



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**Πολυκριτηριακή αξιολόγηση για την εγκατάσταση
Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στο πλαίσιο του
Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού.**

ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

ΛΑΜΠΡΟΣ ΚΕΡΑΜΑΡΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΑΣΠΡΟΓΕΡΑΚΑΣ (Επικ. Καθηγητής)

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΝΕΤΟΣ (ΕΔΙΠ)

ΒΟΛΟΣ 2022

ΔΗΛΩΣΗ

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λ.π., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤΜΧΠΠΑ

Ημερομηνία: ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

Όνοματεπώνυμο: ΚΕΡΑΜΑΡΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

Υπογραφή:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για τον εντοπισμό κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στην περιοχή του Αιγαίου. Στις μέρες μας, η ενεργειακή πολιτική επιβάλλει την αξιοποίηση καθαρών πηγών ενέργειας. Μια ιδανική επιλογή, τόσο για την Ευρώπη, όσο και για έξω από αυτήν, είναι η εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων, τα οποία μπορούν να προσφέρουν ένα σημαντικό δυναμικό ανανεώσιμης αιολικής ενέργειας. Ωστόσο ένα σημαντικό ζήτημα τόσο για τις υπόλοιπες χώρες όσο και για την Ελλάδα αποτελεί η αξιολόγηση και η βέλτιστη επιλογή των κατάλληλων θέσεων για την εγκατάσταση ΥΑΠ στον θαλάσσιο χώρο. Αυτή η δυσκολία αποτέλεσε το βασικό ερώτημα για την ανάπτυξη της παρούσας διπλωματικής στην οποία θα πραγματοποιηθεί μια Πολυκριτηριακή Ανάλυση που θα λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους της κάθε χώρας και θα παρουσιάζει τα σημεία που είναι κατάλληλα. Για την εκπόνησή της, επιλέχθηκε το Αιγαίο πέλαγος, προκειμένου να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά του και να προσδιοριστούν οι κατάλληλες θέσεις αιολικών εγκαταστάσεων. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός μοντέλου, το οποίο με τη χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) θα βοηθά στον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών για την εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων.

Λέξεις Κλειδιά: Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα, ΘΧΣ, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Συντελεστές Βαρύτητας

ABSTRACT

The aim of this study is to formulate an integrated methodology for identifying suitable sites for the installation of Offshore Wind Farms (OWF) in the Aegean region. Nowadays, the energy policy imposes the use of clean energy sources. An ideal option, both for Europe and beyond, is the installation of Offshore Wind Farms, which can provide a significant potential for renewable wind energy. However, an important issue both for the rest of the countries and for Greece is the evaluation and the optimal choice of the appropriate places for the installation of OWF in the maritime space. This difficulty resulted in the basic question for the development of the present study in which a Multicriteria Analysis will be carried out that will take into account the parameters of each country and present the points that are appropriate for installation. For its creation, the Aegean Sea was chosen, in order to study its characteristics and to determine the appropriate locations of wind turbines. The methodology involves the development of a model, which using Geographical Information Systems (GIS) will help identify suitable areas for the installation of OWF.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες μου, τον κ. Ασπρογέρακα Ευάγγελο και τον κ. Μανέτο Παναγιώτη που συνέλαβαν στην σωστή και υπεύθυνη καθοδήγηση. Επίσης χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους εξεταστές μου κ. Γουργιώτη Ανέστη και κ. Σπύρο Νιαβή για το χρόνο που αφιέρωσαν στην παρουσίαση και διόρθωση της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους άμεσα η έμμεσα βοήθησαν στην πραγμάτωση του πονήματος αυτού. Το διδακτικό και ερευνητικό προσωπικό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που γνώρισα και συνεργάστηκα σε όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων καθώς και τους συμφοιτητές και φίλους μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ	10
1.2 Σκοπός και μεθοδολογία	12
1.3 Ανάλυση της δομής	13
Κεφάλαιο 2: ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ	14
2.1 Εισαγωγή στις Θαλάσσιες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΘΑΠΕ)	14
2.2 Υπεράκτιες Αιολικές Εγκαταστάσεις	24
2.3 Η εμπειρία της Ευρώπης στην εγκατάσταση ΥΑΠ	29
2.3.1 Οι ΥΑΕ της Γερμανίας	29
2.3.2 Οι ΥΑΕ της Δανίας	32
2.3.3 Οι ΥΑΕ της Σκωτίας και του Ηνωμένου Βασιλείου	34
2.4 Το Ευρωπαϊκό πλαίσιο για τις ΑΠΕ	36
2.4.1 Ευρωπαϊκές κατευθύνσεις	37
2.4.2 Τρέχοντα προγράμματα δράσης	40
2.5 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο	41
2.5.1 Εθνικό σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)	43
2.5.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	44
2.5.3 Η αιολική ενέργεια στον ελληνικό χώρο	46
2.5.4 Υπεράκτια αιολική ενέργεια	47
Κεφάλαιο 3: ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	49
3.1 Εισαγωγή στην έννοια του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού	49
3.2 Ευρώπη και Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός	49
3.2.1 Ισχύον Ευρωπαϊκό Πλαίσιο για τον Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό	51
3.3 Ελλάδα και Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός	56
3.3.1 Η κατάσταση της Ελλάδας	56
3.3.2 Έργα που σχετίζονται με τον ΘΧΣ και την Ελλάδα	57
3.4 Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ	61
3.4.1 Περιοχές Αποκλεισμού και Ζώνες Ασυμβατότητας	62

3.4.2	Ειδικά κριτήρια για την χωροθέτηση των υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων	63
3.4.3	Ποσειδωνία	65
Κεφάλαιο 4:	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ	67
4.1	Εισαγωγή.....	67
4.2	Κριτήρια καταλληλότητας	68
4.2.1	Αιολικό δυναμικό.....	68
4.2.2	Βάθος του πυθμένα	69
4.3	Κριτήρια Αποκλεισμού	70
4.3.1	Περιοχές προστασίας του περιβάλλοντος και των υδάτων	70
4.3.2	Ζώνες οπτικής όχλησης.....	71
4.3.3	Λοιπά κριτήρια	72
4.4	Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας	73
4.4.1	Στάδιο 1: Επιλογή των κριτηρίων προς αξιολόγηση	74
4.4.2	Στάδιο 2: Δημιουργία των ζευγών των κριτηρίων	75
4.4.3	Στάδιο 3: Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας και κριτηρίων αξιολόγησης	76
Κεφάλαιο 5:	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	79
5.1	Εισαγωγή.....	79
5.2	Κριτήρια περιοχής μελέτης και επεξεργασία.....	80
5.2.1	Χρήση των εργαλείων Buffer, Distance Accumulation και Reclassify	86
5.2.2	Συντελεστές βαρύτητας και χρήση του εργαλείου Weighted Overlay	87
5.3	Συμπεράσματα κεφαλαίου	89
Κεφάλαιο 6:	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		94

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.....	27
Πίνακας 2.....	28
Πίνακας 3.....	29
Πίνακας 4.....	30
Πίνακας 5.....	32
Πίνακας 6.....	32
Πίνακας 7.....	36
Πίνακας 8.....	40
Πίνακας 9.....	50
Πίνακας 10.....	51
Πίνακας 11.....	52
Πίνακας 12.....	69
Πίνακας 13.....	73
Πίνακας 14.....	73
Πίνακας 15.....	74
Πίνακας 16.....	74
Πίνακας 17.....	75
Πίνακας 18.....	76
Πίνακας 19.....	76
Πίνακας 20.....	79
Πίνακας 21.....	85
Πίνακας 22.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.....	16
Εικόνα 2.....	20
Εικόνα 3.....	21
Εικόνα 4.....	25
Εικόνα 5.....	26
Εικόνα 6.....	28
Εικόνα 7.....	31
Εικόνα 8.....	32
Εικόνα 9.....	33
Εικόνα 10.....	34
Εικόνα 11.....	35
Εικόνα 12.....	36
Εικόνα 13.....	44
Εικόνα 14.....	45

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1.....	57
Χάρτης 2.....	58
Χάρτης 3.....	59
Χάρτης 4.....	65
Χάρτης 5.....	82
Χάρτης 6.....	82
Χάρτης 7.....	83
Χάρτης 8.....	83

Χάρτης 9.....	84
Χάρτης 10.....	84
Χάρτης 11.....	85
Χάρτης 12.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΟΝΥΜΙΩΝ

Ελληνόγλωσση

ΑΙΔ	Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία
Α/Γ	Ανεμογεννήτριες
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΕΑΤΕΝ	Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας
ΕΠΧΣΑΑ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΘΑΠΕ	Θαλάσσιες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΘΧΣ	Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός
ΠΑ	Πολυκριτηριακή Ανάλυση
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΥΑΕ	Υπεράκτιες Αιολικές Εγκαταστάσεις
ΥΑΠ	Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Ενέργειας
GIS	Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα

Ξενόγλωσση

UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
MSP	Marine Spatial Platform

HAWT Horizontal Axis Wind Turbines

VAWT Vertical Axis Wind Turbines

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ

Είναι γεγονός, πως οι κίνδυνοι που προκύπτουν για το περιβάλλον από το φαινόμενο του θερμοκηπίου εντείνονται. Αυτό συμβαίνει, διότι οι ενεργειακές απαιτήσεις, που συνεχώς αυξάνονται, καθιστούν την χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας απαραίτητη προϋπόθεση για την κάλυψη των αναγκών. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια μέσω των μεταβαλλόμενων περιβαλλοντικών συνθηκών λόγω της εκτεταμένης χρήσης των συμβατικών πηγών, ξεκίνησε μια διαφορετική προσέγγιση για το περιβάλλον. Η προσέγγιση αυτή έφερε στο προσκήνιο τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

Οι πρώτες προσπάθειες για τη διαμόρφωση περιβαλλοντικής συνείδησης έγιναν το 1992 υπό το πλαίσιο του οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC) . Εκεί αποφασίζεται, πως η πιο κατάλληλη δράση διεθνώς για την κλιματική αλλαγή, είναι να σταθεροποιήσει η Σύμβαση τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των «αερίων του θερμοκηπίου» σε επίπεδο, που θα αποτρέψει την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα. Έπειτα από την απόφαση αυτή και σε συνδυασμό με την πρώτη κίνηση προς μια βελτίωση των κλιματικών συνθηκών, χωρίς αισθητές απειλές στο περιβάλλον, ήρθε το επόμενο βήμα, που ήταν η υιοθέτηση στην Ιαπωνία τον Δεκέμβριο 1997 του Πρωτοκόλλου του Κιότο, το οποίο αποτέλεσε και την πιο ουσιαστική δράση για την κλιματική αλλαγή μέχρι στιγμής. Η απόφαση απαιτούσε την μείωση των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου το άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στις βιομηχανικές χώρες σε ποσοστό τουλάχιστον 5%. Η απόφαση αυτή τέθηκε τελικά σε ισχύ το Φεβρουάριο του 2005 και συμμετείχαν 160 έθνη από όλο τον κόσμο.

Η τελευταία δράση των Ηνωμένων Εθνών στην αντιμετώπιση των απειλών του περιβάλλοντος και την υπερθέρμανση του πλανήτη ήρθε το Δεκέμβριο του 2015, με την Συμφωνία των Παρισίων (Paris Agreement). Οι αποφάσεις της συμφωνίας χάραξαν ένα νέο δρόμο, που έδωσε το έναυσμα και στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία ενός πλαισίου, που θα έχει στόχους παράλληλους με αυτούς των Ηνωμένων Εθνών.

Σύμφωνα με το πλαίσιο, λοιπόν, των Ηνωμένων Εθνών, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ξεκίνησε μια διαδικασία για την μετάβαση σε καθαρή ενέργεια, που θα συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και στην παροχή καθαρής ενέργειας. Από τις αρχές του 2008, η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε τα πρώτα βήματα για την εξέλιξη της ενέργειας. Ο πρώτος στόχος που τέθηκε ήταν η βελτίωση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε μικρότερες κλίμακες. Οι στόχοι 20 – 20 – 20 που έθεσε για τον περιορισμό των απειλών του Θερμοκηπίου είχαν την βλέψη για 20% μείωση των εκπομπών, 20% βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης αλλά και 20% της συνολικής ενεργειακής χρήσης να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές. Αν τα μέτρα αυτά υλοποιηθούν πλήρως και είναι πλήρως αποτελεσματικά, θα αποφέρουν μείωση 32% σε σχέση με τις εκπομπές αερίων του 1990. Αυτό θα απαιτήσει συνεχείς προσπάθειες, αλλά δείχνει παράλληλα, ότι μπορεί να επιτευχθεί ο προτεινόμενος στόχος για το 2030. επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως η κάθε χώρα επιλέγει τους τρόπους με τους οποίους θα αξιοποιήσει τις κατάλληλες πηγές της.

Παρατηρείται πως τελικά υπάρχει μια μόνο λύση, και αυτή είναι η στροφή προς τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας και τις ανανεώσιμες πηγές. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον φυσικό πόρο τον οποίο χρησιμοποιούν για να παράγουν ενέργεια. Με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες πολλών νοικοκυριών με έναν αξιόπιστο, προσιτό και βιώσιμο τρόπο και παράλληλα με σεβασμό προς το περιβάλλον.

«Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) παρέχουν το 22.1% της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης. Οι ΑΠΕ περιλαμβάνουν βιομάζα, υδροηλεκτρική ενέργεια, γεωθερμική, ηλιακή, αιολική και θαλάσσια ενέργεια. Οι ανανεώσιμες πηγές είναι οι πρωτογενείς, οικιακοί και καθαροί ή ανεξάντλητοι ενεργειακοί πόροι».

(EEA,2021)

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω προδιαγραφές από τα Ηνωμένα Έθνη και την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), φαίνεται πως και ο Ελληνικός χώρος μπορεί να συνεισφέρει σε αυτή την πολιτική. Αν και το χερσαίο τμήμα της Ελλάδας κατέχει ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά σε ηλιακή ανανεώσιμη ενέργεια από τη χρήση φωτοβολταϊκών ,που την τοποθετεί στην 2^η θέση ανάμεσα στις

πρώτες δέκα χώρες παγκοσμίως (Katorpodis et al., 2020), το τμήμα του θαλάσσιου χώρου παραμένει σχεδόν ανεκμετάλλευτο. Πράγματι, το Αιγαίο πέλαγος χαρακτηρίζεται από αρκετά ισχυρούς ανέμους και συγκεκριμένα η Κρήτη και το ανατολικό τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας (Εύβοια, Νοτιοανατολική Πελοπόννησος και Θράκη) λόγω των ισχυρών ανέμων που κυριαρχούν με βορειοανατολική κατεύθυνση. Οι μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου σε πολλές περιοχές είναι πολύ ευνοϊκές για εκμετάλλευση με ταχύτητες που κυμαίνονται μεταξύ 7-11 m / sec (Kabouris and Hatziargyriou, 2006).

Είναι λοιπόν αναγκαία ,αλλά και ταυτόχρονα ευνοϊκή, μια ανάπτυξη στο θαλάσσιο ελληνικό χώρο. Η καλύτερη επιλογή, σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι η εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων, τα οποία μπορούν να εκμεταλλευτούν το ισχυρό αιολικό δυναμικό της χώρας και να παράγουν ενέργεια, που θα συνεισφέρει τόσο στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων όσο και στην τροφοδότηση πολλών περιοχών και νησιών του Αιγαίου. Ωστόσο, εξαιτίας της πολλαπλής χρήσης του θαλάσσιου χώρου, για να πραγματοποιηθεί μια κίνηση όπως η εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων, είναι απαραίτητη προϋπόθεση η αξιολόγηση της περιοχής του Αιγαίου για την αποφυγή οποιασδήποτε ζημίτηστις υπότησχρήσεις.

Οι παραπάνω λόγοι και προβληματισμοί που αναφέρθηκαν αποτέλεσαν και την αφετηρία για την τησεκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η οποία θέτει ως κύριο στόχο μια πολυκριτηριακή ανάλυση και αξιολόγηση για τον εντοπισμό κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών στο πλαίσιο του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού.

1.2 Σκοπός και μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας με την οποία θα πραγματοποιείται ο εντοπισμός των κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στην περιοχή του Αιγαίου. Αναλυτικότερα, θα προταθούν λύσεις για την αποτελεσματική διαδικασία χωροταξικού σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένου τον εντοπισμό των περιορισμών που προκύπτουν από τεχνικά ζητήματα (π.χ. εγκαταστάσεις, απόσταση από την ακτή, πυθμένα), καθώς και τα ειδικά κριτήρια που προβλέπονται από την νομοθεσία (ζώνες αποκλεισμού και

ασυμβατότητας των χρήσεων). Στην συγκεκριμένη περίπτωση, με τη χρήση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων GIS θα διαμορφωθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την χωρική καταλληλότητα της τοποθεσίας για εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων. Αρχικά θα γίνει η ανάλυση και η κατανόηση της σημασίας των εγκαταστάσεων και προδιαγραφών των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Στη συνέχεια, θα γίνει η επιλογή των κατάλληλων δεδομένων και κριτηρίων που πληρούν τις προδιαγραφές για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας στον ελληνικό χώρο. Έπειτα, με τη χρήση των δεδομένων και κριτηρίων που εντοπίστηκαν, θα πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη ενός χωρικά σαφούς μοντέλου υπολογισμού που θα ενσωματώνει τις τεχνικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις των Υπεράκτιων Αιολικών Εγκαταστάσεων. Το μοντέλο αυτό θα αξιοποιηθεί για την εύρεση και την αξιολόγηση των κατάλληλων χώρων, σύμφωνα με τα κριτήρια και την αντίστοιχη νομοθεσία που διέπει την περίπτωση μελέτης, ώστε να υπάρξει σαφής προσδιορισμός των βέλτιστων θέσεων για την τοποθέτηση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων. Τα τελευταία κεφάλαια θα περιέχουν την βιβλιογραφία και τα συμπεράσματα για την περίπτωση μελέτης, την διαδικασία καθώς και εναύσματα για προτάσεις βελτίωσης για κάθε κομμάτι της διπλωματικής εργασίας αλλά και της γενικής ιδέας ως προς την εγκατάσταση των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα.

1.3 Ανάλυση της δομής

Σε αυτή την ενότητα της διπλωματικής εργασίας, παρουσιάζεται η δομή που θα ακολουθήσει στα επόμενα κεφάλαια. Στο κεφάλαιο εισαγωγή αναλύεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, ο κύριος προβληματισμός και οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του θέματος αυτού καθώς και ο στόχος που τέθηκε. Στο δεύτερο κεφάλαιο Χωροθέτησης των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων γίνεται παρουσίαση των τεχνικών εγκαταστάσεων και προδιαγραφών των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων. Πρόκειται, δηλαδή, για την ανάλυση της έρευνας σχετικά με την χωροθέτηση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων μέσα από τις εφαρμογές που υπάρχουν σε παγκόσμιο, αλλά και σε ελληνικό επίπεδο. Στο τρίτο κεφάλαιο πρόκειται για την Μεθοδολογία και Προσέγγιση Χωροθέτησης στην οποία γίνεται η ανάλυση των στοιχείων, των κριτηρίων αλλά και των βασικών

βημάτων που θα εφαρμοστούν για την πραγματοποίηση της πολυκριτηριακής ανάλυσης μέσω των εργαλείων του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS). Το επόμενο κομμάτι αφορά την Μελέτη Περίπτωσης. Έπειτα από την εφαρμογή των βημάτων της μεθοδολογίας, το επόμενο βήμα στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών, αλλά και το πόρισμα που προκύπτει από αυτή την διαδικασία, όσον αφορά τις περιοχές που πληρούν τα κριτήρια για την εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων. Τέλος, η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την αναφορά των συμπερασμάτων της συνολικής έρευνας. Αναφέρονται οι παραδοχές, τα προβλήματα και τα τυχόν εμπόδια που παρουσιάστηκαν κατά την εκπόνηση της εργασίας, καθώς και τρόποι και προτάσεις για την βελτίωση της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την Εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στον ελληνικό χώρο.

