch, J.E., 2008. Measurement and interpretation of underwater noise during

construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0736 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4.

57. Nikolaidou A., 2002, Mediterranean biodiversity. Proceedings of the 1st EFMS Congress, pp. 1 – 15.

58. Percival S. M., 2001. Assessment of the effects of offshore windfarms on birds. Ecology Consulting, pp. 1 - 60.

59. Polagye, B., P. Malte, M. Kawase, and D. Durran. 2008. Effect of large-scale kinetic power extraction on time-dependent estuaries. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part A: Journal of Power and Energy 222(5): pp. 471 – 484.

60. Pollock Claire M., Mavor Roderick, Weir Caroline R., Reid Ailsa, White Richard W., Tasker Mark L., Webb Andy & Reid James B., 2000. The distribution of seabirds and marine mammals in the Atlantic Frontier, north and west of Scotland. Seabirds & Cetaceans Joint Nature Conservation Committee Scotland, pp. 1 – 92.

61. Roche, C., Lyons, D.O., Fariñas Franco, J. & O'Connor, B., 2007. Benthic surveys of sandbanks in the Irish Sea. Irish Wildlife Manuals, No. 29. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland, pp. 15 – 26.

62. Saliq E., 1992. Toxic Metal Chemistry in Marine Environments. Marcel Decker Inc, USA, pp. 1 – 30.

63. Saunders Graham, Snowball Jennifer and Fortune Frank, 2009. SeaGen Environmental Monitoring Programme: Biannual Update. Version 5 Covers environmental monitoring June 2005 – November 2008. United Kingdom, pp. 1 – 77.

64. Stergiou K.I., Christou E.D., Georgopoulos D., Zenetos A. & Souvermezoglou C., 1997. The Hellenic Seas: Physics, chemistry, biology and fisheries. Oceanography and Marine Biology: Annual Review. 35: pp. 415 – 538.

65. Smith V. H., Tilman G. D., Neola J. C., 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, pp. 179 – 186.

66. marine, and terrestrial ecosystems

67. Tait, R. T., Dipper, F. A., 1998. Elements of Marine Ecology, 4rd edition, Butterworths - Heinemann, London. pp. 25 – 245.

68. Thorpe, T.W., 1999, A Brief Review of Wave Energy. A Report produced for the DTI, pp. 155.

69. Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Cummings, V., Ellis, J.I., Hatton, C., Lohrer, A. and Norkko, A., 2004. Muddy waters: elevating sediment input to coastal and estuarine habitats. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: pp. 299-306.

70. Thomsen Frank, Lüdemann Karin, Kafemann Rudolf and Piper Werner, 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. COWRIE Ltd, pp. 1 – 62.

71. Verfuß U.K., Dähne M., Diederichs A., and Benke H, 2008. Applications and analytical methods for T-POD deployment in environmental impact studies for wind farms: Comparability and development of standard methods, Germany, pp. 1 – 5.

72. Whittaker T., Savidge G., Folley M., Boake C., 2008, Progress Towards the Sea, Queen’s University Belfast, pp. 1 – 20.

73. Zucco Catherine, Wende Wolfgang, Merck Thomas, Köchling Irene and Köppel Johann, 2006. Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences PART B: Literature Review of Ecological Impacts, pp.1 – 290.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Αύξων Αριθμός	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	Περιγραφή	Σελίδες
1.	http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1488/kma_m1488_mylonas.pdf	Ορισμός Α.Π.Ε	6
2.	http://www.thegef.org/gef/node/2246	Ποσοστό Α.Π.Ε. στην παγκόσμια ενεργειακή παραγωγή	1
3.	http://www.hellasres.gr/Greek/gnoriste-tis-ape/gnoriste-tis-ape.htm	Περιγραφή κατάστασης σήμερα σχετικά με τις Α.Π.Ε.	1
4.	www.aquaret.com	Ιστορική αναδρομή,	-