Κεφάλαιο 2: ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

2.1 Εισαγωγή στις Θαλάσσιες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΘΑΠΕ)

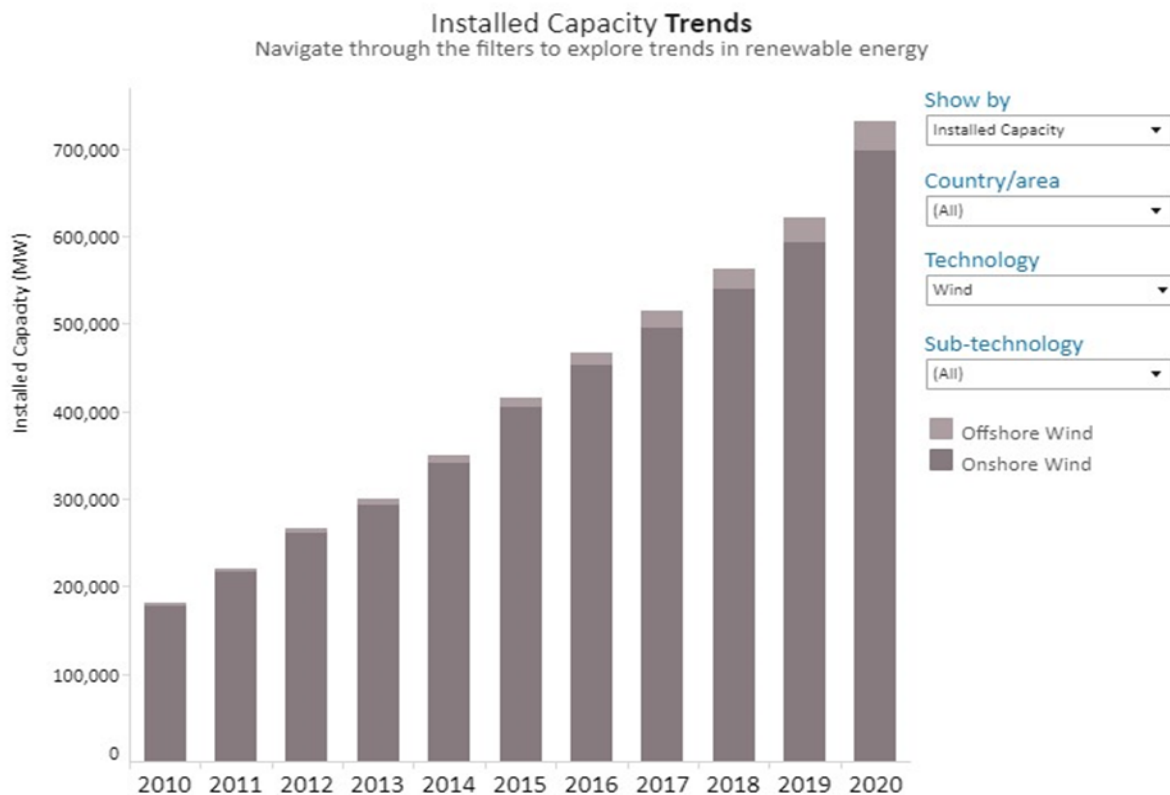
Η θάλασσα αποτελεί μια καθαρή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια, εμφανίζεται όλο και περισσότερο η ανάγκη να αποφεύγονται ορυκτά καύσιμα και να υιοθετηθεί η χρήση των εναλλακτικών πηγών, οι οποίες όχι μόνο προσφέρουν ενέργεια, αλλά ταυτόχρονα είναι απαλλαγμένες από τον κίνδυνο εξάντλησης, με χαμηλό περιβαλλοντικό κόστος και οικολογικό αποτύπωμα. Η πλειοψηφία αυτών των επιλογών έγιναν στη στεριά καθώς ο χρόνος, το κόστος και η τεχνολογία αποτέλεσαν τα αρχικά εμπόδια της εξέλιξης στη θάλασσα. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου υπήρξε μια μεγαλύτερη εμβάθυνση και ανάλυση στην ισχύ που μπορεί να προσφέρει η ανάπτυξη θαλάσσιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι θαλάσσιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πραγματοποιούνται με δύο τρόπους (Soukissian et al., 2017):

- Υπεράκτια αιολική ενέργεια, δηλαδή, την ενέργεια που μπορεί να συλλεχθεί από τον θαλάσσιο άνεμο
- Θαλάσσια ενέργεια, δηλαδή, την ενέργεια που μπορεί να συλλεχθεί από τον ωκεανό. Το είδος της ενέργειας αυτής αναφέρεται επίσης ως «Μπλε Ενέργεια». Η θαλάσσια ενέργεια χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την προέλευση της ισχύος: τα κύματα επιφάνειας της θάλασσας, παλίρροια ή θαλάσσια ρεύματα, και κλίσεις θερμότητας και αλατότητας.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει περισσότερο αναφορά και εμβάθυνση στις υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις. Σύμφωνα με την IRENA (International Renewable Energy Agency), η αιολική ενέργεια είναι μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας. Η χρήση αυξάνεται παγκοσμίως, εν μέρει επειδή μειώνεται το κόστος. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της IRENA, η παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική παραγωγή χερσαίας και υπεράκτιας αυξήθηκε κατά σχεδόν 75 φορές τις τελευταίες δύο δεκαετίες από 7,5 γιγαβάτ (GW) το 1997 σε περίπου 564 GW έως το 2018. Η παραγωγή αιολικής ενέργειας διπλασιάστηκε μεταξύ του έτους 2009 και 2013 και το 2016 η αιολική ενέργεια αντιπροσώπευε το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πολλά μέρη του κόσμου έχουν ισχυρές ταχύτητες ανέμου, αλλά οι καλύτερες τοποθεσίες για την παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι μερικές φορές απομακρυσμένες. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια προσφέρει τεράστιες δυνατότητες σε αυτό τον τομέα.

Wind Energy Data



Εικόνα 1 - Πηγή: (IRENA, 2020)

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω διάγραμμα, το ποσοστό παραγωγής των υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων είναι ελάχιστο σε σχέση με αυτές που βρίσκονται στη ξηρά, καθώς ο αριθμός των μονάδων είναι συγκριτικά μικρότερος. Αυτό συμβαίνει λόγω των μεγαλύτερων κινδύνων και προβλημάτων που μπορούν να προκληθούν από τη θάλασσα. Οι εγκαταστάσεις τους πρέπει να σχεδιάζονται από καλύτερα υλικά τα οποία να αντέχουν και να χρειάζονται όσο το δυνατόν λιγότερη συντήρηση. Αφού λοιπόν το κόστος κατασκευής είναι υψηλό, ποιος είναι ο λόγος εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων; Σύμφωνα με το American Geosciences Institute (AGI, 2021) τα πλεονεκτήματα εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων είναι τα εξής:

- Οι ταχύτητες του υπεράκτιου ανέμου τείνουν να είναι μεγαλύτερες από ό, τι στην ξηρά. Μικρές αυξήσεις στην ταχύτητα του ανέμου αποδίδουν μεγάλες αυξήσεις στην παραγωγή

ενέργειας: ένας στρόβιλος σε άνεμο 7 m/s μπορεί να παράγει διπλάσια ενέργεια από έναν στρόβιλο σε άνεμο 5 m/s. Οι μεγαλύτερες ταχύτητες του ανέμου στη θάλασσα σημαίνουν πολύ περισσότερη ενέργεια.

- Οι ταχύτητες των υπεράκτιων ανέμων τείνουν να είναι πιο σταθερές από ό, τι στην ξηρά. Μια σταθερότερη παροχή ανέμου σημαίνει μια πιο αξιόπιστη πηγή ενέργειας.
- Πολλές παράκτιες περιοχές έχουν πολύ υψηλές ενεργειακές ανάγκες. Υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός του πληθυσμού των χωρών που ζει σε παράκτιες περιοχές με συγκεντρώσεις σε μεγάλες παράκτιες πόλεις. Η κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων σε αυτές τις περιοχές μπορεί να βοηθήσει στην κάλυψη αυτών των ενεργειακών αναγκών από κοντινές πηγές.

Πράγματι με την αξιοποίηση των παραπάνω στοιχείων είναι σήμερα πιθανή η προοπτική, οι υπεράκτιες αιολικές πηγές να μπορούν να παράγουν καθαρή ηλεκτρική ενέργεια, που να είναι ανταγωνιστική και φθηνότερη από την υφιστάμενη τεχνολογία, που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα. Με την πάροδο του χρόνου οι δυνάμεις της αγοράς, η τεχνολογική πρόοδος και οι εξελίξεις των τιμών θα συνεχίσουν να τροφοδοτούν την ανάπτυξη των υπεράκτιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά τα επόμενα έτη. Παρόλα αυτά, για μια τέτοια αλλαγή ρυθμού απαιτείται να ξεπεραστούν ορισμένα εμπόδια και να διασφαλιστεί, ότι σε όλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού όλοι οι παράγοντες μπορούν, αφενός να επιταχύνουν, και αφετέρου να διατηρήσουν αυτήν την αύξηση του ρυθμού εγκατάστασης. Το πλεονέκτημα αυτής της πρωτοπορίας το έχει η Ευρώπη, καθώς στον τομέα των υπεράκτιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να στηριχθεί στο τεράστιο δυναμικό που προσφέρουν οι θάλασσές της, από τη Βόρεια και τη Βαλτική Θάλασσα έως τη Μεσόγειο, από τον Ατλαντικό έως τον Εύξεινο Πόντο, καθώς και από τις θάλασσες που περιβάλλουν τις εξόχως απόκεντρες περιοχές της και τις υπερπόντιες χώρες και εδάφη (Ευρώπη 2020).

Βέβαια, όπως και στη στεριά, έτσι και στον θαλάσσιο χώρο, οι ΑΠΕ μπορούν να προκαλέσουν πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα, και ειδικότερα, προβλήματα στα ζώα και του οικοτόπου.

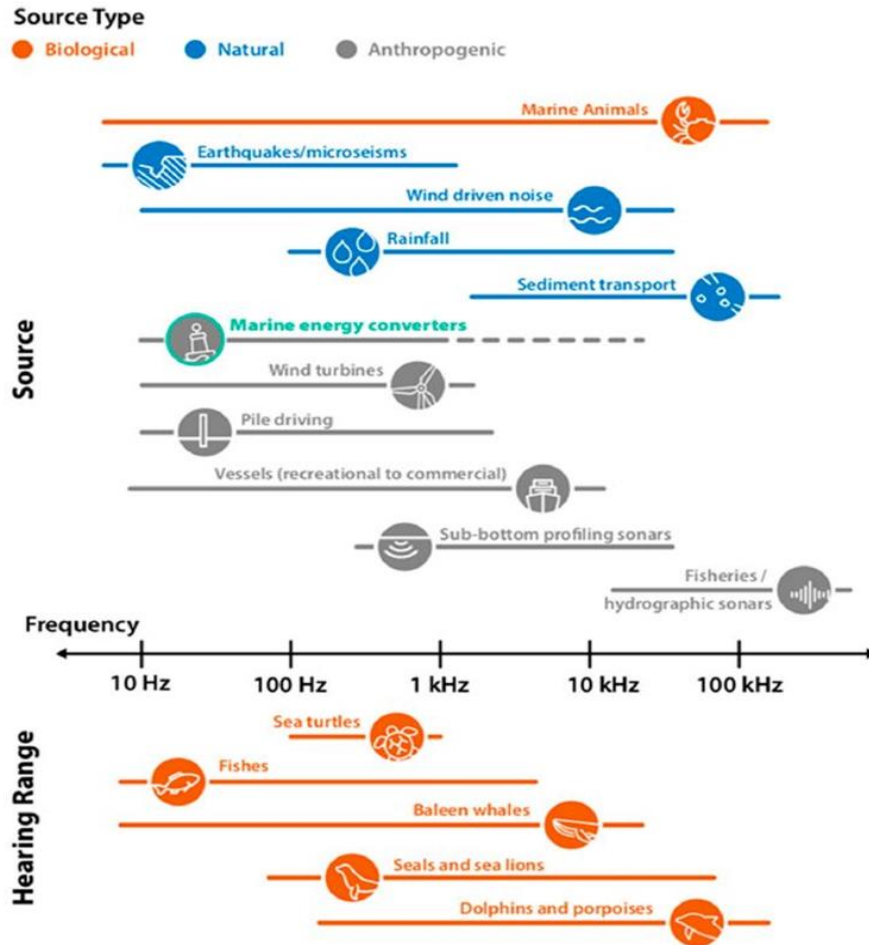
Σύμφωνα με ένα επιστημονικό άρθρο του MDPI, που δημοσιεύτηκε το 2020 με τίτλο: «Potential Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development – The state of the Science», οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εγκαταστάσεων και της βιοποικιλότητας στις διάφορες κατηγορίες των θαλάσσιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας {Copping, 2020 #42} είναι οι εξής:

I. Κίνδυνος σύγκρουσης με τις ανεμογεννήτριες

Αν και δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα στοιχεία που να δείχνουν ότι θα υπάρξουν άμεσες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών και των θαλάσσιων ζώων και πτηνών, ο κίνδυνος αυτός παραμένει ένα βασικό ζήτημα για την μελλοντική ανάπτυξη του κλάδου. Οι εκτιμήσεις των προβλημάτων σύγκρουσης συχνά περιλαμβάνουν αριθμητικά μοντέλα με πιθανοτικές αναλύσεις για τις συνέπειες στους πληθυσμούς των ειδών. Ωστόσο, η αύξηση της ανάπτυξης ΘΑΠΕ, καθώς και οι αναφορές από τις ήδη εγκατεστημένες, αποτελούν παράγοντες που μπορούν να βοηθήσουν στην περαιτέρω ανάλυση και αντιμετώπιση ορισμένων κρίσιμων κινδύνων σύγκρουσης των ζώων με τους εγκαταστάσεις (Sparling, 2020).

II. Επιδράσεις του υποβρύχιου θορύβου στα ζώα

Ο ανθρωπογενής ήχος στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο πολλά θαλάσσια ζώα αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους. Είναι, επίσης, πιθανό να επηρεάσουν την επικοινωνία, την κοινωνική αλληλεπίδραση, τον προσανατολισμό, την θήρευση και την αποφυγή. Οι κίνδυνοι των επιπτώσεων ποικίλουν ανάλογα με το πλάτος, τη συχνότητα και την κατεύθυνση της πηγής του θορύβου. Στην παρακάτω εικόνα παρατίθεται ένα σχετικό διάγραμμα βιολογικών, φυσικών και ανθρωπογενών θορύβων στο θαλάσσιο χώρο αλλά και το εύρος ακρόασης των θαλάσσιων ζώων.



Εικόνα 2 - Πηγή: Copping, 2020: p.6

- III. **Επιδράσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων (Electromagnetic Fields – EMF) στα ζώα**
- Αν και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία (EMF) εμφανίζονται φυσικά στο θαλάσσιο περιβάλλον, αρκετές ανθρωπογενείς δραστηριότητες δημιουργούν τροποποιημένες ή πρόσθετες πηγές τέτοιων πεδίων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων από τα καλώδια εξαγωγής ενέργειας από θαλάσσιες ανανεώσιμες πηγές. Έχουν παρουσιαστεί αρκετές αρνητικές επιδράσεις ως προς τη συμπεριφορά των ζώων και των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που προκαλούνται από καλώδια. Οι περισσότερες σχετικές έρευνες που παρουσιάζουν αυτές τις αρνητικές επιδράσεις, όμως, έχουν πραγματοποιηθεί μέσα σε χώρους εργαστηρίου. Για το λόγο αυτό, εκτιμάται πως τα δεδομένα και τα στοιχεία που θα εμφανιστούν από τις θαλάσσιες

ανανεώσιμες πηγές θα απέχουν σε σχέση με αυτά των εργαστηρίων. Ακόμα, παρατηρείται πως δεν είναι πιθανή και η εκδίωξη των ζώων από το φυσικό τους περιβάλλον λόγω των καλωδίων.

IV. Αλλαγές στα οικοσυστήματα του πυθμένα

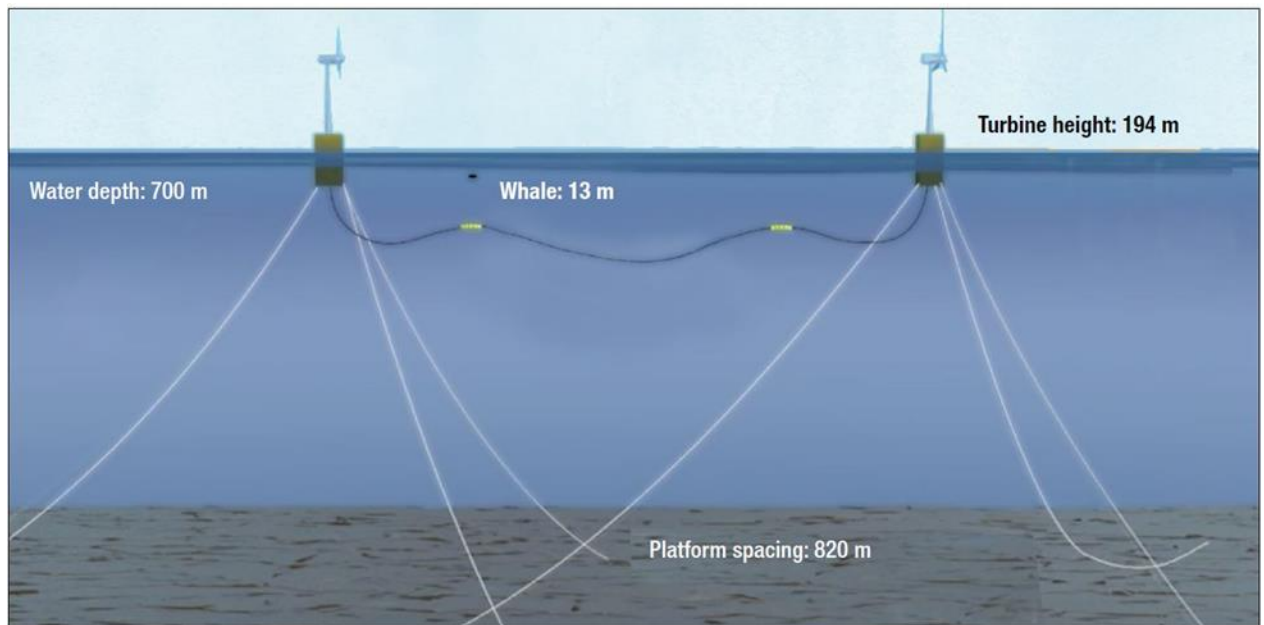
Η εγκατάσταση ΘΑΠΕ γενικά απαιτεί βαριά θεμέλια, όπως άγκυρες και στύλους στήριξης και μπορεί να επηρεάσει τα οικοσυστήματα του πυθμένα. Συνήθως, κατά την διαδικασία της εγκατάστασης των ΘΑΠΕ γίνονται προσπάθειες να αποφεύγονται και να προστατεύονται όλα τα ευάλωτα οικοσυστήματα. Επίσης, στις περιπτώσεις των μεγάλων σε έκταση εγκαταστάσεων μπορεί να υπάρξει και το φαινόμενο της πολυχρησιμότητας του χώρου. Πράγματι, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα MUSES, οι μονάδες μπορούν να αποτελέσουν ένα δίκτυο τεχνητών υφάλων και σε συνδυασμό με την μείωση της αλιείας στο σημείο της εγκατάστασης είναι δυνατή η ανάκαμψη των οικοσυστημάτων και πάλι.

V. Αλλαγές στις ωκεανογραφικές διαδικασίες

Η ανάπτυξη μονάδων ΘΑΠΕ έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει, τόσο τα πλησιέστερα, όσο και τα μακρινά ωκεανογραφικά συστήματα και τις λειτουργίες του ωκεανού. Ενώ ένας μικρός αριθμός μονάδων ΘΑΠΕ δεν είναι πιθανό να οδηγήσει σε σημαντικές βιολογικές αλλαγές, η ανάπτυξη μεγαλύτερης κλίμακας μπορεί να διαταράξει τις φυσικές διαδικασίες. Ειδικά στην περίπτωση των μονάδων που εστιάζουν στην κυματική ενέργεια, οι μελέτες πεδίου επικεντρώνονται κυρίως στις επιδράσεις απομάκρυνσης ενέργειας και στις αλλαγές των κυμάτων, και δεν μπορούν να αναπτυχθούν πλήρως εάν δεν υπάρξει πρώτα λειτουργία. Έχουν βέβαια εμφανιστεί μελέτες που εστιάζουν στην μοντελοποίηση των επιδράσεων των μονάδων στο περιβάλλον πράγμα που βελτιώνει κατά πολύ την μελλοντική ανάπτυξη των ΘΑΠΕ (De Dominicis et al., 2017).

VI. Διαπλοκή ζώων με τα συστήματα πρόσδεσης

Πολλές μονάδες ΘΑΠΕ απαιτούν συστήματα πρόσδεσης για την διατήρησή τους στην επιφάνεια ή μέσα στον νερό αλλά και καλώδια για τη σύνδεση μεταξύ τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζονται προβλήματα εμπλοκής ή εγκλωβισμού θαλάσσιων ζώων. Για μεμονωμένες μονάδες η πιθανότητα ενός τέτοιου προβλήματος είναι χαμηλή. Ωστόσο, σε μεγαλύτερης έκτασης εγκαταστάσεις ΘΑΠΕ η εκτίμηση των κινδύνων αυτών είναι αβέβαιη. Για το λόγο αυτό,συνεπώς, απαιτούνται περισσότερες μελέτες για τη συμπεριφορά των θαλάσσιων ζώων και τις προτιμήσεις των οικοτόπων, με σκοπό να γίνεται καλύτερη αξιολόγηση του κινδύνου (Garavelli, 2020). Στην παρακάτω εικόνα, που πάρθηκε από ένα βίντεο του Εθνικού Εργαστηρίου Βορειοδυτικού Ωκεανού, (Pacific Northwest National Laboratory – PNNL) γίνεται μια απόπειρα για την καλύτερη οπτική αναγνώριση επιπλοκών μεταξύ μιας φάλαινας και πλωτών υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων.



Εικόνα 3 - Πηγή: (Copping and Grear 2018)

Επίσης, είναι προφανές, ότι στη θάλασσα υπάρχουν και άλλες χρήσεις, οι οποίες μπορεί να έρθουν σε σύγκρουση με τις υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις και να προκαλέσουν σοβαρά

προβλήματα. Πράγματι, οι θαλάσσιες μεταφορές και η υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορούν να έρθουν σε σύγκρουση, ειδικά στην περίπτωση που πρόκειται να κατασκευαστούν νέα υπεράκτια αιολικά πάρκα ή να επεκταθούν τα υπάρχοντα, όπως για παράδειγμα σε περιοχές όπου η ναυτιλιακή δραστηριότητα είναι έντονη. Αυτό προοικονομεί πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της ναυτιλίας. Τα θαλάσσια ατυχήματα μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλες οικονομικές απώλειες για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη. Στη χειρότερη περίπτωση, τέτοια ατυχήματα μπορεί να οδηγήσουν σε ανθρώπινα θύματα ή σοβαρές περιβαλλοντικές ζημιές. Ο κίνδυνος για ατυχήματα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η πιθανή αύξηση της πυκνότητας της κυκλοφορίας ορισμένων ναυτιλιακών γραμμών λόγω του χωρικού περιορισμού των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας. Επιπλέον, εκτός από την ανησυχία σύγκρουσης των πλοίων και των αιολικών εγκαταστάσεων, υπάρχει και το πρόβλημα της «έμμεσης» επίδρασης. Αυτό σημαίνει, πως ορισμένες θέσεις υπεράκτιων αιολικών πάρκων μπορούν να οδηγήσουν σε πρόσθετο κόστος για τη ναυτιλιακή βιομηχανία, αν για παράδειγμα, τα σκάφη πρέπει να εκτραπούν για να κάνουν μεγαλύτερη διαδρομή. Η εκτροπή μπορεί να οδηγήσει σε ακόλουθα προβλήματα για το ναυτιλιακό τομέα (European MSP, 2021):

- Αυξημένος χρόνος και καύσιμα που δαπανώνται, περισσότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, υψηλότεροι μισθοί για το πλήρωμα
- Οικονομικές κυρώσεις από τη ναύλωση
- Μεγαλύτερο κόστος για την ασφάλιση των πλοίων λόγω μεγαλύτερων διαδρομών
- Σε περίπτωση θαλάσσιων μεταφορών μικρών αποστάσεων, μεγαλύτεροι χρόνοι διαμετακόμισης που ενδέχεται να πραγματοποιήσουν δρομολόγια μικρών αποστάσεων αδυνατούν να ανταγωνιστούν τις υπηρεσίες χερσαίων μεταφορών

Ένα ακόμη πρόβλημα, που εμφανίζεται, είναι η οπτική και ακουστική όχληση. Στο κομμάτι του θορύβου, έχουν καθιερωθεί σε όλο τον κόσμο ελάχιστες αποστάσεις οπισθοδρόμησης για τη μείωση ή την αποφυγή πιθανών παραπόνων ή πιθανών επιπτώσεων σε άτομα που ζουν κοντά σε ανεμογεννήτριες. Ειδικότερα για την περίπτωση των υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων, αλλά και των ΘΑΠΕ, η ενόχληση αυτή καθαυτή από τον θόρυβο δεν αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα. Ωστόσο, στην περίπτωση της οπτικής όχλησης, υπάρχουν αρνητικές, προσωρινές και μόνιμες, επιπτώσεις συμπεριλαμβανομένων και αυτών που εμφανίζονται αργότερα στο χρόνο, οι οποίες

προσδιορίζονται και αξιολογούνται σε κάθε περίπτωση ανάπτυξης ΘΑΠΕ. Συνήθως οι επιπτώσεις αυτές προκύπτουν σύμφωνα με τις παρακάτω αιτίες (Sullivan, 2021):

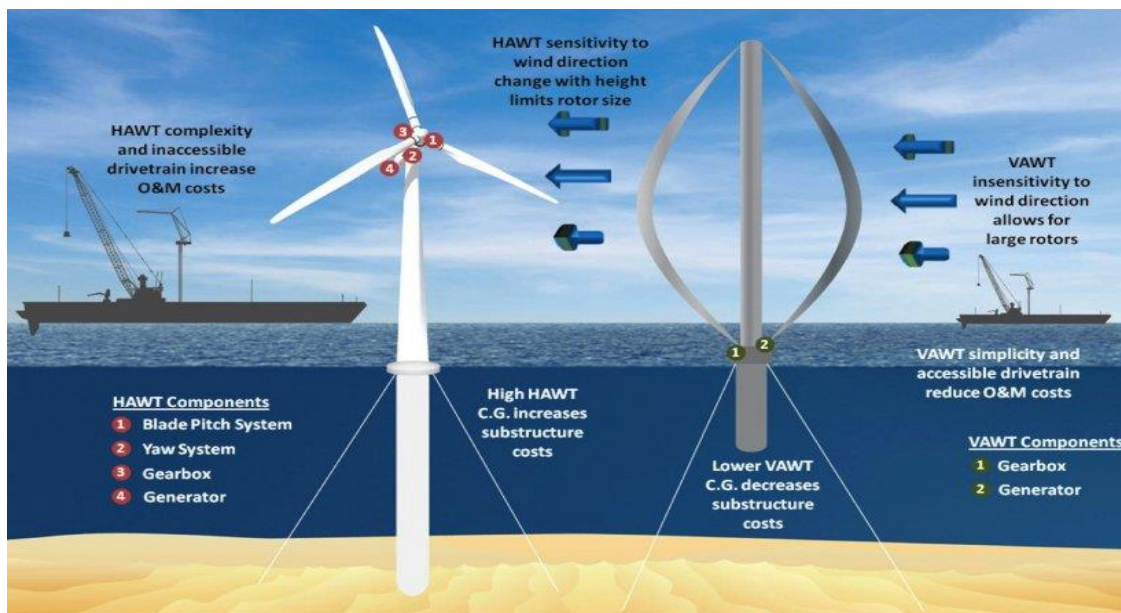
- Αλλαγή ή απώλεια υπαρχόντων στοιχείων, χαρακτηριστικών ή αισθητικών/ αντιληπτικών/ βιοματικών πτυχών
- Αλλαγή ή πλήρης ή μερική απώλεια στοιχείων, χαρακτηριστικών ή αισθητικών, αντιληπτικών ή βιοματικών πτυχών που συμβάλλουν στον διακριτικό χαρακτήρα του θαλασσινού τοπίου
- Προσθήκη στοιχείων ή χαρακτηριστικών. Δηλαδή προσθήκη νέων στοιχείων ή/και χαρακτηριστικών που ενδέχεται να επηρεάσουν το διακριτικό χαρακτήρα του θαλασσινού τοπίου
- Συνδυασμένες επιπτώσεις στον συνολικό χαρακτήρα. Αλλαγή στο συνολικό χαρακτήρα του θαλασσινού τοπίου που προκύπτουν από τα συνδυασμένα αποτελέσματα των αλλαγών, απωλειών ή προσθηκών που περιγράφονται παραπάνω

Αν και εμφανίζονται αρκετά προβλήματα και εμπόδια για την εγκατάσταση των ΘΑΠΕ, τόσο λόγω της ίδιας της φύσης των εγκαταστάσεων, όσο και της αβέβαιης συμπεριφοράς των ωκεανών, δεν σημαίνει ότι τα θετικά στοιχεία που προβάλλουν στον κόσμο θα πρέπει να θεωρηθούν αμελητέα. Οι ΘΑΠΕ αποτελούν και αυτές ένα κομμάτι της ευρύτερης κατηγορίας των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και με την κατάλληλη αξιοποίησή τους μπορούν να συμβάλλουν πολύ περισσότερο από τις χερσαίες εγκαταστάσεις στην μείωση των εκπομπών άνθρακα, την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας, αλλά και στην μείωση των κλιματικών κινδύνων. Πέρα από τα θετικά που μπορούν να προσφέρουν όλες οι κατηγορίες των Θαλάσσιων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, στην παρούσα διπλωματική θα γίνει αναφορά και ανάλυση στις Υπεράκτιες Αιολικές εγκαταστάσεις που αποτελούν μια κατηγορία περισσότερο εδραιωμένη από τις υπόλοιπες. Τα χαρακτηριστικά των οποίων αναλύονται στις παρακάτω ενότητες.

2.2 Υπεράκτιες Αιολικές Εγκαταστάσεις

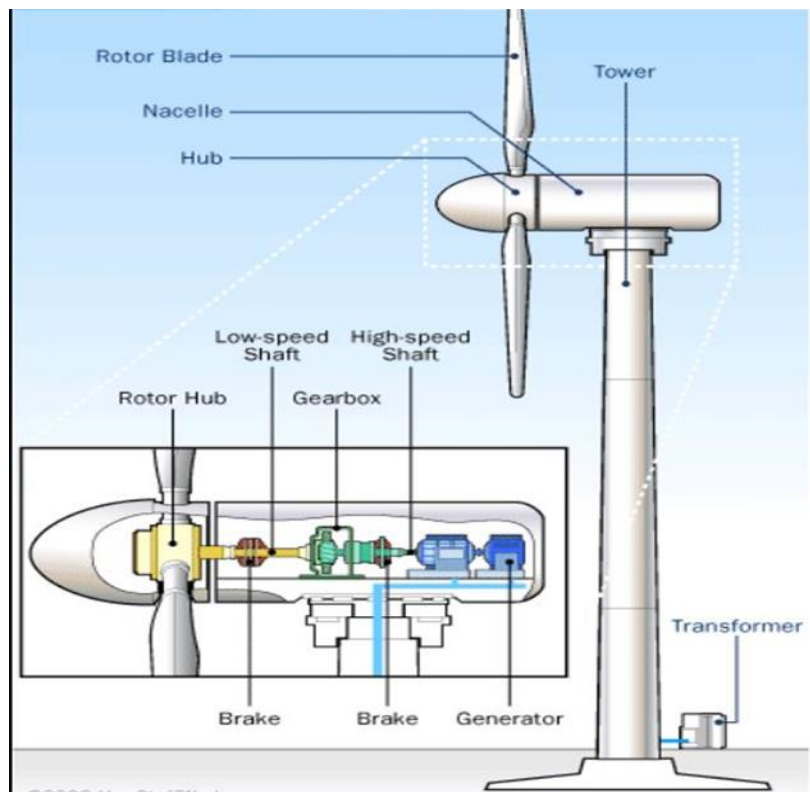
Η δύναμη του ανέμου παράγει κινητική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσα από τις ανεμογεννήτριες και τα συστήματα μετατροπής αιολικής ενέργειας. Ο άνεμος χτυπά πρώτα τα πτερύγια μιας τουρμπίνας, με αποτέλεσμα να περιστρέφονται και να γυρίζουν τον στρόβιλο που είναι συνδεδεμένος με αυτές. Με αυτόν τον τρόπο, μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε περιστροφική ενέργεια, μετακινώντας έναν άξονα που είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια, και παράγοντας με τον τρόπο αυτό ηλεκτρική ενέργεια μέσω ηλεκτρομαγνητισμού. Οι πρώτες ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναπτύχθηκαν στην αρχή του 20ού αιώνα. Η τεχνολογία βελτιώθηκε σταδιακά από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, η ανεμογεννήτρια επανεμφανίστηκε ως ένας από τους σημαντικότερους βιώσιμους ενεργειακούς πόρους. (Ellabban et al., 2014)

Οι τεχνολογίες των αιολικών ανεμογεννητριών διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, σύμφωνα με την θέση του άξονα περιστροφής. Η πρώτη κατηγορία και η πιο κοινή με τα καλύτερα επίπεδα τεχνικής και οικονομικής ωριμότητας είναι η ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα (Horizontal Axis wind Turbine - HAWT). Η δεύτερη κατηγορία είναι ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα (Vertical Axis Wind Turbine - VAWT).



Εικόνα 4 - Πηγή: United States Department of Energy, 2018

Η HAWT έχει το χαρακτηριστικό σχήμα του ανεμόμυλου με τον άξονα περιστροφής να είναι παράλληλο με το έδαφος. Ταξινομούνται σύμφωνα με διαφορετικά κριτήρια, όπως τον αριθμό των λεπίδων (δύο, τριών ή περισσότερων), τον προσανατολισμό του ρότορα (προς τα πάνω ή κάτω από τον άνεμο), τον σχεδιασμό του διανομέα. Αυτό το είδος ανεμογεννήτριας χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα μεγάλης κλίμακας. Οι ανεμογεννήτριες με τρεις λεπίδες με τον προσανατολισμό του ρότορα προς τα πάνω είναι οι πιο διαδεδομένη τεχνολογία σήμερα. (Roy et al., 2018) Όταν ο αέρας περνά πάνω από τις επιφάνειες δημιουργούνται δύο τύποι αεροδυναμικών δυνάμεων, μία προς την κατεύθυνση της ροής του αέρα και μια κάθετη σε αυτή. Μία ή περισσότερες από αυτές τις δυνάμεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία της ροπής κίνησης για την περιστροφή των λεπίδων της ανεμογεννήτριας. Μία τυπική HAWT αποτελείται από τις λεπίδες, τον ρότορα, τον πύργο, το κιβώτιο ταχυτήτων, την γεννήτρια και τα φρένα (Kumar et al., 2016).



Εικόνα 5 - Πηγή:Tech - Addict

Ένας ρότορας (Rotor) αποτελείται από μεγάλες λεπίδες που μοιάζουν με φτερό αεροπλάνου. Οι τρεις λεπίδες είναι το σύνηθες και παγκοσμίως αποδεκτό νούμερο. Ωστόσο, υπάρχουν και λειτουργικές ανεμογεννήτριες με δύο λεπίδες. Επίσης, οι λεπίδες και το κέλυφος του ρότορα είναι κατασκευασμένα και εξοπλισμένα με οδηγούς κλίσης (Pitch Drive), ώστε να μειώνουν τις μεγάλες ταχύτητες από τα αεροδυναμικά φορτία και να τις μετατρέπουν σε μικρότερες. Αυτοί οι οδηγοί κλίσης είναι απαραίτητοι για να διασφαλιστεί το εύρος της ταχύτητας σταθερό, όσο δηλαδή ορίζεται από τη λειτουργία του συστήματος της ανεμογεννήτριας.

Το κέλυφος (Nacelle) βρίσκεται στην κορυφή του πύργου της ανεμογεννήτριας. Συνδέεται με τον ρότορα και περιέχει τα κύρια τεχνικά μέρη όπως τον άξονα του ρότορα, το κιβώτιο ταχυτήτων, τη γεννήτρια, του άξονες υψηλής και χαμηλής ταχύτητας, το φρένο και τον ελεγκτή.

Ο ρότορας όπως φαίνεται και με γυμνό μάτι έχει χαμηλές ταχύτητες περιστροφής ο οποίος φτάνουν μέχρι και 100 περιστροφές το λεπτό. Ωστόσο, οι περισσότερες γεννήτριες προκειμένου να είναι λειτουργικές χρειάζονται ένα εύρος ταχυτήτων από 1000 έως 3600 περιστροφές το λεπτό. Αυτή τη μετατροπή των χαμηλών περιστροφών σε υψηλές την αναλαμβάνει το κιβώτιο ταχυτήτων (Gear Box).

Η γεννήτρια (Generator) μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ρότορα σε ηλεκτρική.

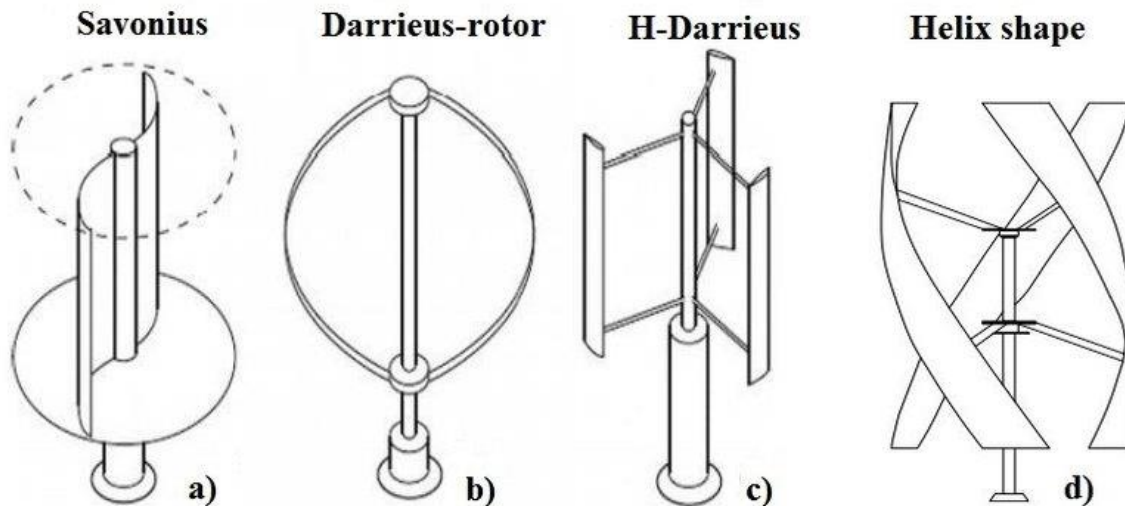
Τα φρένα (Brakes), που μπορούν να λειτουργήσουν μηχανικά, υδραυλικά ή ηλεκτρικά προκειμένου να σταματήσει η ανεμογεννήτρια σε περίπτωση κινδύνου.

Το ανεμόμετρο (Anemometer) ελέγχει τα αιολικά δεδομένα και την ταχύτητα του αέρα και τα μεταβιβάζει στον ελεγκτή (Controller) ο οποίος με τη σειρά του ελέγχει την καταλληλότητά τους ώστε να ξεκινήσει η ανεμογεννήτρια.

Ο πύργος (Tower) χρησιμοποιείται για να τοποθετηθεί ο ρότορας και το κέλυφος σε μεγάλα ύψη ώστε να παραχθεί περισσότερη ενέργεια.

Στην VAWT οι λεπίδες περιστρέφονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα. Το κύριο πλεονέκτημα αυτού είναι ότι δεν υπάρχει ανάγκη για σύστημα προσανατολισμού, καθώς αυτό το είδος τουρμπίνας μπορεί να απορροφήσει τον άνεμο από οποιαδήποτε κατεύθυνση και λειτουργεί καλύτερα από τις HAWT στην περίπτωση πιο επικίνδυνων ανέμων. Οι VAWT χρησιμοποιούνται κυρίως για μικρές εφαρμογές και μικρά συστήματα ισχύος όπως για παράδειγμα οικιακά δίκτυα. Μεταξύ των διαφορετικών τεχνολογιών των VAWT, δύο κατηγορίες εντοπίζονται πιο συχνά: οι στρόβιλοι Darrieus, οι οποίοι βασίζονται σε δυνάμεις ανύψωσης και οι στρόβιλοι Savonius που κινούνται από δυνάμεις έλξης. (Islam et al., 2013) Οι VAWT είναι εγγενώς προβληματικά και για αυτό εγκαθίστανται κοντά στο έδαφος και συνεπώς έχουν μικρότερη έκθεση στον άνεμο, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε μικρότερη παραγόμενη ισχύ. Για να επιτευχθεί, λοιπόν, η ίδια παραγωγή με αυτή των HAWT απαιτούνται περισσότερα υλικά και μεγαλύτερο μέγεθος, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί και σε μεγαλύτερο κόστος. Ωστόσο, οι VAWT εξακολουθούν να έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως χαμηλότερες περικοπές στην ταχύτητα του αέρα, που σημαίνει ότι μπορούν να παράγουν τουλάχιστον μια μικρή ισχύ σε χαμηλούς ανέμους. επίσης, διαθέτουν χαμηλό επίπεδο

θορύβου και μπορούν να αιχμαλωτίσουν τον άνεμο από οποιαδήποτε κατεύθυνση. (Kumar et al., 2016)



Εικόνα 6 - Πηγή: ResearchGate, 2019

Τέλος, οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα και με την υποδομή, τα θεμέλια και το περιβάλλον στο οποίο θα εγκατασταθούν:

1. Σε περίπτωση εγκατάστασης ρηχών υδάτων (βάθος νερού μικρότερο από 30 m), μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετές βάσεις σταθεροποιημένες στον πυθμένα
2. Για μεταβατικό νερό (βάθος νερού μεταξύ 30 m και 80 m), χρησιμοποιούνται άλλου είδους δομές σταθεροποιημένες στον πυθμένα. Οι δομές των πλαισίων, οι δομές τριπλών σωμάτων και οι δομές τρίποδων είναι οι πιο χρησιμοποιούμενες για αυτή την κατηγορία (Oh et al., 2018).
3. Σε περίπτωση βάθους νερού μεγαλύτερου από 80 m, χρησιμοποιούνται πλωτές κατασκευές. Ο ιστός είναι τοποθετημένος σε μια πλωτή κατασκευή που είναι αγκυροβολημένη στον βυθό. Υπάρχουν τρία είδη πλωτών δομών: οι δομές σταθεροποίησης έρματος (ή πλωτήρες με σπασμούς), οι τεντωμένες πλατφόρμες ποδιών

(που ονομάζονται επίσης σταθεροποιημένες γραμμές ελλιμενισμού) και οι ημιβυθιζόμενες πλατφόρμες. Οι πλωτές ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται κυρίως για υπεράκτια αιολικά πάρκα μακριά από την ακτή, καθώς ο διαθέσιμος αιολικός πόρος είναι μεγαλύτερος από ό, τι κατά μήκος της ακτής (Pérez-Collazo et al., 2015).