		γενικές πληροφορίες για τα τρία είδη ενέργειας, εικόνες παλιρροιακών και κυματικών συσκευών	
5.	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/Wave%20Energy%20Brochure.pdf	Ιστορική αναδρομή και γενικές πληροφορίες για την αιολική ενέργεια, γενικές πληροφορίες για την κυματική ενέργεια	15-25
6.	http://www.osti.gov/energycitations/availability.jsp	Πληροφορίες για τα υπεράκτια αιολικά πάρκα	-
7.	http://www.windatlas.dk/europe/landmap.html	Εικόνα αιολικού χάρτη της Ευρώπης	
8.	http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_wind_10.pdf	Κατηγορίες ανεμογεννητριών, εικόνες τύπων ανεμογεννητριών	1-12
9.	http://www.eere.energy.gov/basics/renewable_energy/wind_turbines.html	Πληροφορίες για τους δύο τύπους ανεμογεννητριών	-
10.	http://www.eletaen.gr/considerations	Πληροφορίες για τους δύο τύπους ανεμογεννητριών	-
11.	http://www.thesolarguide.com/wind-power/turbine-parts.aspx	Πληροφορίες για τους δύο τύπους ανεμογεννητριών	-
12.	http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/108	Εικόνα με τα	108

	89/4041/1/Technologia%20ydrogonou.pdf	βασικά μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα	
13.	http://www.offshorewind.co.uk/Assets/1351_emf_research_report_04_05_06.pdf	Πληροφορίες για τους διάφορους τύπους θεμελίωσης των ανεμογεννητριών	1-219
14.	http://offshorewind.net/Other_Pages/Turbine-Foundations.html	Εικόνα πλωτών εξεδρών	-
15.	http://vivliothmmy.ee.auth.gr	Πληροφορίες για την ηλεκτρική υποδομή των υπεράκτιων αιολικών πάρκων	-
16.	http://www.amscopub.com/images/file/File_157.pdf	Γενικές πληροφορίες για το φαινόμενο της παλίρροιας	486-494
17.	http://www.allaboutenergy.gr/EnergieiaOkeanon.html	Ιστορική αναδρομή για την παλιρροιακή και κυματική ενέργεια	-
18.	http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/oceans.htm	Γενικές πληροφορίες για την εκμετάλλευση των παλιρροιακών κυμάτων	-
19.	http://www.emec.org.uk/tidal_devices.asp	Πληροφορίες για τις συσκευές παλιρροιακής ενέργειας	-
20.	http://www.eusustel.be/public/documents_publ/	Πληροφορίες για	1-20

	WP/WP3/WP3%20report%20-%20Marine%20Currents%20and%20Wave.pdf	πειραματικές συσκευές παλιρροιακής ενέργειας	
21.	http://www.rechargenews.com/energy/wave_tidal_hydro/article295715.ece	Εικόνα παλιρροιακής συσκευής οριζόντιου άξονα	-
22.	http://www.pelamiswave.com	Πληροφορίες για την κυματική συσκευή Pelamis	-
23.	http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/turningthetide_full.pdf	Πληροφορίες για την κυματική συσκευή OWC, τη συσκευή υπερακόντισης και για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τις κυματικές συσκευές	1-180
24.	http://www.aquamarinepower.com/sites/resources/Published%20papers/2477/The%20oscillating%20wave%20surge%20converter.pdf	Πληροφορίες για την κυματική συσκευή OWSC	1-5
25.	http://www.wavedragon.net	Πληροφορίες για την κυματική συσκευή Wave Dragon	-
26.	http://www.ocean-energy-systems.org/ocean_energy/waves/first_generation_devices	Πληροφορίες για το σύστημα TAPCHAN	-
27.	http://www.eepe.murdoch.edu.au/resources/info/Tech/wave/index.html	Εικόνα του συστήματος	-