2.3 Η εμπειρία της Ευρώπης στην εγκατάσταση ΥΑΠ

Σε αυτό το κομμάτι της διπλωματικής είναι σκόπιμο να αναφερθούν ορισμένα παραδείγματα υπεράκτιων εγκαταστάσεων, ώστε να κατανοήσουμε μέσω της ευρωπαϊκής εμπειρίας τα απαραίτητα κριτήρια για την καλύτερη χωροθέτησή τους. Τα παραδείγματα των υπολοίπων χωρών μπορούν να προσφέρουν σημαντικά δεδομένα τα οποία θα χρησιμοποιήσει η χώρα μας αλλά και οποιαδήποτε άλλη χώρα για την διευκόλυνση επίλυσης ορισμένων παραμέτρων που απαιτούν αυτού του είδους οι εγκαταστάσεις.

2.3.1 Οι ΥΑΕ της Γερμανίας

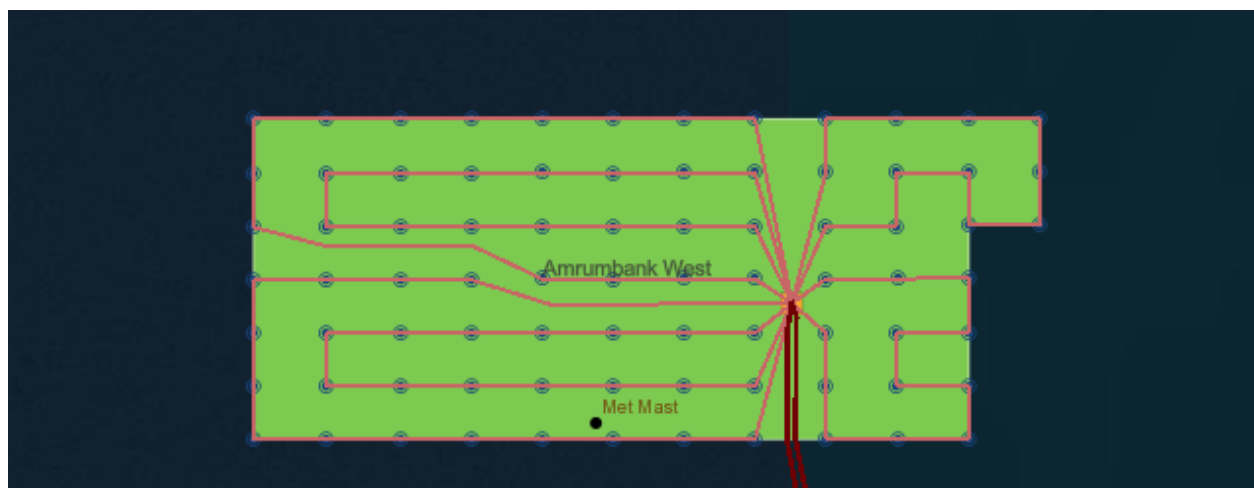
Η Γερμανία είναι μια από τις χώρες της ΕΕ με μεγάλη συμμετοχή στην υποστήριξη και εγκατάσταση αρκετών ΥΑΕ τα οποία είναι εδώ και χρόνια συνδεδεμένα στο δίκτυο. Η χώρα βρέχεται από την Βαλτική και την Βόρεια θάλασσα πράγμα που αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε αυτό τον τομέα. Η εκμετάλλευση των γερμανικών υδάτων ξεκινά μετά τα 12 ν.μ. της ΑΟΖ της. Τα κυριότερα έργα της Γερμανίας τον τομέα των ΥΑΕ είναι:

Amrumbank West

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Amrumbank West ξεκίνησε την λειτουργία του το 2015 και βρίσκεται 35 χιλιόμετρα Βορειοδυτικά του νησιού Heligoland της Γερμανίας και εντάσσεται στην γερμανική ΑΟΖ. Το έργο διαθέτει 80 ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύς 302 MW, ύψους 90 μ. πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και καλύπτει 32 τ. χλμ. θαλάσσιου χώρου. Οι βάσεις των εγκαταστάσεων επίσης εκτείνονται 20 με 25 μέτρα μέσα στον βυθό.

Έτος λειτουργίας	2015
Συνολική Ισχύς	302 MW
Αριθμός μονάδων	80
Ύψος μονάδων	90 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	25 μ.
Διάμετρος Ρότορα	129 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	6 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	9 m/s

Πίνακας 1 – Ιδία επεξεργασία



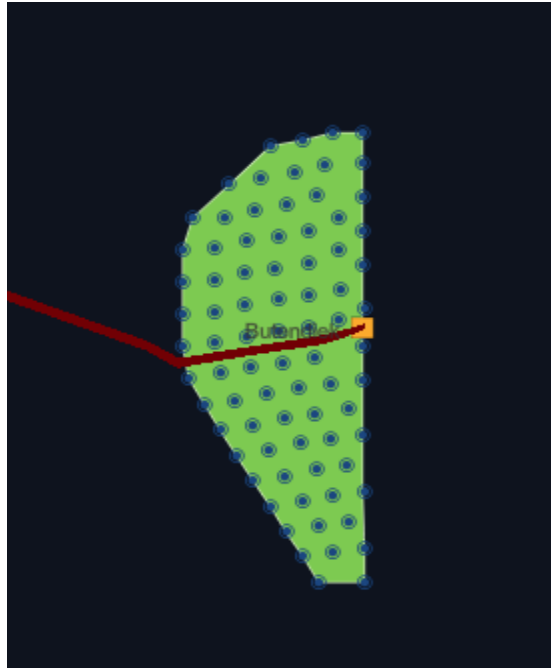
Πηγή: 4C Offshore, 2021

Butendiek

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Butendiek βρίσκεται στη Βόρεια Θάλασσα, περίπου 32 χλμ δυτικά του νησιού Sylt. Ξεκίνησε τη λειτουργία του από τις αρχές του 2014. Η περιοχή του έργου βρίσκεται εντός της αποκλειστικής οικονομικής ζώνης (ΑΟΖ) κοντά στα γερμανοδανικά σύνορα.

Έτος λειτουργίας	2014
Συνολική Ισχύς	288 MW
Αριθμός μονάδων	80
Ύψος μονάδων	91 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	22 μ.
Διάμετρος Ρότορα	120 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	3 – 5 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	13 – 14 m/s

Πίνακας 2 – Ιδία επεξεργασία



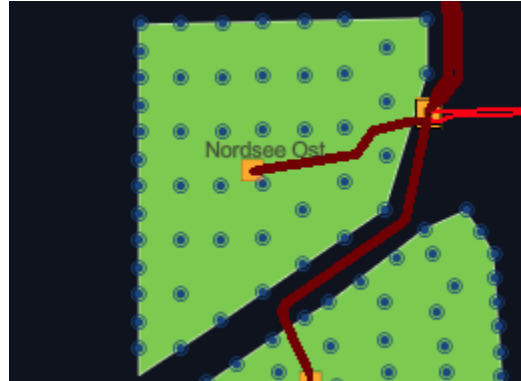
Εικόνα 7 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

Nordsee Ost

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Nordsee Ost, που λειτουργεί από το 2015, βρίσκεται περίπου 30 χιλιόμετρα βόρεια του νησιού Heligoland και 60 χιλιόμετρα από την ακτή της Γερμανίας.

Έτος λειτουργίας	2015
Συνολική Ισχύς	295 MW
Αριθμός μονάδων	48
Ύψος μονάδων	90 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	22 - 26 μ.
Διάμετρος Ρότορα	120 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	3 – 5 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	13 – 14 m/s

Πίνακας 3 – Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 8 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

2.3.2 Οι ΥΑΕ της Δανίας

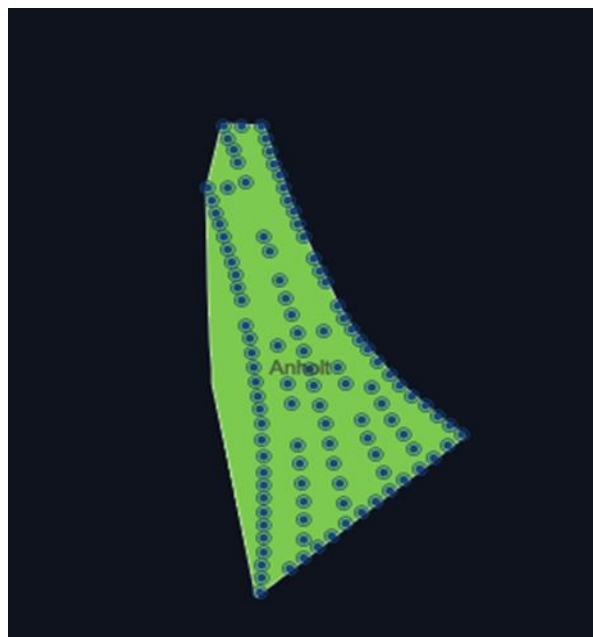
Όπως η Γερμανία έτσι και η Δανία διαθέτει πλεονέκτημα για την ανάπτυξη ΥΑΕ καθώς βρέχεται και από τη Βόρεια και τη Βαλτική θάλασσα. Τα κυριότερα έργα για την Δανία είναι:

Anholt

Το Anholt Offshore Wind Farm αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα σε κλίμακα υπεράκτια αιολικά πάρκα και βρίσκεται μεταξύ του Djursland και του νησιού Anholt στο Kattegat. Το πάρκο ξεκίνησε την λειτουργία του το 2013.

Έτος λειτουργίας	2013
Συνολική Ισχύς	400 MW
Αριθμός μονάδων	111
Ύψος μονάδων	141 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	22 - 26 μ.
Διάμετρος Ρότορα	120 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	4 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	10 m/s

Πίνακας 4 – Ιδία επεξεργασία



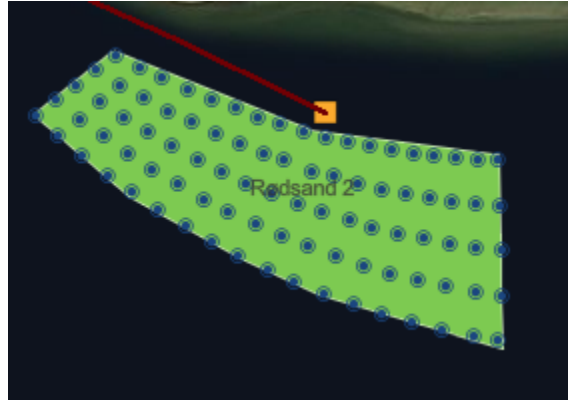
Εικόνα 9 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

Rødsand II

Το Rødsand II ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2010 και εντοπίζεται Νότια του νησιού Lolland στη Βαλτική Θάλασσα.

Συνολική Ισχύς	207 MW
Αριθμός μονάδων	90
Ύψος μονάδων	70 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	10 μ.
Διάμετρος Ρότορα	93 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	6.5 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	9 m/s

Πίνακας 5 – Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 10 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

2.3.3 Οι ΥΑΕ της Σκωτίας και του Ηνωμένου Βασιλείου

Αν και το Ηνωμένο Βασίλειο και η Σκωτία δεν είναι σήμερα ένα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι εγκαταστάσεις Υπεράκτιας Αιολικής Ενέργειας, που πραγματοποίησε τις προηγούμενες περιόδους αποτελούν σημαντικά έργα για τον τομέα της αιολικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό, αξίζει να αναφερθούν ορισμένα από αυτά τα έργα στην παρούσα διπλωματική. Η χώρα βρέχεται σε όλη του την έκταση από τη Βόρεια Θάλασσα, όπου και φαίνεται να διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο λόγω της μεγάλης οικονομικής δύναμης που κατέχει. Τα σημαντικότερα έργα είναι:

Hywind

Το Hywind αποτελεί ένα από τα πρώτα αιολικά πάρκα, που δεν διαθέτει τις τυπικές εγκαταστάσεις θεμελίωσης. Δηλαδή, το υπεράκτιο αιολικό πάρκο αυτό αποτελείται από πλωτές εγκαταστάσεις.

Συνολική Ισχύς	30 MW
Αριθμός μονάδων	90
Ύψος μονάδων	176 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	95 - 120 μ.
Διάμετρος Ρότορα	154 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	6.5 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	9 m/s

Πίνακας 6 – Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 11 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

Kincardine

Ένα από τα πιο πρόσφατα έργα στην Σκωτία είναι το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Kincardine το οποίο ξεκίνησε την λειτουργία του το 2020. Αποτελεί τη δεύτερη προσπάθεια για τις πλωτές εγκαταστάσεις και εντοπίζεται 15 χλμ από την ακτή του Aberdeen.

Συνολική Ισχύς	50 MW
Αριθμός μονάδων	6
Ύψος μονάδων	190 μ.
Βάθος εγκαταστάσεων	80 - 100 μ.
Διάμετρος Ρότορα	164 μ.
Ελάχιστη αιολική ισχύ	6.5 m/s
Μέγιστη αιολική ισχύ	9 m/s

Πίνακας 7 – Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 12 - Πηγή: 4C Offshore, 2021

2.4 Το Ευρωπαϊκό πλαίσιο για τις ΑΠΕ

Είναι γεγονός, πως οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελούν σημαντικό κομμάτι της μελλοντικής εξέλιξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Έτσι στην ενότητα αυτή, θα εξετασθεί το Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ, προκειμένου να διαμορφωθεί μια συνολική εικόνα για τις ισχύουσες

νομοθεσίες για τον Ελληνικό χώρο. Εν συνεχεία, θα γίνει η ανάλυση του θεσμικού πλαισίου των ΑΠΕ, της και η αναφορά των οδηγιών που αφορούν αποκλειστικά το θέμα της παρούσας μελέτης, που είναι οι υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις.

2.4.1 Ευρωπαϊκές κατευθύνσεις

Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001

Αυτή η ευρωπαϊκή οδηγία εκδόθηκε στις 11 Δεκεμβρίου του 2018 και ο τίτλος της είναι: «Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές» και ουσιαστικά τροποποιεί την οδηγία 2009/28/ΕΚ, της οποίας η ισχύς έληξε στις 30/06/2021. Η οδηγία 2009/28/ΕΚ έχει τροποποιηθεί επανειλημμένα και ουσιαστικά. Με την ευκαιρία νέων τροποποιήσεων, είναι σκόπιμη, για λόγους σαφήνειας, η αναδιατύπωση της εν λόγω οδηγίας. Σύμφωνα με το άρθρο 1, η οδηγία θέτει το στόχο της αύξησης του συνολικού ποσοστού ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές έως το 2030 και προωθεί τη συνεργασία των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκειμένου να επιτευχθεί η απαιτούμενη ενεργειακή κάλυψη. Επιπλέον, καθορίζει συγκεκριμένες χρηματοδοτικές προδιαγραφές και στηρίξεις για όλες τις χρήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Στη συνέχεια, στο άρθρο 3 παρατίθεται ο συνολικός στόχος σε επίπεδο Ένωσης για το 2030. Αρχικά διασφαλίζεται από τα κράτη – μέλη πως μέχρι το 2030 το μερίδιο ενέργειας από τις ΑΠΕ θα είναι τουλάχιστον 32% της συνολικής. Στη συνέχεια, αναφέρεται η υποστήριξη της ΕΕ με μια σταθερή παροχή οικονομικής υποστήριξης μέσω κονδυλίων για την ομαλή επίτευξη του παραπάνω στόχου. Ακόμη προωθεί και τη δημιουργία κοινών έργων οποιουδήποτε τύπου μεταξύ των κρατών – μελών της. Παρατηρείται, λοιπόν, πως η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί με κάθε μέσο να αναπτύξει ένα πνεύμα συνεργασίας και υποστήριξης για την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας,

Πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια το 2030 (Πράσινη Βίβλος)

Η Πράσινη Βίβλος αποτελεί ένα πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια από το 2020 έως το 2030. Βασικές αρχές της ήταν η συγκέντρωση απόψεων σχετικά με τον καθορισμό και την

διαμόρφωση ενός πλαισίου για το 2030 και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με κατάλληλα μέτρα. Έτσι, μετά την επίτευξη των στόχων της ευρωπαϊκής στρατηγικής 20 – 20 – 20, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20%, αύξηση της παροχής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κατά 20% και αύξηση ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20% η ΕΕ συνέχισε στην εφαρμογή του πλαισίου για την περίοδο 2021 – 2030. Σε αυτό το πλαίσιο οι κύριοι στόχοι που θέτει είναι οι εξής:

- Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου το 2030 κατά 40% (από το 1990), το οποίο τον Σεπτέμβριο του 2020, παρατηρώντας την βελτίωση και συνεχή πρόοδο της Ευρώπης αυξήθηκε σε ποσοστό 55% (από το 1990)
- Αύξηση της παροχής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές τουλάχιστον κατά 32%
- Αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας τουλάχιστον κατά 32.5%

Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι και κατ' επέκταση το επόμενο βήμα, που είναι η κλιματική ουδετερότητα το 2050, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Ιούλιο του 2021 υιοθέτησε μια σειρά νομοθετικών προτάσεων με τον τίτλο Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal).

Ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050

Η Ευρώπη έχει θέσει ως στόχο την κλιματική ουδετερότητα μέχρι το 2050 με μηδενικές εκπομπές αερίου του διοξειδίου του άνθρακα. Σύμφωνα με τον ενεργειακό χάρτη, όμως, που συντάχθηκε το 2011, ως αρχικό στόχο παρουσίασε την μείωση των εκπομπών κατά 80% από το 1990. Από την ανάλυση των διαφόρων σεναρίων διαπιστώθηκε πως η μείωση των εκπομπών θα φτάσει σε ποσοστό της τάξης 40% και 60%, το 2030 και 2040 αντίστοιχα, καθώς αυτό αποτελεί μια οικονομικά συμφέρουσα πορεία. Στον παρακάτω πίνακα του ενεργειακού χάρτη φαίνονται οι συνολικές και τομεακές μειώσεις μέχρι το 2050.

Μειώσεις των αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με το 1990	2005	2030	2050
Σύνολο	-7%	-40 έως -44%	-79 έως -82%
Τομείς			
Ενέργεια (CO ₂)	-7%	-54 έως -68%	-93 έως -99%
Βιομηχανία (CO ₂)	-20%	-34 έως -40%	-83 έως -87%
Μεταφορές (συμπεριλαμβανομένου του CO ₂ των αερομεταφορών, εξαιρουμένων των θαλάσσιων μεταφορών)	+30%	+20 έως -9%	-54 έως -67%
Κατοικίες και υπηρεσίες (CO ₂)	-12%	-37 έως -53%	-88 έως -91%
Γεωργία (εκτός CO ₂)	-20%	-36 έως -37%	-42 έως -49%
Άλλες εκπομπές εκτός CO ₂	-30%	-72 έως -73%	-70 έως -78%

Πίνακας 8 – Ιδία επεξεργασία

Παρατηρείται πως ο τομέας της ενέργειας αποτελεί πρωτεύοντα ρόλο για την εξάλειψη των εκπομπών. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων και την επίτευξη των στόχων που τέθηκαν για το 2050, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε κάποιους κανόνες και προτάσεις.

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal)

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία υπογράφηκε τον Δεκέμβριο του 2019 ένα χρόνο μετά την Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πρόκειται για την

άμεση απάντηση όλων των απειλών για της στόχους που έθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, την προστασία, τη διατήρηση και την ενίσχυση του φυσικού περιβάλλοντος της, αλλά και τη μέριμνα της υγείας και της ευημερίας των πολιτών.

«Πρόκειται για μια νέα αναπτυξιακή στρατηγική που στοχεύει να μετατρέψει την ΕΕ σε μια δίκαιη και ευημερούσα κοινωνία, με μια σύγχρονη, αποδοτική από πλευράς πόρων και ανταγωνιστική οικονομία όπου δεν θα υπάρχουν καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το 2050 και όπου η οικονομική ανάπτυξη είναι αποσυνδεδεμένη από τη χρήση πόρων».

Η συμφωνία αφορά όλους τους τομείς. Ειδικά τον τομέα του περιβάλλοντος, που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία και την ευημερία των πολιτών προσπαθεί να ικανοποιήσει τους στόχους του 2050. Για την περαιτέρω εξασφάλιση της επιτυχίας των στόχων αυτών προτάθηκε από την Επιτροπή ένας Ευρωπαϊκός νόμος για το Κλίμα (European Climate Law) που αποτελεί και τη βάση για την αναθεώρηση του στόχου της μείωσης των εκπομπών κατά 55% ως το 2030 (από 40% που ήταν αρχικά).

2.4.2 Τρέχοντα προγράμματα δράσης

Παρατηρείται, λοιπόν, πως η Ευρωπαϊκή Ένωση επιχειρεί την προσπάθεια οργάνωσης των στόχων και της νομοθεσίας μέσω του Θεσμικού Πλαισίου των ΑΠΕ προκειμένου να προωθηθούν περισσότερες οδηγίες για την βέλτιστη εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν ορισμένα προγράμματα δράσης με σκοπό να προτείνουν και να χρηματοδοτήσουν συγκεκριμένες δράσεις που αφορούν την εξέλιξη αυτή συμβαδίζοντας πάντα με την υπάρχουσα νομοθεσία. Τα κύρια προγράμματα της ΕΕ για τις ΑΠΕ είναι τα εξής:

Horizon Europe

Το Horizon Europe είναι το βασικό πρόγραμμα δράσης και χρηματοδότησης της ΕΕ για την έρευνα και την καινοτομία στον τομέα του περιβάλλοντος. Ξεκίνησε την λειτουργία του από τον Ιανουάριο του 2021 και διαδέχθηκε το πρόγραμμα Horizon 2020. Αντιμετωπίζει την κλιματική

αλλαγή, βοηθά στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ και ενισχύει την ανταγωνιστικότητα και την ανάπτυξη της ΕΕ. Αποτελεί την κινητήρια δύναμη για την υποστήριξη της καινοτομίας και συνεργασίας για την αντιμετώπιση παγκόσμιων απειλών στους τομείς της υγείας αλλά και της προστασίας και διατήρησης του περιβάλλοντος.

Interreg Med

Πρόκειται για ένα πρόγραμμα δράσης που περιλαμβάνει 13 χώρες, οι οποίες συνεργάζονται χωρίς τους εδαφικούς περιορισμούς με σκοπό να γίνει προώθηση καινοτόμων ιδεών και κατάλληλη χρήση των πόρων που υπάρχουν για την βιώσιμη ανάπτυξη στην περιοχή της Μεσογείου. Την περίοδο 2014 – 2020 το πρόγραμμα ανέπτυξε ως στόχο την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν την περίοδο αυτή, αλλά και την εδραίωση των μελλοντικών έργων και δραστηριοτήτων. Η συνέχιση των έργων και του προγράμματος για την περίοδο 2021 – 2027 θα πραγματοποιηθεί το 2022.

NER 300

Το NER 300 αποτελεί ένα πρόγραμμα χρηματοδότησης που στηρίζει επενδυτές εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών, με επίκεντρο την επίδειξη περιβαλλοντικά ασφαλούς δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) και τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε εμπορική κλίμακα. Οι καινοτομίες του προγράμματος αυτού αφορούν την Βιοενέργεια, την ηλιακή ενέργεια, τα έξυπνα δίκτυα, την γεωθερμική ενέργεια, την κυματική και αιολική ενέργεια. Όπως παρατηρείται με το πρόγραμμα αυτό είναι ικανή η υποστήριξη της κάθε καινοτομίας για την προστασία του περιβάλλοντος.

2.5 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο

Σε σχέση με τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα αποτελεί μια χώρα που οι συνθήκες δεν την ευνόησαν να εξελιχθεί. Ειδικότερα στον τομέα της ενέργειας, έχει καθυστερήσει σε μεγάλο

επίπεδο να αξιοποιεί τους πόρους που της προσφέρει το κλίμα και το περιβάλλον. Επηρεαζόμενη, ωστόσο, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, προχώρησε σε ορισμένες αλλαγές. Σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010, ο Εθνικός Στόχος των ΑΠΕ με βάση την Οδηγία του 2009/28/ΕΚ είναι:

- *«Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%»*
- *«Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%»*
- *«Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%»*
- *«Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%»*

Η Ελλάδα κατάφερε και πέτυχε τους στόχους αυτούς μέχρι το 2020. Ωστόσο, προκειμένου να εξασφαλισθεί πλήρως η επιτυχία και για τις τέσσερις προτάσεις, η χώρα δημιούργησε μια πολιτική που ήταν ικανή να υποστηρίξει την αντιμετώπιση αυτών των ενεργειακών προβλημάτων μέσα από την διαμόρφωση ενός αναγκαίου ρυθμιστικού και νομικού καθεστώτος. Επίσης, για την επίλυση των ενεργειακών ζητημάτων, ειδικά στην ΕΕ, σημαντικές είναι και οι διεθνείς σχέσεις με άλλες χώρες οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν κράτη που δεν είναι ενεργειακά αυτοδύναμα, όπως η Ελλάδα. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) δημιούργησε μια Ενεργειακή Πολιτική (ΥΠΕΝ, 2020) η οποία περιλαμβάνει τους εξής στόχους:

- *«Προτεραιότητα και κορυφαίος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η εξεύρεση, η εξασφάλιση και η διαχείριση ενεργειακών πόρων, με τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής, ομαλή, αδιάλειπτη και αξιόπιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας, σε όλη της την επικράτεια, και με τους καλύτερους δυνατούς όρους για τους πολίτες»*
- *«Δεύτερος στόχος είναι η δημιουργία ενεργειακών αποθεμάτων, συμμαχιών και εναλλακτικών οδών για την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας ενεργειακής αγοράς σε*

περιόδους ενεργειακών κρίσεων και η προστασία των καταναλωτών μέσω εφαρμογής μηχανισμών εξομάλυνσης εξωγενών, έκτακτων αποσταθεροποιητικών φαινομένων και τάσεων»

- «Τρίτος στόχος είναι η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του φάσματος του ενεργειακού τομέα, σε όλες του τις μορφές, από την παραγωγή μέχρι την τελική χρήση, μέσα από το πρίσμα της προστασίας της φύσης και της διαφύλαξης του περιβάλλοντος»

2.5.1 Εθνικό σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Τον Δεκέμβριο του 2019 παρατηρώντας την ενεργειακή πρόοδο στην Ελλάδα, αλλά και στην Ευρώπη, το ΥΠΕΝ διαμόρφωσε ένα Στρατηγικό Πλαίσιο για τα θέματα του Κλίματος και της Ενέργειας και παρουσιάζεται σε αυτό ένας αναλυτικός οδικός χάρτης για την επίτευξη συγκριμένων Ενεργειακών και Κλιματικών Στόχων έως το έτος 2030. Ο κύριος στόχος που θέτει μέχρι το έτος του 2030 αφορά τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και στην αύξηση της συμμετοχής τους σε ποσοστό της τάξης του 35%. Επίσης, τίθενται στόχοι και για την αύξηση του μεριδίου συμμετοχής των ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό του 40% και των μεταφορών σε 14%. Στη συνέχεια, παρουσιάζει έναν πίνακα για την μελλοντική εξέλιξη μεριδίων των ΑΠΕ ανά στόχο και τομέα μέχρι το 2030.

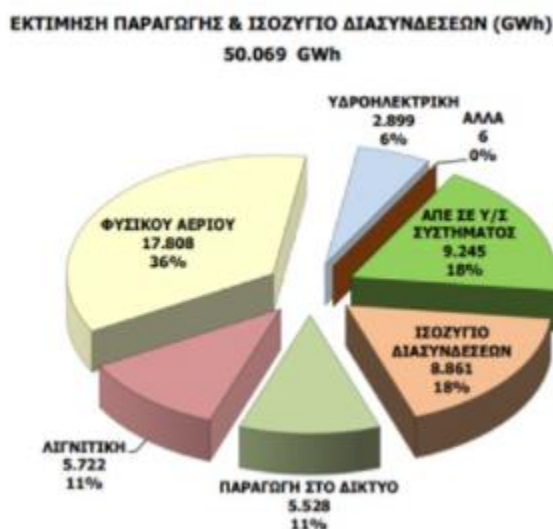
Εξέλιξη μεριδίων ΑΠΕ	2020	2022	2025	2027	2030
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας [%]	19,7%	23,4%	27,1%	29,6%	35%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση για Θέρμανση και Ψύξη [%]	30,6%	33,8%	36,8%	38,3%	42,5%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Κατανάλωση Ηλεκτρισμού [%]	29,2%	38,6%	46,8%	52,9%	61%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση για Μεταφορές [%]	6,6%	7,3%	10,1%	11,7%	19,0%

Πίνακας 9 - Πηγή: ΥΠΕΝ τελικό σχέδιο ΕΣΕΚ

Παρατηρείται επίσης πως η ΕΣΕΚ αναφέρεται και στην περίπτωση εξέλιξη υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων. Πράγματι οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούν για την Ελλάδα μια πρόκληση

2.5.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Είναι γεγονός πως κάθε χρόνο γίνονται μεγαλύτερα βήματα για την αύξηση της πράσινης ενέργειας, τόσο στην Ευρώπη, όσο και τον Ελληνικό χώρο. Ωστόσο, μέχρι και σήμερα στην Ελλάδα ακόμη κυριαρχούν οι συμβατικές μορφές ενέργειας, όπως ο λιγνίτης, που αποτελεί μια μορφή συμβατικού καυσίμου και το φυσικό αέριο, που αποτελεί μεταβατικό καύσιμο μέχρι να υπάρξει πρόσβαση σε επαρκή ενέργεια από τις ΑΠΕ. Στο παρακάτω διάγραμμα, που παρουσιάζεται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), το ελληνικό Ενεργειακό Ισοζύγιο του 2020 παρατηρείται πως διαμορφώθηκε σε 29% από ΑΠΕ, 36% από φυσικό αέριο, 11% από λιγνίτη, που έχει εμφανίσει σημαντική μείωση με την πάροδο των χρόνων, 6% από υδροηλεκτρική και 18% από εισαγωγές.

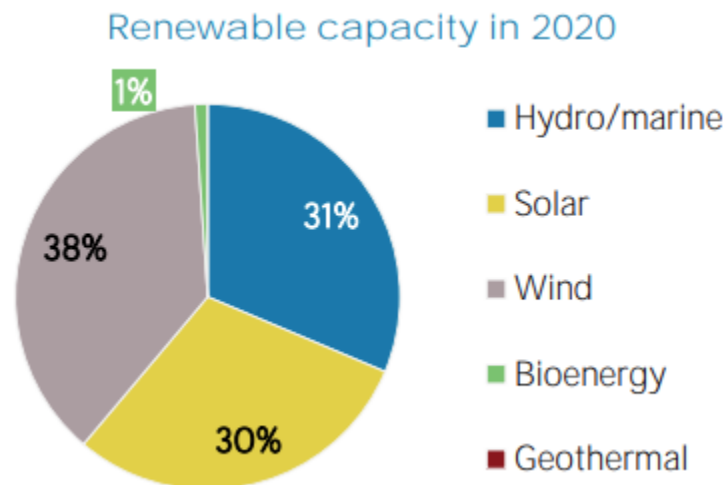


Εικόνα 13 - Πηγή: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) αποτελεί μια ανεξάρτητη ρυθμιστική αρχή για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο και ως κύρια αρμοδιότητά της είναι να εποπτεύει την εγχώρια αγορά ενέργειας, σε όλους τους τομείς της, εισηγούμενη προς τους αρμόδιους φορείς της Πολιτείας και λαμβάνοντας η ίδια μέτρα για την επίτευξη του στόχου της απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Μετά την έκδοση του νόμου 3851/2010, ανέλαβε ένα σημαντικό ρόλο για την διαδικασία αδειοδότησης και αξιολόγησης των σταθμών ΑΠΕ. Η ΡΑΕ αποτελεί τον κύριο παράγοντα ελέγχου της ηλεκτρικής ενέργειας στον Ελληνικό χώρο. Στον τομέα των ΑΠΕ μέχρι και σήμερα οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην Ελλάδα και υποστηρίζονται από τη ΡΑΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αφορούν:

- Την αιολική ενέργεια
- Την ηλιακή ενέργεια
- Την βιομάζα
- Την υδροηλεκτρική ενέργεια
- Την γεωθερμία
- Την ΣΗΘΥΑ από ΑΠΕ

Παρατηρείται, λοιπόν, πως ο ελληνικός χώρος μπορεί να καλύψει κάθε πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, δεν είναι όλες οι ανανεώσιμες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον ίδιο βαθμό εξελιγμένες. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, η κάθε χώρα διαθέτει πλεονεκτήματα σε κάποιους τομείς και μειονεκτήματα σε άλλους. Σύμφωνα με την IRENA, η Ελλάδα υποστηρίζει τις τρεις κυριότερες και σημαντικότερες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών. Αυτές οι τεχνολογίες αφορούν την αιολική, την ηλιακή και την υδροηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 14 - Πηγή: IRENA, 2020

Επίσης είναι φανερό, πως η αιολική ενέργεια, που σε αυτή την εργασία είναι αυτή που εξετάζουμε, αποτελεί την κυρίαρχη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα μέχρι και σήμερα και σχεδόν με ίδιο ποσοστό έπονται μετά η ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια. Για τον λόγο αυτό, στην συνέχεια, θα αναλυθεί και η υφιστάμενη κατάσταση της αιολικής ενέργειας στη χώρα μας.

2.5.3 Η αιολική ενέργεια στον ελληνικό χώρο

Σήμερα στην Ελλάδα, η αιολική ενέργεια αποτελεί την κύρια ανανεώσιμη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα μας διαθέτει κυρίως χερσαία αιολικά πάρκα σε πολλές περιοχές όπως στην Κρήτη, την Πελοπόννησο, την Εύβοια και τα νησιά του Αιγαίου. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Επειδή στη χώρα μας το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα από τις ανεμογεννήτριες είναι περισσότερο από αυτό που ζητείται για κατανάλωση, αποθηκεύεται για μελλοντική χρήση. Υπάρχουν δύο τρόποι, ανάλογα με το μέγεθος της

παραγόμενης ισχύς, με τους οποίους αποθηκεύεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Ο πρώτος αφορά ηλεκτρικούς συσσωρευτές ή μπαταρίες και χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές, μη συνδεδεμένες στο δίκτυο μονάδες. Ο δεύτερος τρόπος αφορά την άντληση ύδατος με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από τις ανεμογεννήτριες και την ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε μεγάλο υψόμετρο, το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει ένα υδροηλεκτρικό σταθμό. Αυτός ο τρόπος αποθήκευσης αφορά μεγάλες ποσότητες παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (ΥΠΕΝ, 2020). Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, για να καλυφθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί από την χώρα μας και κατ' επέκταση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, χρειάζεται περισσότερη παραγωγή. Η δημιουργία νέων, αλλά και η επέκταση των προηγούμενων χερσαίων αιολικών εγκαταστάσεων, είναι προφανώς περιορισμένη. Ως εκ τούτου, για να καλυφθούν οι στόχοι, η Ελλάδα θα πρέπει να επεκταθεί και στην μελέτη και χωροθέτηση των υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων.

2.5.4 Υπεράκτια αιολική ενέργεια

Είναι γεγονός, πως η Ελλάδα δεν έχει αναπτύξει ακόμη καμία μορφή υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, η Ευρώπη εδώ και αρκετά χρόνια έχει προχωρήσει σημαντικά στην εξέλιξη και εγκατάσταση αυτών των εγκαταστάσεων. Παρόλα αυτά, παρατηρείται επίσης, πως και η χώρα μας μέσα από την ΕΣΕΚ αναφέρεται και στην περίπτωση εξέλιξης υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων. Πράγματι, οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούν για την Ελλάδα μια πρόκληση, που μπορεί βέβαια να ικανοποιήσει τους στόχους του τέθηκαν και αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Για να πετύχει, λοιπόν, αυτά που απαιτούνται επισήμανε την ενίσχυση της έρευνας και καινοτομίας με σκοπό την δημιουργία ορισμένων οικονομικών και αναπτυξιακών δράσεων για την καλύτερη μελέτη και εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Οι δράσεις που προέκυψαν αναφέρονται ως εξής:

- *«Ηλεκτρολογικές υποδομές αιολικών πάρκων (εξοπλισμός σύζευξης αιολικών πάρκων με παροχή υπηρεσιών υποστήριξης δικτύου, υποθαλάσσια καλώδια ισχύος για εγκατάσταση σε βάθη έως 200m και σύνδεση με πλωτές Α/Γ)»*

- «Υπεράκτια αιολικά πάρκα (ξεπερασμένα πρότυπα έδρασης υπεράκτιας Α/Γ σταθερού τύπου για βάθη 50-60m, Α/Γ πλωτού τύπου για βάθη 80-200m και πλωτής εξέδρας μετρήσεων, σύστημα πρόσδεσης Α/Γ πλωτής έδρασης για βάθη 80-200m, μελέτες σκοπιμότητας για ανάπτυξη κέντρων κατασκευής πλωτών εδράσεων Α/Γ)»
- «Λειτουργία και συντήρηση αιολικών πάρκων (σύστημα συλλογής-επεξεργασίας δεδομένων για συνεχή λειτουργικό έλεγχο Α/Γ, λογισμικό για επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων από τη Λ&Σ αιολικών πάρκων και την ανάλυση λειτουργικών παραμέτρων, drones ή robotics για έλεγχο και συντήρηση Α/Γ, μεθοδολογίες αξιολόγησης εναπομένουσας διάρκειας ζωής Α/Γ)»
- «Μικρές Α/Γ (σύγχρονα πρότυπα με βελτιωμένη αεροδυναμική απόδοση ή χαμηλό ηχητικό αποτύπωμα, διαδικασίες & υποδομές ποιοτικού ελέγχου και πιστοποίησης μικρών Α/Γ)»
- «Λοιπά θέματα (π.χ. μεθοδολογίες - εργαλεία ολοκληρωμένης καταγραφής και αξιολόγησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, σύστημα διαχείρισης τέλους ζωής, μελέτες σκοπιμότητας και πιλοτικές εφαρμογές για την αξιοποίηση υφιστάμενων υποδομών λιγνιτικών σταθμών)»

Ακόμη όμως και με την ολοκλήρωση των δράσεων, φαίνεται πως η Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιήσει πρόοδο στο κομμάτι της υπεράκτιας παραγωγής ενέργειας. Όπως διατυπώθηκε και από την Ελληνική Εταιρία Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) στα σχόλια που έγιναν πάνω στις προτάσεις της ΕΣΕΚ: «Δεν βλέπουμε στο σχεδιασμό συγκεκριμένες αναφορές σε πολύ μεγάλες επενδύσεις σε χερσαία αιολικά, βλέπουμε μερικές θετικές αλλά όχι ισχυρές αναφορές σε θαλάσσια αιολικά πάρκα» (ΕΛΕΤΑΕΝ, 2018).

Τελικά είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως θα πρέπει να γίνουν εντονότερες προσπάθειες προκειμένου να αναπτυχθεί η υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Για να επιτευχθούν οι στόχοι ώστε η χώρα να καταστεί ενεργειακά ανεξάρτητη επιβάλλεται να αναπτυχθεί ένα σχέδιο το οποίο να βασίζεται στις δυνατότητες και τους πόρους που μπορεί να προσφέρει η χώρα. Αυτό αναφέρεται, διότι μέχρι και σήμερα, δεν έχουν υπάρξει συγκροτημένες και οργανωμένες προτάσεις και σχέδια που μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη αυτή. Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί πως,

εφόσον ο ελληνικός χώρος διαθέτει υψηλά ποσοστά αιολικού δυναμικού, με την εκμετάλλευσή του ενεργειακά είναι και σε θέση να υποστηρίξει, αφού πρώτα καταστεί ενεργειακά ανεξάρτητος, τις γύρω χώρες όπως την Τουρκία ώστε να προχωρήσουν όλοι μαζί στο επόμενο βήμα της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για την παροχή καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας.

Κεφάλαιο 3: ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

3.1 Εισαγωγή στην έννοια του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού

Ο Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την οργάνωση και διαχείριση του θαλάσσιου χώρου. Ως έννοια, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναφέρει ότι ο θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός (Marine Spatial Planning - MSP) είναι το εργαλείο για τη συνεκτική διαχείριση της χρήσης των θαλασσών και των ωκεανών μας και για τη διασφάλιση, ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες πραγματοποιούνται με αποτελεσματικό, ασφαλή και βιώσιμο τρόπο.

Η πρώτη εμφάνιση του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού έγινε τη δεκαετία του 1980 για την διαμόρφωση ζωνών για την προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Αυτή η δράση έγινε στην Αυστραλία με την ονομασία Great Barrier Reef. Βέβαια Στην περίπτωση αυτή, τα σχέδια είχαν σκοπό την προστασία των βιότοπων και της θαλάσσιας διατήρησης σε αντίθεση με τους πολλαπλούς στόχους που εφαρμόζονται σήμερα από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Day, 2002).