		TAPCHAN	
28.	http://publishing.cdlib.org/ucpressebooks/data/13030/6r/kt167nb66r/pdfs/kt167nb66r_ch03.pdf	Πληροφορίες για την θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων	47-75
29.	www.geo.auth.gr	Πληροφορίες για την πυκνότητα των θαλάσσιων υδάτων	-
30.	http://www.env-edu.gr/Documents/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%A0%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1.pdf	Πληροφορίες για τις ταξινομικές ομάδες ζώων με μεγάλη σημασία για την οικολογία της θάλασσας	17-30
31.	http://www.phycology.gr/downloads/Fyk-entypo_X.pdf	Πληροφορίες για την θαλάσσια χλωρίδα	11-38
32.	http://www.ospar.org/eng/doc/pdfs/R3C5.pdf	Πληροφορίες για την Ιρλανδική θάλασσα (φυτοπλαγκτόν, ψάρια, θαλάσσια θηλαστικά, πτηνά)	75-101
33.	http://www.unep.org/regionalseas/programmes/unpro/mediterranean/instruments/r_profile_med.pdf	Γενικές πληροφορίες για την Μεσόγειο θάλασσα	1-33
34.	http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mediterranean_Sea_political_map-en.svg	Εικόνα με τη γεωγραφική θέση της Μεσογείου	-
35.	http://www.oc.phys.uoa.gr/workshop/Aegean_Draft_Report_f.htm	Γενικές πληροφορίες για το Αιγαίο πέλαγος	-
36.	http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81	Εικόνα με τη	-

	%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Greece_topo.jpg	γεωγραφική θέση του Αιγαίου πελάγους	
37.	http://www.moa.gov.cy/moa/dfmr/dfmr.nsf/All/96480D616662090DC2257560002B2802/\$file/POSEIDONIA%20final.pdf?OpenElement	Πληροφορίες για τα υποθαλάσσια λιβάδια <i>Posidonia oceanica</i>	-
38.	http://geography.about.com/library/cia/blcatlantic.htm	Γενικές πληροφορίες για τον Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό	-
39.	http://www.ssd.noaa.gov/imagery/neatl.html	Εικόνα με τη γεωγραφική θέση Βορειοανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού	-
40.	http://www.oceanlight.com/fish.html	Πληροφορίες για τα είδη ψαριών που διαβιούν στον Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό	-
41.	http://www.seaweed.ie/sargassum	Πληροφορίες για τα μακροάλγη <i>Sargassum</i>	-
42.	http://www.offshorewindenergy.org/reports/report_002.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα	1-127
43.	http://www.offshorewind.co.uk/Assets/1351_emf_research_report_04_05_06.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα υπεράκτια αιολικά	1-63

		πάρκα	
44.	http://www.utwente.nl/water/publs/downloads/Veen-et-al-2007.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα	1-8
45.	http://www.offshorewindenergy.org/reports/report_003.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα	1-60
46.	http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=C ELEX:32005L0033:EN:HTML	Πληροφορίες για το καύσιμο bunker fuel oil	-
47.	http://www.cres.gr/kape/publications/papers/dimosieyseis/CRESTRANSWINDENVIRONM ENT.doc	Πληροφορίες για την οπτική όχληση, λόγω των υπεράκτιων αιολικών πάρκων	1-7
48.	http://www.we-at-sea.org/docs/ecologicalReports/aboveWater/effectionsonbirds.pdf	Πληροφορίες για τις επιπτώσεις των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στα πτηνά	1-96
49.	http://www.awatea.org.nz/docs/Environmental-impacts-of-marine-energy-converters.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας	1-42
50.	http://depts.washington.edu/nnmrec/workshop/docs/Tidal_energy_briefing_paper.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές	1-43

		επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας	
51.	http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/doe_eisa_633b.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας	1-80
52.	http://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/TidalPowerUK2-Tidal_technologies_overview.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας	1-122
53.	http://tidalelectric.com/documents/news-wwf-tide.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας	1-139
54.	http://www.see.ed.ac.uk/~shs/Wave%20Energy/thorpe%20review%20.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας	1-119
55.	http://www1.eere.energy.gov/library	Πληροφορίες για τις	-

		περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας	
56.	http://www.offshorewind.co.uk/Assets/1351_emf_research_report_04_05_06.pdf	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις συσκευές αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας	
57.	http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/315844/data/179662/10/rwe/responsibility/RWE-Factbook-Renewable-Energy-March-2011.pdf	Γενικές πληροφορίες για το υπεράκτιο αιολικό πάρκο North Hoyle	1-55
58.	http://www.rwe.com/web/cms/en/311620/rwe-innogy/sites/wind-offshore/in-operation/north-hoyle/environment/	Πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το υπεράκτιο αιολικό πάρκο North Hoyle και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να συλλεχθούν οι πληροφορίες κατά τη διάρκεια των προγραμμάτων παρακολούθησης, εικόνες του πάρκου και των θέσεων δειγματοληψίας	-
59.	http://www.postcode-info.co.uk/prestatyn-info-	Εικόνα της Βόρειας Ουαλίας	-

	64670.html		
60.	http://en.wikipedia.org/wiki/File:Denbighshire_UK_location_map.svg	Εικόνα της γεωγραφικής θέσης του υπεράκτιου αιολικού πάρκου North Hoyle	-
61.	http://www.seageneration.co.uk/	Γενικές πληροφορίες για την παλιρροιακή συσκευή SeaGen	-
62.	http://www.sd-commission.org.uk/file_download.php?target=/publications/downloads/TidalPowerUK5-UK_case_studies.pdf	Γενικές πληροφορίες για την παλιρροιακή συσκευή SeaGen και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από αυτή	1-90
63.	http://mojomaritime.com/case-studies/tidal/seagen-concept-development	Εικόνα παλιρροιακής συσκευής SeaGen	-
64.	http://www.aquamarinepower.com/projects/oyster-800-project-orkney/	Γενικές πληροφορίες για την κυματική συσκευή Oyster 800	-
65.	http://www.aquamarinepower.com/sites/resources/Reports/2879/Oyster%20%20Array%20Project%20ES%20-%20Non-Technical%20Summary.pdf	Γενικές πληροφορίες για την κυματική συσκευή Oyster 800, εικόνα συσκευής, πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές	1-179

		επιπτώσεις από την συσκευή και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να συλλεχθούν οι πληροφορίες κατά τη διάρκεια του προγράμματος παρακολούθησης	
66.	http://learnhistory.org.uk/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=177	Γεωγραφική θέση του Ηνωμένου Βασιλείου	-
67.	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orkney_Islands_UK_blank_map.svg	Γεωγραφική θέση των Orkney Islands	-
68.	http://www.streetmap.co.uk/place/Billia_Croon_Orkney_Islands_433611_2121611.htm	Γεωγραφική θέση του Billia Croo	-
69.	http://www.emec.org.uk/wave_site.asp	Εικόνα κυματικής συσκευής Oyster 800	-
70.	http://www.waveplam.eu/files/downloads/WavePlamFinal.pdf	Γενικές πληροφορίες για την κυματική συσκευή Oyster 800, σχηματικό διάγραμμα του συστήματος μετατροπής της κυματικής ενέργειας Oyster	1-155
71.	http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82_%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%85%CE%BD%	Εικόνα του καρχαρία προσκυνητή	-

	<u>CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82</u>		
72.	http://www.ices.dk/projects/directive.pdf	Πληροφορίες για την Οδηγία - πλαίσιο 2008/56/EK για τη θαλάσσια στρατηγική	1-22
73.	http://www.ccpo.odu.edu/~tian/temp/pictures/nixon_ophelia_1995.pdf	Πληροφορίες για τον ευτροφισμό σε θαλάσσιο περιβάλλον	199-218
74.	http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/about/default.asp	Πληροφορίες για τα θαλάσσια απορρίμματα και τις επιπτώσεις τους στους θαλάσσιους οργανισμούς	-
75.	http://oceans.greenpeace.org	Πληροφορίες για τα θαλάσσια και τις επιπτώσεις τους στους θαλάσσιους οργανισμούς απορρίμματα	-
76.	http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/doc/national_renewable_energy_action_plan_uk_en.pdf	Πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο Ηνωμένο Βασίλειο και τους ενεργειακούς στόχους	1-101