3.2 Ευρώπη και Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός

Οι πρώτες αναφορές του ΘΧΣ στην Ευρώπη έγιναν με την αναφορά ενός διακρατικού χωροταξικού σχεδιασμού της περιοχής της Βαλτικής Θάλασσας. Έτσι, στο πλαίσιο αυτό το 1992 δημιουργήθηκε το πρόγραμμα VASAB (Vision and Strategies for the Baltic Sea Region 2010) και δημιούργησε μια ομάδα εστιακών σημείων από όλες τις ενδιαφερόμενες χώρες και περιοχές για την παρακολούθηση των εργασιών για την Τελική Έκθεση.

«Έχει γίνει όχι μόνο ένα περίγραμμα της προοπτικής χωρικής ανάπτυξης για την περιοχή της Βαλτικής Θάλασσας και μια χρήσιμη βάση για την περαιτέρω ενίσχυση και εναρμόνιση των εθνικών και περιφερειακών πολιτικών χωροταξικού σχεδιασμού, όπως επιθυμούσαν οι Υπουργοί, αλλά και μια χρήσιμη σύνοψη πολύ πρακτικών κατευθυντήριων γραμμών για περαιτέρω κοινές εργασίες για την ανάπτυξη έργων».

Ακόμη μια κίνηση, που αποτελεί αφετηρία για τις ιδέες του θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού, ήταν και η συνθήκη OSPAR. Ο μηχανισμός αυτός, που πολλές φορές αναφέρεται ως σύμβαση για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Βόρειο – ανατολικού ατλαντικού, υπογράφηκε από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τον Σεπτέμβριο του 1992 στο Παρίσι. Η σύμβαση του OSPAR τέθηκε σε ισχύ στις 25 Μαρτίου 1998 και ως στόχους είχε τις εξής κατηγορίες:

- Πρόληψη και εξάλειψη της ρύπανσης από χερσαίες πηγές
- Πρόληψη και εξάλειψη της ρύπανσης με απόρριψη ή αποτέφρωση
- Πρόληψη και εξάλειψη της ρύπανσης από υπεράκτιες πηγές
- Αξιολόγηση της ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος
- Προστασία και διατήρηση των οικοσυστημάτων και της βιολογικής ποικιλότητας του θαλάσσιου χώρου

Με αυτές τις πράξεις ξεκίνησε η ιδέα για την δημιουργία μια ισχυρότερης νομοθεσίας γύρω από το πλαίσιο του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού για όλη την Ευρώπη. Κατά την πάροδο των χρόνων, υπήρξαν προσπάθειες για τη δημιουργία ενός ενιαίου συνόλου κανόνων, εγγράφων και παρατηρήσεων, με τα οποία ο ΘΧΣ θα είναι ένα πιο προσιτό και εύχρηστο εργαλείο, όμως αυτό δεν επιτεύχθηκε μέχρι την ανακάλυψη μιας ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής της ΕΕ, όπως περιγράφεται στην Πράσινη Βίβλο (EC 2006) και τη Γαλάζια Βίβλο (EC 2007a) και παρουσιάζεται, λεπτομερώς, στο Σχέδιο Δράσης της ΕΕ (ΕΚ 2007β). Στη συνέχεια, ακολούθησε το 2008 η δημοσίευση του Χάρτη Πορείας για το Θαλάσσιο Χωρικό Σχεδιασμό και την Επίτευξη των κοινών αρχών στην ΕΕ (EC 2008b), ο οποίος περιγράφει τον ΘΧΣ ως «παροχή ενός πλαισίου διαιτησίας μεταξύ ανταγωνιστικών ανθρώπινων δραστηριοτήτων και διαχείρισης των επιπτώσεων

τους στο θαλάσσιο περιβάλλον». Αυτός ο στόχος περιγράφει την εξισορρόπηση μεταξύ των διαφόρων τομέων στη θάλασσα και επισημαίνει ότι ο ΘΧΣ αποτελεί μια διαδικασία που περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων, τη διαβούλευση με τα ενδιαφερόμενα μέρη και τη συμμετοχική ανάπτυξη ενός σχεδίου, συμπεριλαμβανομένης μιας διαδικασίας παρακολούθησης και αναθεώρησης (Ehler et. al, 2019).

3.2.1 Ισχύον Ευρωπαϊκό Πλαίσιο για τον Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό

ΟΔΗΓΙΑ 2014/89/ΕΕ

Το 2014 εκδόθηκε η Οδηγία 2014/89/ΕΕ : Θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός για τη βιώσιμη ανάπτυξη και μεγέθυνση των θαλάσσιων περιοχών της Ευρώπης. Σκοπός της οδηγίας ήταν ο καθορισμός μιας κοινής προσέγγισης για τις χώρες της ΕΕ σε σχέση με τον ΘΧΣ. Ουσιαστικά με αυτή την κίνηση επιτρέπεται από τις χώρες της Ένωσης να έχουν την δική τους ευθύνη για τον σχεδιασμό και τη ρύθμιση των θαλάσσιων δραστηριοτήτων τους, αλλά με την προοπτική να υπακούν τα ευρωπαϊκά δεδομένα. Με την απόφαση αυτή η Οδηγία έθεσε τους εξής στόχους:

- *«Βιώσιμη ανάπτυξη των θαλάσσιων οικονομιών, γνωστή ως Γαλάζια Οικονομία της ΕΕ»*
- *«Βιώσιμη ανάπτυξη των θαλάσσιων περιοχών»*
- *«Βιώσιμη χρήση των θαλάσσιων πόρων»*

Σύμφωνα με την οδηγία οι χώρες της ΕΕ θα πρέπει να αναπτύξουν ένα Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχέδιο μέχρι τις 31 Μαρτίου 2021. Το σχέδιο αυτό, εκτός από τους τομείς ανάπτυξης της θάλασσας όπως ο τουρισμός, η αλιεία και η υδατοκαλλιέργεια, η εξόρυξη πρώτων υλών, οι οδοί θαλάσσιων μεταφορών, οι θαλάσσιες προστατευόμενες περιοχές θα πρέπει να διαχειρίζεται και προκλήσεις του περιβάλλοντος, όπως τα εύθραυστα οικοσυστήματα, καθώς και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και της ρύπανσης. Επίσης, επιβάλλει στις χώρες να εκπονούν ΘΧΣ, να απεικονίζουν την υπάρχουσα κατάσταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην θάλασσα και να αναλύουν την μελλοντική εξέλιξή τους με τον αποτελεσματικότερο τρόπο. Τα σχέδια πρέπει να συνδυάζουν τις

αλληλεπιδράσεις μεταξύ ξηράς και θάλασσας, τους κοινωνικοοικονομικούς τομείς και τις διάφορες απειλές. Στην περίπτωση συνοριακών υδάτων επιβάλλεται η συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων χωρών. Ακόμη και στη περίπτωση μεταξύ χωρών από την ΕΕ και χωρών εκτός αυτής, θα πρέπει να επιδιώκεται η συνεργασία.

European Maritime Spatial Planning Platform

Η οδηγία που αναφέρθηκε παραπάνω ήταν και η αφετηρία για να ξεκινήσει και λειτουργία της Πλατφόρμας για τον Ευρωπαϊκό Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό (European MSP Platform). Η πλατφόρμα αυτή περιέχει όλες τις οδηγίες, τα σχέδια και τις διοικητικές αποφάσεις που αποφασίζουν για τη χωρική και χρονική κατανομή των σχετικών υφιστάμενων και μελλοντικών δραστηριοτήτων και χρήσεων στα θαλάσσια ύδατα. Περιέχεται, ακόμα, και η νομοθεσία για την υποστήριξη και καθοδήγηση των κρατών – μελών της ΕΕ. Τα βασικά οφέλη που προκύπτουν από την ανάπτυξη του ΘΣΧ μέσα από το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο και την πλατφόρμα του MSP είναι:

- *«Μείωση των συγκρούσεων μεταξύ τομέων και δημιουργία συνεργειών μεταξύ διαφορετικών δραστηριοτήτων»*
- *«Ενθάρρυνση των επενδύσεων με τη δημιουργία προβλεψιμότητας, διαφάνειας και σαφέστερων κανόνων»*
- *«Αυξημένη διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ των χωρών της ΕΕ για την ανάπτυξη ενεργειακών δικτύων, ναυτιλιακών λωρίδων, αγωγών, υποθαλάσσιων καλωδίων και άλλων δραστηριοτήτων, αλλά και για την ανάπτυξη συνεκτικών δικτύων προστατευόμενων περιοχών»*
- *«Προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος μέσω της έγκαιρης αναγνώρισης των επιπτώσεων και των ευκαιριών για πολλαπλή χρήση του χώρου»*


Σύμφωνα με την πλατφόρμα, μέχρι την προθεσμία για την ανάπτυξη ενός Θαλάσσιου Χωροταξικού Πλαισίου μόνο 6 χώρες κατάφεραν να υλοποιήσουν την απαίτηση αυτή. Αυτές ήταν:

Χώρα	Πληροφορίες
Βέλγιο	Πρόκειται για το δεύτερο βελγικό ΘΧΣ τέθηκε σε ισχύ στις 20 Μαρτίου 2020, για περίοδο 6 ετών (2020-2026) και υιοθετήθηκε.
Δανία	Το επίσημο καθεστώς του δανικού σχεδίου ήταν ότι θα τεθεί σε δημόσια διαβούλευση για 6 μήνες το αργότερο στις 31 Μαρτίου, τηρώντας την προθεσμία της Οδηγίας στα χαρτιά, ενώ το σχέδιο δεν θα ήταν ακόμη σε τελικό στάδιο.
Φιλανδία	Το φινλανδικό σχέδιο εγκρίθηκε και υιοθετήθηκε κανονικά το 2020
Λετονία	Η Λετονία ανέπτυξε το θαλάσσιο χωροταξικό σχέδιό της μεταξύ 2016 και 2018. Στις 14 Μαΐου 2019 το σχέδιο έγινε αποδεκτό από την κυβέρνηση.
Ολλανδία	Το ολλανδικό έγγραφο πολιτικής για τη Βόρεια Θάλασσα, το οποίο λειτουργεί ως θαλάσσιο χωροταξικό σχέδιο, αναπτύχθηκε το 2016 και καλύπτει την περίοδο 2016-2021.
Πορτογαλία	Το Πορτογαλικό Σχέδιο εγκρίθηκε με την Απόφαση του Υπουργικού του Συμβουλίου με αριθμό 203-A / 2019.



Πίνακας 10 – Ιδία επεξεργασία



Παρατηρείται ,λοιπόν, πως ένας πολύ μικρός αριθμός χωρών της ΕΕ κατάφερε να πετύχει τις απαιτήσεις που είχαν τεθεί το 2014. Βέβαια υπάρχουν και άλλες χώρες, παλαιότερες από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τον ΘΧΣ, οι οποίες αφενός έχουν εκπονήσει σχέδια, αφετέρου δεν μπορούν να θεωρηθούν, ότι προέρχονται από αυτή και τις απαιτήσεις της.



Σήμερα, ωστόσο, όλο και περισσότερες χώρες αναπτύσσουν Θαλάσσια Χωροταξικά Σχέδια. Σύμφωνα με την πλατφόρμα του MSP η πλειοψηφία των χωρών έχει ξεκινήσει ή πραγματοποιήσει ένα πρώτο ΘΧΣ.

Overview of MSP Authorities & Plans per Country 

Country	Authorities	Maritime Spatial Plans
Belgium	N	N
Bulgaria	N	N
Croatia	N S x7	N S x 7
Cyprus	N	-
Denmark	N	N
Estonia	N	N S S
Finland	N S x 8 + 1	S S S S S
France	N S x 4	S S S S
Germany	N S S S	N N S S S
Greece	N	-
Ireland	N	N
Italy	N	N
Latvia	N	N
Lithuania	N	N
Malta	N	N
Netherlands	N	N
Poland	N	N x 5
Portugal	N S x 2	N
Romania	N	N S S S S
Slovenia	N	N
Spain	N S x17+2	N
Sweden	N S >80	N N N
Total	N x22 S >124	N x7 N x18 S x10 S x15


MSP in preparation
 = National MSP
 = Sub-national MSP

MSP adopted
 = National MSP
 = Sub-national MSP

Authorities
 = National Authority
 = Sub-national Authority

Πίνακας 11 - Πηγή: European MSP Platform, 2020


Στην παραπάνω εικόνα διακρίνονται οι χώρες, που έχουν ξεκινήσει ή υιοθετήσει εθνικά και υπό – εθνικά σχέδια, αλλά και οι αρχές, που υποστηρίζουν την εκπόνηση από το καθένα. Πέρα από αυτό, η πλατφόρμα επισημαίνει και τους τομείς και παραμέτρους που λήφθηκαν υπόψη για το κάθε ΘΧΣ.

 European MSP Platform

	Aquaculture	Fishing	Military	Marine activities	Marine pollution	Other marine uses (recreation, etc.)	Shipping	Ports	Scientific Research	Shipping	Maritime cultural heritage	Tourism	Ports water related heritage	Other marine uses
Maritime Spatial Plan for the Belgian Part of the North Sea (BE)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Zadar County Spatial Plan (HR)	•				•		•			•	•			
Maritime Spatial Plan for the EEZ of the Baltic Sea (DK)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maritime Spatial Plan for the EEZ of the North Sea (DK)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maritime Spatial Plan for the Territorial Sea of the Baltic and North Seas – Schleswig-Holstein (DE)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maritime Spatial Plan for the Territorial Sea of the Baltic Sea – Mecklenburg-Vorpommern (DE)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maritime Spatial Plan for the Territorial Sea of the North Sea – Lower Saxony (DE)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
The county plan of the maritime area bordering Ploče County (SI)		•			•	•				•	•	•	•	

³ Spatial plans of the seven Croatian coastal counties include provisions for their marine areas, up to the external limit of the territorial sea. These provisions also deal with locations of different marine uses. The Zadar County Spatial Plan is provided as an example of existing plans at the county level. Existing spatial plans will be rechecked and restructured in the process of transition to the new generation plans according to the actual Physical planning Act.

Sectors Addressed in Adopted MSP Plans, Version: November 2018

 European MSP Platform

	Aquaculture	Fishing	Military	Marine activities	Marine pollution	Other marine uses (recreation, etc.)	Shipping	Ports	Scientific Research	Shipping	Maritime cultural heritage	Tourism	Ports water related heritage	Other marine uses
The county plan of the maritime area bordering Hvalbard (IS)	•	•	•		•	•	•			•	•	•	•	•
Regional level Use plan for the Sea, Kyrenia/Lefkos Region (CY)	•	•	•		•	•				•		•	•	•
The Comprehensive Plan of the Republic of Lithuania (and its part "Maritime territories") (LT)				•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
The Strategic Plan for Environment and Development (MT)	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
Policy Document on the North Sea, 2008 – 2020 (NL)	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•

Πίνακας 12 - Πηγή: European MSP Platform, 2020

Είναι προφανές από τον πίνακα, πως οι περισσότερες χώρες έχουν μεριμνήσει για τους περισσότερους τομείς. Είναι ξεκάθαρο, ωστόσο, πως τα πιο ολοκληρωμένα σχέδια που καλύπτουν σχεδόν όλες τις παραμέτρους είναι αυτά της Γερμανίας. Από την άλλη, το πιο ελλιπές φαίνεται να είναι το σχέδιο της Κροατίας. Η χώρα έχει παραλείψει σημαντικούς τομείς, όπως η αλιεία και η υπεράκτια ενέργεια.

Επίσης, οδηγείται κανείς στο συμπέρασμα, πως η Ελλάδα μέχρι και το 2020 δεν είχε αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο και μέχρι την διορία της Ευρωπαϊκής Οδηγίας δεν είχε υποβάλει κάποιες ιδέες. Χωρίς θαλάσσιο χωροταξικό σχέδιο η χώρα μας δεν πραγματοποιεί βήματα προς το μέλλον σε ότι αφορά την εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ικανοποίηση των πλαισίων των ΑΠΕ όπως αναφέρθηκαν παραπάνω.

3.3 Ελλάδα και Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός

Ο θαλάσσιος ελληνικός χώρος εκτείνεται στα 6 ν.μ. από τη φυσική ακτογραμμή, σύμφωνα με δύο νομοθετήματα για την αιγιαλίτιδα ζώνη της Ελλάδας. Πρόκειται για το άρθρο του Α.Ν. 230/1936 "περί καθορισμού παράκτιας ζώνης της Ελλάδας" (ΦΕΚ Α' 450) και το άρθρο 139 του ΚΔΝΔ (Ν.Δ. 187/1973, ΦΕΚ Α' 261). Τον Ιανουάριο του 2021, θεσπίστηκε νέος νόμος που ξεκίνησε από το Υπουργείο Εξωτερικών μετά από διαπραγματεύσεις με την Ιταλία και την Αλβανία, ο οποίος επεκτείνει τα χωρικά ύδατα της Ελλάδας στα 12 ναυτικά μίλια, στο Ιόνιο Πέλαγος (ellinikos – stratos, 2020). Επιπλέον, η Ελλάδα διαθέτει ένα πολύ πλούσιο θαλάσσιο περιβάλλον, που αποτελείται από χιλιάδες νησιά και νησίδες, τα βάθη των νερών της και τη μεγάλη βιολογική ποικιλότητα που περιέχουν. Για το λόγο αυτό, έχει αναπτυχθεί ένα ευρύ δίκτυο προστατευόμενων περιοχών. Τα κύρια προγράμματα του δικτύου αυτού είναι τα Εθνικά Θαλάσσια Πάρκα και το δίκτυο Natura 2000.

3.3.1 Η κατάσταση της Ελλάδας

Μέχρι και σήμερα, η Ελλάδα δεν διαθέτει ένα νομικά δεσμευτικό εθνικό Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχέδιο. Η πρώτη αναφορά που έγινε στην Ελλάδα για την διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος ήταν το 2011 με τον νόμο 4030/2011. Ωστόσο, την κύρια ευθύνη για τον Θαλάσσιο Χωρικό Σχεδιασμό (ΘΧΣ) σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο έχει το ΥΠΕΝ, σύμφωνα με τον Νόμο 4546 (ΦΕΚ 101/Α/12-Ιούνιος-2018), για την ενσωμάτωση της Οδηγίας 2014/89/ΕΕ στην ελληνική νομοθεσία και τον νόμο 4759/2020 (ΦΕΚ 245/Α/9-12-2020). Ο ΘΧΣ αναφέρεται στην ανάπτυξη και οργάνωση του εθνικού χώρου σε θαλάσσιες, παράκτιες και νησιωτικές περιοχές.

Στοχεύει στην προστασία του θαλάσσιου οικοσυστήματος και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης, συντονίζοντας και εναρμονίζοντας μεμονωμένες πολιτικές, προγράμματα και επενδυτικά σχέδια διαφορετικών χρήσεων στον ίδιο τομέα, όπως παραγωγικές δραστηριότητες, αναψυχή και αθλητικές δραστηριότητες (Gourgiotis, 2018)

3.3.2 Έργα που σχετίζονται με τον ΘΧΣ και την Ελλάδα

Σύμφωνα με την πλατφόρμα του European MSP, η χώρα μας συμμετέχει σε αρκετά προγράμματα οργάνωσης του θαλάσσιου χώρου. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα ενδεικτικά προγράμματα, που αφορούν τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο (MSPMED, 2020).

ADRIPLAN - ADRIatic Ionian maritime spatial PLANning (2013 – 2015)

Ο σκοπός του έργου αυτού ήταν να αναπτυχθεί ένα σχέδιο Διασυνοριακού θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού μεταξύ των χωρών, που βρέχονται από την Αδριατική Θάλασσα και το Ιόνιο πέλαγος. Απαιτούσε την συνεργασία των χωρών και των κατάλληλων φορέων, αντίστοιχα, με σκοπό την ολοκληρωμένη αξιολόγηση και αντιμετώπιση των προκλήσεων, που παρουσιάζονται από τη μελέτη του θαλάσσιου χώρου (περιβαλλοντικές, νομικές, οικονομικές, κοινωνικές). Τέλος, όλες οι προτάσεις εναρμονιζόταν με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές.



Χάρτης 1 - Πηγή: European MSP platform/ ADRIPLAN

SUPREME - Supporting Maritime Spatial Planning in the Eastern Mediterranean (2013 – 2015)

Στόχος του έργου αυτού ήταν η υποστήριξη και η οργάνωση ενός ΘΧΣ για την Ανατολική Μεσόγειο. Τα κύρια χαρακτηριστικά του ήταν:

- Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την σημασία ανάπτυξης ενός ΘΧΣ και την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ανάπτυξή του.
- Ο προσδιορισμός των χωρικών απαιτήσεων και τα μέτρα για την αντιμετώπιση των συγκρούσεων ακόμη και στον τομέα της πολλαπλής χρήσης του θαλάσσιου χώρου

- Ο εντοπισμός σημαντικών κενών, όσον αφορά τα δεδομένα του θαλάσσιου για την υποστήριξη αναλύσεων και ερευνών και η κοινή τους χρήση μέσω των υπάρχουσων διαδικτυακών πυλών, όπως το EMODnet και το ADRIPLAN
- Έρευνα των διαφόρων απαιτήσεων και θεμάτων για τις προκλήσεις, που αφορούν τη διασυνοριακή συνεργασία
- Προώθηση της διασυνοριακής συνεργασίας για την καλύτερη εφαρμογή και ανάπτυξη των ΘΧΣ



Χάρτης 2 - Πηγή: European MSP platform/ SUPREME

Interreg-Med: AMAre - Actions for Marine Protected Areas (2016 – 2019)

Τα κύρια σημεία του έργου αυτού ήταν να δημιουργήσει ένα σύνολο κοινών μεθόδων και γεωχωρικών εργαλείων για την έρευνα και αξιολόγηση παραγόντων, που αποτελούν κίνδυνο για τα οικοσυστήματα, αλλά και να αναπτύξει στοχευμένες δράσεις και στρατηγικές για τις Θαλάσσιες Προστατευόμενες Περιοχές. Στην περίπτωση της Ελλάδας, ήταν η προστατευόμενη περιοχή του δικτύου Natura 2000 στις Σποράδες. επίσης, μέσα από το έργο αναπτύχθηκε και μια βάση δεδομένων για την οργάνωση και διαχείριση των στοιχείων, που προέκυψαν από τις μελέτες, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω έρευνα σε μελλοντικά έργα δράσης.



Χάρτης 3 - Πηγή: European MSP platform/ AMAre - Actions for Marine Protected Areas

THAL-CHOR 1 - Cross border cooperation for Maritime Spatial Planning Development

Αφορά ένα έργο, που αναφέρεται αποκλειστικά στην Ελλάδα και την Κύπρο. Το ΘΑΛ – ΧΩΡ είχε ως σκοπό την συνεργασία των δύο χωρών για την ανάπτυξη και χρήση ενός Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδίου. Μέσω του έργου αυτού έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

- Αρχικά, πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση των δραστηριοτήτων στο θαλάσσιο χώρο και ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών των υπό μελέτη υδάτων
- Αναπτύχθηκε μια κοινή βάση δεδομένων με τη χρήση του GIS για την συλλογή και παρουσίαση όλων των δεδομένων
- Υποβολή ελέγχου των νομικών πλαισίων των δύο χωρών για την προσπάθεια βελτίωσής του

- Καθορίστηκαν οι μελλοντικές προτεραιότητες και αναλύθηκαν οι μελλοντικές εξελίξεις για την διασφάλιση της συνεχούς ανοδικής πορείας
- Εφαρμόστηκε το ΘΧΣ σε συγκεκριμένες περιοχές με σκοπό την καλύτερη σύνταξη των Θαλάσσιων Σχεδίων
- Αξιολογήθηκαν όλες οι πρακτικές που έγιναν για τη καλύτερη σύνταξη των ΘΧΣ

Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι, παρόλο που η Ελλάδα δεν διαθέτει ακόμη Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχέδιο, τα τελευταία χρόνια έχει κάνει σημαντικές προσπάθειες μέσα από αρκετά ευρωπαϊκά έργα, προκειμένου να συντάξει ένα δικό της ολοκληρωμένο σχέδιο. Παρατηρούμε, επίσης, πως κάποια από τα έργα αυτά έχουν ως κύρια κατευθυντήρια γραμμή τον τομέα του περιβάλλοντος και της προστασίας και διατήρησης των οικοτόπων. Αυτός ο τομέα μπορεί να αποτελέσει και την αρχική ιδέα για τη σύνταξη Θαλάσσιων Σχεδίων καθώς η Ελλάδα διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό προστατευόμενων περιοχών στα ύδατα της. Τέλος, τονίζεται πως το σχέδιο που θα παραχθεί θα πρέπει να περιέχει όλους τους τομείς, που αφορούν το θαλάσσιο χώρο, να περιλαμβάνει όλες τις πρακτικές που αναπτύχθηκαν μέσω των παραπάνω έργων και με την προϋπόθεση πάντα να ανανεώνονται και να προσαρμόζονται διαρκώς.

3.4 Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το ΕΠΧΣΑΑ αποτελεί τον τρόπο, σύμφωνα με τον οποίο, αφενός ρυθμίζονται ζητήματα γύρω από τις ΑΠΕ, αφετέρου αντιμετωπίζονται οι απειλές του ελληνικού θαλάσσιου χώρου. Ειδικότερα, το πλαίσιο αυτό διαθέτει οδηγίες και κριτήρια που θα πρέπει να τηρηθούν για την σωστή εγκατάσταση των υπεράκτιων ΑΠΕ. Με αφορμή την αναφορά του και την συσχέτισή του με τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η έρευνα κατευθύνθηκε στο επόμενο κεφάλαιο, αυτό της ανάπτυξης της μεθοδολογίας.

Το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ εκδόθηκε στις 3 Δεκεμβρίου 2008. Η έκδοση ενός Ειδικού Πλαισίου για τις ΑΠΕ αποτέλεσε ένα σημαντικό εργαλείο για την πρόοδο της Ελλάδας στο τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας και για την συνέχιση και υλοποίηση των στόχων που είχαν τεθεί από την

Ευρωπαϊκή Ένωση. Η κύρια ευθύνη του ήταν να παρουσιάσει μέσω μιας νομοθετικής πράξης τις κατευθύνσεις και τους κανόνες για την χωροθέτηση των μορφών των ΑΠΕ με σκοπό να υπάρχει μια αρμονική συνύπαρξή τους με τον περιβάλλον. Το πλαίσιο διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες ΑΠΕ. Η πρώτη αφορά το αιολικό δυναμικό, η δεύτερη τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα και η Τρίτη στις υπόλοιπες μορφές ανανεώσιμων πηγών. Στο κομμάτι της αιολικής ενέργειας το πλαίσιο παρουσιάζει τέσσερις κατηγορίες, σύμφωνα με τις οποίες χωρίζεται ο ελληνικός χώρος για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Αυτές οι κατηγορίες αναλύονται ως εξής:

- *«Η ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης της Εύβοιας»*
- *«Η Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της»*
- *«Τα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης»*
- *«Ο υπεράκτιος θαλάσσιος χώρος και οι ακατοίκητες νησίδες»*

Για την παρούσα διπλωματική θα αναλυθεί ο τομέας της χωροθέτησης για τις αιολικές εγκαταστάσεις και ειδικότερα για τις υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις.

3.4.1 Περιοχές Αποκλεισμού και Ζώνες Ασυμβατότητας

Σε πρώτη ανάλυση, σύμφωνα με το άρθρο 6 του 2464/2008, (ΕΧΠ ΑΠΕ) σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες που χωρίζουν τον ελληνικό χώρο αποκλείονται οι περιοχές:

- που διαθέτουν κηρυγμένα μνημεία παγκόσμιας και πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά και μνημεία μείζονος σημασίας, καθώς και οι περιοχές οριοθετημένων αρχαιολογικών χώρων
- απόλυτης προστασίας
- των ορίων Υγροτόπων Διεθνούς σημασίας
- των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών

- των οικοτόπων προτεραιότητας που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000
- των εντός σχεδίου πόλεων , αλλά και των ορίων των οικισμών πριν το 1923 και κάτω των 2000 κατοίκων
- των Π.Ο.Τ.Α., των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων
- των άτυπων διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης τουριστικών και παραθεριστικών περιοχών. Οι περιοχές αυτές αναλύονται ως περιοχές που διαθέτουν πέντε τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες για τουριστική χρήση ή κατοικία, οι οποίες να βρίσκονται ανά ζεύγος σε απόσταση μικρότερη των εκατό μέτρων και η συνολική δυναμικότητά τους να είναι συνολικά εκατό πενήντα κλίνες.
- των ακτών κολύμβησης
- των τμημάτων εξορυκτικών ζωνών
- των λοιπών περιοχών που να υπάγονται σε ειδικά καθεστάτα στα οποία να απαγορεύεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων

Σε όλες τις παραπάνω ζώνες αποκλεισμού νοείται πως μαζί με τις αιολικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνονται και τα συνοδευτικά τους έργα, όπως τα δίκτυα πρόσβαση και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

3.4.2 Ειδικά κριτήρια για την χωροθέτηση των υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων

Το άρθρο 10 του 2464/2008 διακρίνει τα κριτήρια σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά την χωροθέτηση ΥΑΕ στον θαλάσσιο χώρο και η δεύτερη στις ακατοίκητες νησίδες. Για την πρώτη κατηγορία, που είναι και η σημαντικότερη για την παρούσα διπλωματική, οι κατευθύνσεις είναι:

- *«Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας»*

- «Ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης»
- «Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1500 μ. από τις ακτές που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε»
- «Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος μικρότερο των 1500 μέτρων»
- «Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης (ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση στα 3000 μ.)»
- «Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από οικισμούς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης (ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την στα 1000 μ.)»
- «Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από παραγωγικές ζώνες ή δραστηριότητες του τριτογενή τομέα: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης (ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την στα 500 μ.) »
- «Το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς»
- «Μέγιστη απόσταση χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.»
- «Πρέπει να εξασφαλίζεται με την κατασκευή του αιολικού πάρκου η επαρκής διασύνδεση και η μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είτε με το σύστημα της ηπειρωτικής χώρας είτε με το δίκτυο των μη διασυνδεδεμένων νησιών»
- «Εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου που ισχύουν για τις Π.Α.Π., όπως αυτοί προσδιορίζονται ειδικότερα στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης»

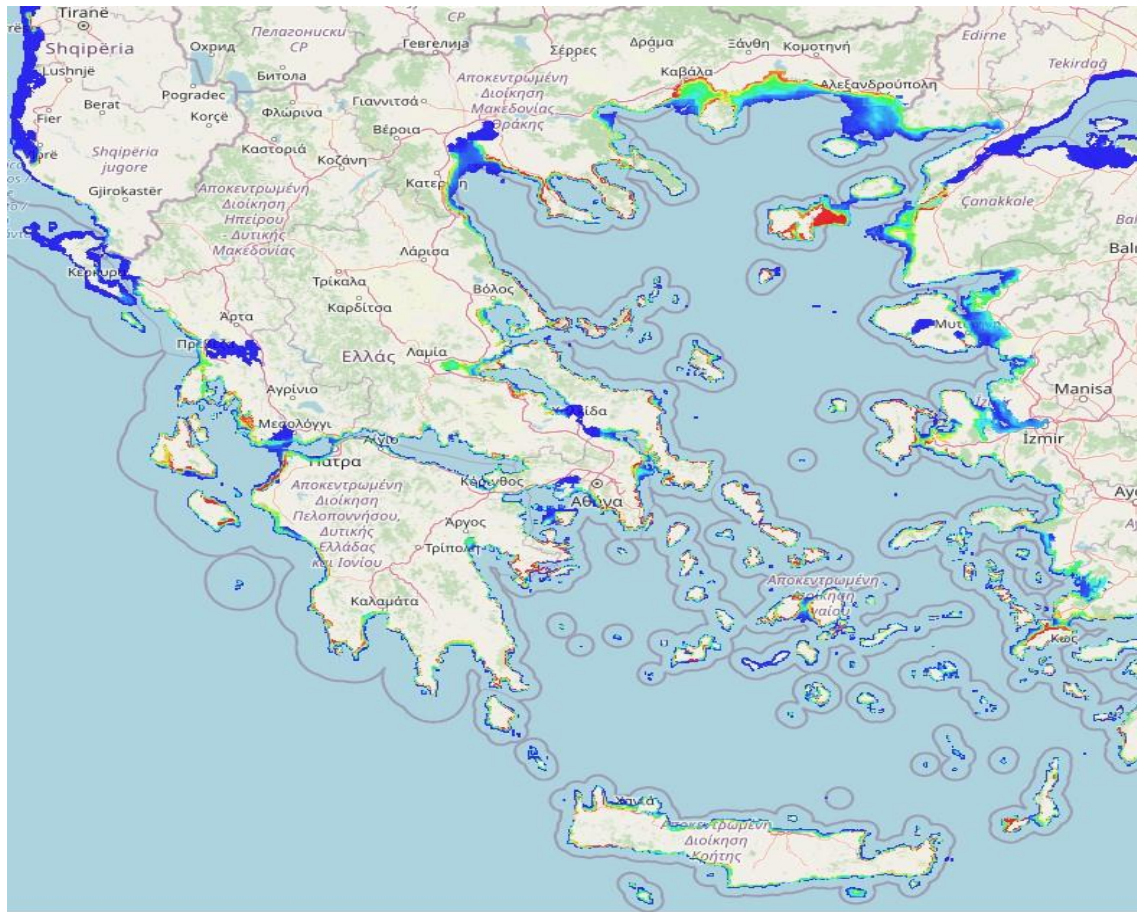
3.4.3 Ποσειδωνία

Ένα ακόμη σημαντικό κομμάτι του θαλάσσιου χώρου που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι και το παράκτιο περιβάλλον. Γίνεται, λοιπόν, αναφορά στην ποσειδωνία και τους θαλάσσιους οικοτόπους που σχηματίζονται στην περιοχή ανάπτυξής του. Αφορά ένα θαλάσσιο φυτό της Μεσογείου που εντοπίζεται εύκολα, καθώς σχηματίζει λιβάδια στον πυθμένα σε βάθος από ένα μέχρι εξήντα μέτρα. Τα λιβάδια αυτά ανήκουν στα πιο πολύτιμα οικοσυστήματα της Μεσογείου. Οι λόγοι που καθιστούν την Ποσειδωνία τόσο σημαντική είναι οι εξής:

- Οι βάσεις τους λόγω των ριζών που επεκτείνονται βαθιά στον πυθμένα συγκρατούν τα φαινόμενα διάβρωσης των ακτών που μπορεί να προκαλέσουν μέχρι και οπισθοχώρηση της ακτογραμμής
- Η δομή των θαλάσσιων φυτών είναι εξίσου σημαντική και για τους ζωικούς οργανισμούς καθώς προσφέρουν τροφή, καταφύγιο και θέσεις για την εναπόθεση αυγών.
- Συμβάλει στην προστασία του πλανήτη καθώς απορροφά από την ατμόσφαιρα σημαντικά ποσά διοξειδίου του άνθρακα
- Τα θαλάσσια λιβάδια που σχηματίζει η Ποσειδωνία αποτελούν και σημαντικούς οικονομικούς πόρους για την αλιεία αφού στις περιοχές τους εντοπίζονται μεγάλοι αριθμοί ψαριών

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται πως πολλές από τις μεγάλες εκτάσεις Ποσειδωνίας υποχωρούν και εξαφανίζονται. Η εξαφάνισή του οφείλεται στο γεγονός ότι, το φυτό είναι αρκετά ευαίσθητο και λόγω την έντονης παρέμβασης του ανθρώπου, είτε άμεσα με την συνεχή αλιεία στις ίδιες περιοχές Ποσειδωνίας, είτε έμμεσα με την μόλυνση και υποβάθμιση του θαλασσινού νερού αυτό αρχίζει να περιορίζεται και στο τέλος να υποχωρεί. Για να σταματήσει η υποχώρησή του η Ποσειδωνία προστατεύεται τόσο από Ευρωπαϊκές όσο και από Ελληνικές νομοθεσίες. Η ΕΕ περιλαμβάνει την Ποσειδωνία ως είδος προς εξαφάνιση από την Συνθήκη της Βαρκελώνης στο Παράρτημα I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Από την άλλη η Ελλάδα για να περιορίσει το φαινόμενο εξαφάνισης προχώρησε στην έκδοση της Υπουργικής Απόφασης 167378/2007 (ΦΕΚ 241/Δ/2007) με την οποία απαγορεύεται η αλιεία με συρόμενα εργαλεία σε περιοχές λιβαδιών Ποσειδωνίας (Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων – Υγροτόπων, 2022). Ωστόσο, στην παρούσα διπλωματική οι

περιοχές προς εξέταση για τις εγκαταστάσεις των υπεράκτιων αιολικών πάρκων εντοπίζονται αρκετά μακριά από τις ακτές. Συνεπώς, δεν εμφανίζεται κάποιο πρόβλημα ως προς την απειλή της Ποσειδωνίας των Ελληνικών υδάτων.



Χάρτης 4 – Πηγή: Ποσειδωνία στον Ελληνικό παράκτιο θαλάσσιο χώρο (EMODnet)

Παρατηρήσεις και συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρθηκε η υπάρχουσα νομοθεσία σε ότι αφορά τον θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό, τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και σε ελληνικό, αλλά και η παράθεση και συλλογή των υπαρχόντων κριτηρίων για την εγκατάσταση ΥΑΕ. Ειδικότερα, στον ελληνικό χώρο παρόλο που υπάρχει σχετική νομοθεσία, παρατηρείται μια έλλειψη οργανωμένου σχεδιασμού για την

ανάπτυξη του ΘΧΣ με σκοπό την χωροθέτηση ΘΑΠΕ. Να σημειωθεί ότι το ΕΠΧΣΑΑ ΑΠΕ, βρίσκεται σε διαδικασία αναθεώρησης. Στο ΕΧΠ ΑΠΕ δεν εντάσσονται ως κριτήρια το αιολικό δυναμικό και το βάθος της θάλασσας, τα οποία χρειάζονται από τα πρώτα κιόλας στάδια της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την χωροθέτηση των ΥΑΕ. Για το αιολικό δυναμικό, παρατηρείται πως δεν υπάρχει κάποια πληροφορία που να μπορεί να βοηθήσει στην ποσοτικοποίηση των ορίων. Επίσης, όσον αφορά το βάθος των υδάτων, που επίσης με τη σειρά του αποτελεί κριτήριο που επηρεάζει σημαντικά τις μελέτες χωροθέτησης στη θάλασσα παρατηρείται πως δεν αναφέρεται σαφές όριο. Συνεπώς, είναι λογικό επακόλουθο η αναθεώρηση που έχει ξεκινήσει, να ενταχθούν τέτοιου είδους στοιχεία σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές και ειδικά αυτές που αφορούν τον θαλάσσιο χώρο με σκοπό να υπάρχει μεγαλύτερη ευκολία για την ανάπτυξη αυτού του είδους μελετών.

Κεφάλαιο 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το θεμελιώδες της παρούσας διπλωματικής, καθώς διαμορφώνεται η μεθοδολογία για τον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών για την χωροθέτηση υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων στα ελληνικά ύδατα. Για τον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών θα αναπτυχθεί η μέθοδος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (ΠΑ). Πρόκειται για μια μέθοδο με την οποία θα γίνει η εξέταση καταλληλότητας του ελληνικού χώρου μέσω ορισμένων χωρικών κριτηρίων. Τα χωρικά αυτά κριτήρια πηγάζουν αρχικά από τη νομοθεσία και τις οδηγίες της κάθε χώρας και στην περίπτωση αυτή από τις κατευθύνσεις της Ελλάδας και του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Επίσης για περαιτέρω ανάλυση ή πιθανή έλλειψη ορισμένων παραμέτρων γίνεται και αξιοποίηση μιας δεύτερης πηγής κριτηρίων, η οποία αφορά την επιλογή τους βάσει προηγούμενων ερευνών. Τα κριτήρια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στα κριτήρια καταλληλότητας και στα κριτήρια αποκλεισμού.

4.2 Κριτήρια καταλληλότητας

Είναι η πρώτη κατηγορία κριτηρίων και βασίζονται κυρίως στις εκάστοτε τεχνολογίες. Η εξέλιξη των εγκαταστάσεων αποτελεί σημαντική προϋπόθεση αυτών των κριτηρίων. Πρόκειται για τα κριτήρια, που με την συμβολή τους θα πραγματοποιηθεί ο εντοπισμός των εν δυνάμει περιοχών με στόχο την εξασφάλιση της μέγιστης απόδοσης. Οι παράμετροι αυτοί φυσικά αφορούν τα κλιματικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Οι δύο κυριότεροι παράμετροι είναι το Αιολικό δυναμικό και το Βάθος του πυθμένα.

4.2.1 Αιολικό δυναμικό

Το αιολικό δυναμικό φυσικά αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα για την λειτουργία των αιολικών πάρκων. Η ταχύτητα του ανέμου είναι αυτή που καθορίζει ουσιαστικά την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται. Μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου σημαίνει γρηγορότερη περιστροφή των πτερυγίων και περισσότερη παραγωγή. Βέβαια οι ανεμογεννήτριες δεν μπορούν να υποστηρίξουν πολύ δυνατούς ή πολύ χαμηλούς ανέμους. Υπάρχει ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών το οποίο καθορίζει το πόσο λειτουργική θα είναι η κάθε μονάδα. Το εύρος των τιμών αυτών διαθέτει ένα χαμηλό – ελάχιστο όριο (cut – in speed) και ένα υψηλό όριο (cut – out speed). Το χαμηλό όριο απεικονίζει την χαμηλότερη ταχύτητα του ανέμου με την οποία οι ανεμογεννήτριες μπορούν να ξεκινήσουν την παραγωγή ενέργειας. Το υψηλό όριο αποτελεί το σημείο που η ταχύτητα είναι υψηλή για την ανεμογεννήτρια και συνεπώς η μονάδα πρέπει να σταματήσει για να αποφύγει τυχόν βλάβες. Ανάμεσα σε αυτά τα όρια του εύρους υπάρχει και η μέγιστη ταχύτητα (rated speed) στην οποία οι μονάδες παράγουν ενέργεια στη μέγιστη ισχύ. Συνήθως τα όρια που αναζητούνται για την δημιουργία του κριτηρίου για το αιολικό δυναμικό περιέχουν σαν εύρος τιμών την ελάχιστη ταχύτητα ώστε να ξεκινήσει η παραγωγή και την μέγιστη ταχύτητα που επιτυγχάνεται η βέλτιστη παραγωγή. Στην περίπτωση αυτή το εύρος των ορίων θα κυμανθεί από 6 m/s για το χαμηλό – ελάχιστο όριο και 9m/s για το όριο της μέγιστης ταχύτητας σε υψός 120 μέτρων. Οι επιλογές αυτές έγιναν βάσει βιβλιογραφίας από την ευρωπαϊκή εμπειρία και τα παραδείγματα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων που αναφέρθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως τα όρια που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από τις εγκαταστάσεις και τις δυνατότητες των μονάδων που θα εγκατασταθούν (Energy Education, 2021).

4.2.2 Βάθος του πυθμένα

Το βάθος και αυτό με τη σειρά του αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή των κατάλληλων θέσεων για τη χωροθέτηση ΥΑΕ. Είναι το κριτήριο που μπορεί να καθορίσει την τεχνολογία των εγκαταστάσεων των υπεράκτιων αιολικών πάρκων (Garlapati, 2017). Η βαθυμετρία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα τεχνοοικονομικά κόστη των εγκαταστάσεων. Μέχρι και πριν λίγα χρόνια οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις περιοριζόταν σε μικρό βάθος καθώς η μόνη τεχνολογία που υπήρχε ήταν η σταθερή έδραση στον βυθό. Ωστόσο, όπως παρατηρήθηκε και στα παραπάνω κεφάλαια, τα τελευταία χρόνια έκαναν την εμφάνισή τους και οι πλωτές αιολικές εγκαταστάσεις που μπορούν να χωροθετηθούν σε μεγαλύτερα βάθη. Βέβαια σε ότι αφορά τα θεμέλια μεταξύ των δύο τύπων εγκαταστάσεων, αξίζει να σημειωθεί πως οι πλωτές εγκαταστάσεις έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής και εγκατάστασης (Bento, 2018). Για την περίπτωση των εγκαταστάσεων σταθερής έδρασης όπως παρατηρείται από τις παραπάνω αναφορές η χωροθέτησή τους μπορεί να φτάσει μέχρι τα 25 με 30 μέτρα. Για τις πλωτές εγκαταστάσεις από τα δύο σημαντικότερα υπεράκτια πάρκα που αναφέρθηκαν Hywind και Kincardine φαίνεται πως το ιδανικό βάθος για την εγκατάσταση πλωτής τεχνολογίας κυμαίνεται στα 100 με 150 μέτρα. Βέβαια λόγω της συνεχής εξέλιξης παρατηρείται πως τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία έχει προοδεύσει και τα όρια του βάθους έχουν αυξηθεί μέχρι και στα 500 μέτρα και παραπάνω (Κατσέλη, 2019; Lynch, 2012; Spyridonidou, 2020). Για την καλύτερη επίλυση και μελέτη του προβλήματος της χωροθέτησης σε αυτή την διπλωματική το όριο του βάθους θα είναι στα 300 μέτρα.

Συνεπώς, τα όρια των δύο κριτηρίων που θα εμφανίσουν τις εν δυνάμει περιοχές, με σκοπό στη συνέχεια την περαιτέρω ανάλυσή τους για τον εντοπισμό των κατάλληλων θέσεων για την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων παρουσιάζονται στον πίνακα:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	
Αιολικό δυναμικό	6 m/s – 10m/s
Βάθος υδάτων	≤ 300 m

Πίνακας 13 – Ιδία επεξεργασία

4.3 Κριτήρια Αποκλεισμού

Τα κριτήρια αποκλεισμού αφορούν τις θαλάσσιες περιοχές στις οποίες δεν συνιστάται και σε πολλές περιπτώσεις απαγορεύεται η χωροθέτηση υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων. Αυτές οι περιοχές βασίζονται κυρίως σε ευαισθησίες που μπορεί να υπάρχουν στο θαλάσσιο χώρο είτε από περιβαλλοντικής είτε από ανθρωπιστικής πλευράς. Τέτοια κριτήρια συνήθως είναι:

- Αποστάσεις από περιοχές προστασίας του περιβάλλοντος
- Αποστάσεις από ζώνες οπτικής όχλησης

4.3.1 Περιοχές προστασίας του περιβάλλοντος και των υδάτων

Οι περιβαλλοντικές ζώνες και οι ζώνες κολύμβησης και προστασίας των υδάτων ορίζονται ως ένας παράγοντας που δεν μπορεί να επηρεαστεί, αλλά ούτε και να διατηρηθεί με οποιοδήποτε τρόπο. Στην περίπτωση της μελέτης οι επιλογή των ζωνών θα πρέπει να γίνει με απόλυτη προσοχή για την τυχόν διαταραχή του θαλάσσιου χώρου. Παρόλο που, σύμφωνα με τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό, η ελάχιστη απόσταση από προστατευόμενες περιοχές κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της κάθε χώρας, η διατήρηση πρέπει να θεωρείται όσο το δυνατόν πιο σημαντική (Bailey, Brookes, & Thompson 2014). Τα όρια των προστατευόμενων ζωνών θα πρέπει να τηρούνται και να αποτελούν των διαχωριστικό παράγοντα με τον υπόλοιπο θαλάσσιο χώρο. Στην παρούσα διπλωματική, καθώς το όριο των προστατευόμενων περιοχών κρίνεται κατά περίπτωση και το όριο των ακτών κολύμβησης είναι από 1500 μέτρα και πάνω, σύμφωνα με το με άρθρο 10 του

2464/2008, είναι συνετό να ορισθεί το ίδιο όριο. επίσης, παρατηρείται από την βιβλιογραφία (Lynch, 2020; Κατσέλη, 2019; Spyridonidou, 2020), πως τα όρια κυμαίνονται πάλι από 1500 μέχρι και 2000 μέτρα. Συνεπώς το αρχικό όριο είναι η καλύτερη επιλογή για την συνέχιση της μελέτης.

4.3.2 Ζώνες οπτικής όχλησης

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν συνήθως περισσότερες και μεγαλύτερες τουρμπίνες από τις χερσαίες αναπτύξεις. Ωστόσο, η οπτική επίδραση είναι μικρότερη λόγω της μεγαλύτερης απόστασης από την ακτογραμμή. Είναι όμως σημαντικό να αναφερθεί πως το παράκτιο τοπίο είναι συχνά μοναδικό και προσφέρει μερικά από τα πιο αξιόλογα τοπία, επομένως θα μπορούσε να απαιτηθεί ιδιαίτερη προσοχή. Βέβαια το πρόβλημα της όχλησης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η θέση των παρατηρητών, η τοπογραφία της περιοχής και το μέγεθος των μονάδων. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Sullivan, 2012; Lynch, 2012; Spyridonidou, 2020), το κατάλληλο όριο για να υπάρχει ελάχιστη έως και καθόλου οπτική όχληση είναι τα 20 χλμ. (20.000 μέτρα). Ωστόσο, λόγω του περιορισμού του χώρου, το Ειδικό Πλαίσιο των ΑΠΕ προσδιορίζει τις αποστάσεις ανάλογα με τα σημεία ενδιαφέροντος. Δηλαδή, στο παράρτημα IV καταγράφονται συγκεκριμένες αποστάσεις των χωρικών υδάτων, οι οποίες επιτρέπουν την ομαλή ένταξη των εγκαταστάσεων στο τοπίο χωρίς οπτική όχληση. Στην περίπτωση αυτή, θα ληφθεί υπόψη ως σημείο αναφοράς τα μνημεία της UNESCO με απόσταση των 6 km, οι τουριστικές υποδομές καθώς και οι οικισμοί με απόσταση των 2 km. Καθώς όλα τα παραπάνω σημεία ενδιαφέροντος βρίσκονται στη στεριά, είναι δυνατό να θεωρηθεί ως ελάχιστη απόσταση τα 6 ν.μ. από την ακτογραμμή. Ωστόσο, λόγω των ελάχιστων μνημείων που υπάρχουν και των μεγάλων αποστάσεων που υπάρχουν μεταξύ τους δεν συστήνεται να εφαρμοστεί η απόσταση των 6 ν.μ. ως η κατάλληλη. Η απόσταση αυτή ενδέχεται να επηρεάσει και περιοχές χωροθέτησης που δεν διαθέτουν κανένα μνημείο της UNESCO. Συνεπώς για την παρούσα διπλωματική θα θεωρηθεί ιδανική για το κριτήριο αυτό η απόσταση των 2 km από τους οικισμούς αλλά και τις τουριστικές υποδομές και θα διατηρηθεί μόνο για τα μνημεία η απόσταση των 6 k.m. όπως υπάρχει ήδη.

4.3.3 Λοιπά κριτήρια

Τα προηγούμενα κριτήρια που αναφέρθηκαν αποτελούν τις σημαντικότερες παραμέτρους που εξετάζονται σε κάθε περίπτωση ώστε να γίνει ο εντοπισμός των καταλληλότερων θέσεων για την εγκατάσταση ΥΑΕ. Ωστόσο, αφού περαστούν τα κριτήρια αυτά, προκύψουν οι καταλληλότερες θέσεις και γίνεται η επιλογή ορισμένων από αυτών, η μελέτη προχωράει με νέες παραμέτρους οι οποίες αφορούν κυρίως την κάθε επιλογή χωροθέτησης ξεχωριστά. Δηλαδή τα κριτήρια που θα αναλυθούν στο κομμάτι αυτό έχουν άμεση σχέση με την περιοχή που θα επιλεγεί. Αυτά παρουσιάζονται ως εξής:

- Απόσταση από υποβρύχια καλώδια και αγωγούς

Τα υποβρύχια καλώδια και οι αγωγοί αποτελούν ένα σημαντικό κριτήριο, καθώς οι ζημιές που πιθανόν να προκληθούν από την εγκατάσταση και λειτουργία υπεράκτιων αιολικών πάρκων, μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρές. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η αποφυγή χωροθέτησης κατά μήκος των καλωδίων αυτών. Ωστόσο, το όριο βάθους για υποβρύχια εγκαταστάσεις φτάνει μέχρι τα 300 m,. Εάν όμως χρειασθεί ένα όριο προτείνεται μια ζώνη των 1000 μέτρων από τα υποβρύχια καλώδια και τους αγωγούς (Stefanakou, 2019; Spyronidou, 2020; Κατσέλη, 2019)

- Απόσταση από γραμμές ναυσιπλοΐας

Η ύπαρξη ασφαλών γραμμών ναυσιπλοΐας αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την ανάπτυξη πολλών οικονομικών ενεργειών, αλλά και την επικοινωνία με τα νησιά της κάθε χώρας. Συνεπώς, θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένα όρια για την ομαλή συνύπαρξη και των δύο. Αρχικά, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία 2464/2008 παράρτημα IV για την χώρα προς μελέτη, οι γραμμές ναυσιπλοΐας θα μπορούσαν να ενταχθούν στην κατηγορία των αποστάσεων από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν και τους λιμένες. Συνεπώς το όριο θα μπορούσε να είναι μια απόσταση των 500 μέτρων. Παρόλα αυτά η διεθνής βιβλιογραφία και εφαρμογή πιο σύγχρονων μελετών έδειξε πως η κατάλληλη απόσταση θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη και να κυμαίνεται από 3.500 μέτρα και πάνω (Spyronidou, 2020; Vagiona 2018; European MSP Platform, 2021).

- Απόσταση από στρατιωτικές περιοχές – περιοχές ασκήσεων
Οι ζώνες και τα πεδία βολής των στρατιωτικών ασκήσεων αποτελούν μια κατηγορία που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Συνήθως η ελάχιστη απόσταση καθορίζεται από τον αρμόδιο φορέα της χώρας που θα πραγματοποιήσει την χωροθέτηση ΥΑΕ.
- Απόσταση από αρχαιολογικές περιοχές
Το κριτήριο για την ελάχιστη απόσταση από τις αρχαιολογικές περιοχές καθορίζεται κάθε φορά από την υπό μελέτη χώρα. Για την περίπτωση της Ελλάδας, τα εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα υπόλοιπα μνημεία και αρχαιολογικοί χώροι έχουν ως όριο χωροθέτησης από τα 3.000 μέτρα.
- Απόσταση από λιμάνια
Η απόσταση από τα λιμάνια αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την οικονομική και τεχνική αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων. Ακόμη, η απόσταση καθορίζει και τον βαθμό ευκολίας για την συντήρηση των μονάδων. Για την διευκόλυνση της παρούσας διπλωματικής μέσα από τις βιβλιογραφικές αναφορές προκύπτουν τα όρια από ελάχιστη απόσταση των 500 μέτρων μακριά από τους λιμένες μέχρι και 100 χλμ από αυτούς (Spyridonidou, 2020; Lynch, 2012; Karipoglu, 2020). Εδώ ο κατασκευαστής ή ο μελετητής ανάλογα και με τις συνθήκες των υπολοίπων κριτηρίων θα πρέπει να διαλέξει την απόσταση της χωροθέτησης.

4.4 Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας

Ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητα θα γίνει με την μέθοδο της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας. Τα κριτήρια αξιολόγησης που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι αντιληπτό πως δεν είναι όλα εξίσου σημαντικά. Για το λόγο αυτό, τα θεμελιώδη κριτήρια θα πρέπει να έχουν σημαντικότερο βάρος σε σχέση με τα υπόλοιπα. Αυτό θα επιτευχθεί με την ΑΙΔ και ενός πίνακα με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η σύγκριση των κριτηρίων ανά ζεύγη.

4.4.1 Στάδιο 1: Επιλογή των κριτηρίων προς αξιολόγηση

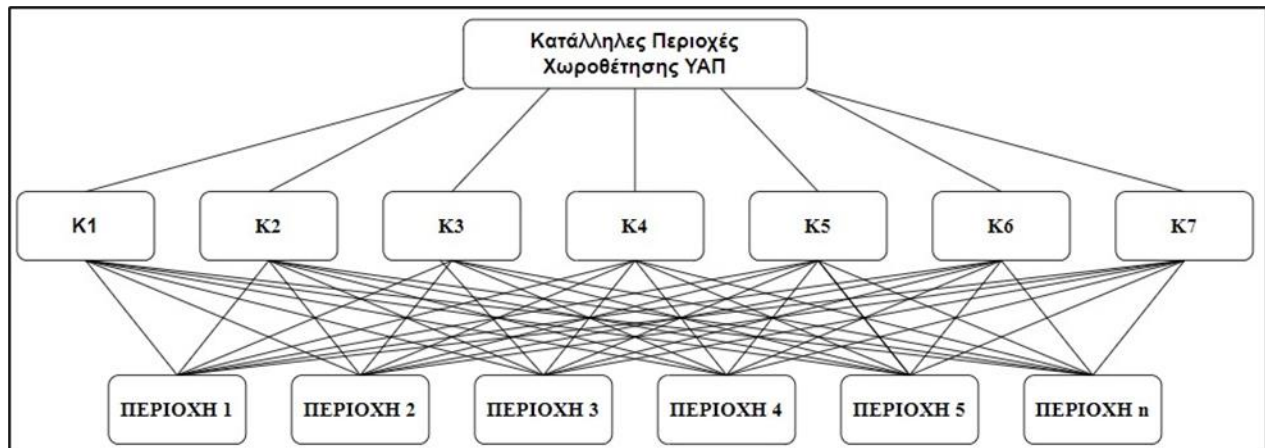
Όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω τα κριτήρια που θεωρούνται σημαντικά και καθορίζουν την χωροθέτηση των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων είναι:

- Αιολικό Δυναμικό – Κριτήριο 1 (K1)
Το πιο σημαντικό κριτήριο, καθώς καθορίζει το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονται σε κάθε τοποθεσία, και συνεπώς την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης
- Βάθος Πυθμένα – Κριτήριο 2 (K2)
Ακόμη ένα σημαντικό κριτήριο που καθορίζει την επιλογή της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί στην χωροθέτηση
- Ναυτιλιακές Διαδρομές – Κριτήριο 3 (K3)
Οι Ναυτιλιακές Διαδρομές είναι το επόμενο κριτήριο, καθώς η ήδη χρήση του θαλάσσιου χώρου από άλλους χρήστες μπορεί να εμποδίσει την εγκατάσταση και την αδειοδότηση των ΥΑΠ
- Λιμένες – Κριτήριο 4 (K4)
Ακολουθεί το κριτήριο για τις λιμενικές εγκαταστάσεις, καθώς επηρεάζουν την εγκατάσταση, συντήρηση και παροπλισμό των ΥΑΠ
- Οπτική όχληση – Κριτήριο 5 (K5)
Το κριτήριο της οπτικής όχλησης συνδέεται με την αποδοχή του κοινού από τοπικές κοινότητες. Συνεπώς η περιοχή και η χώρα χωροθέτησης αποτελούν σημαντικό κομμάτι του κριτηρίου.

- Υποβρύχια Καλώδια – Κριτήριο (Κ6)
Αποτελεί κριτήριο με τη σειρά του που υπάρχει πριν την εγκατάσταση ΥΑΠ και θα πρέπει να αποφευχθεί για την καλύτερη χωροθέτηση
- Περιβάλλον, ακτές κολύμβησης και μνημεία – Κριτήριο 7 (Κ7)
Το κριτήριο αυτό έρχεται τελευταίο, καθώς οι περιβαλλοντικές ζώνες, οι ακτές κολύμβησης και οι ζώνες των μνημείων αποφεύγονται χωρίς εξαίρεση οπότε όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ήδη η μελέτη έχει εστιάσει μακριά από τις περιοχές αυτές.

4.4.2 Στάδιο 2: Δημιουργία των ζευγών των κριτηρίων

Το δεύτερο στάδιο είναι η ανάπτυξη του πίνακα σύγκρισης κατά ζεύγη κριτηρίων αξιολόγησης ακολουθώντας την κλίμακα προτίμησης των εννέα βαθμών του Saaty (1980).



Πίνακας 14 - Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Κλίμακα ΑΙΔ (1 – 9)	Σημασία Κλίμακας
1	Το Κ1 προτιμάται ίσα με το Κ2
3	Το Κ1 είναι μέτρια σημαντικότερο από το Κ2
5	Το Κ1 είναι αρκετά σημαντικότερο από το Κ2
7	Το Κ1 είναι πολύ σημαντικότερο από το Κ2
9	Το Κ1 είναι εξαιρετικά σημαντικότερο από το Κ2
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές

Πίνακας 15 - Πηγή: (Stefanakou, et al., 2019)

4.4.3 Στάδιο 3: Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας και κριτηρίων αξιολόγησης

Σύμφωνα με την παραπάνω αναφορά των κριτηρίων και την ανάλυση από βιβλιογραφικές μελέτες προκύπτει ο παρακάτω πίνακας αξιολόγησης (Stefanakou, et al., 2019; Κατσέλη, 2019).

Κριτήρια	Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	Κ5	Κ6	Κ7
Κ1	1	3	3	4	6	7	8
Κ2	1/3	1	2	4	5	6	7
Κ3	1/3	1/2	1	3	5	5	7
Κ4	1/4	1/4	1/3	1	4	4	6
Κ5	1/6	1/5	1/5	1/4	1	4	4
Κ6	1/7	1/5	1/6	1/4	1/4	1	3
Κ7	1/8	1/7	1/7	1/7	1/3	1/3	1
Άθροισμα	2,35119	5,292857	6,842857	12,64286	21,5	27,33333	36

Πίνακας 16 - Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Στη συνέχεια για να υπολογισθούν οι συντελεστές βαρύτητας θα χρησιμοποιηθεί αρχικά το άθροισμα των στηλών του παραπάνω πίνακα. Η κάθε τιμή της στήλης τότε θα διαιρεθεί με το άθροισμα και θα εμφανιστούν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας								
Κριτήρια	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Συντελεστές Βαρύτητας
K1	0.425316	0.566802	0.438413	0.316384	0.27907	0.256098	0.222222	0.357757881
K2	0.141772	0.188934	0.292276	0.316384	0.232558	0.219512	0.194444	0.226554366
K3	0.141772	0.094467	0.146138	0.237288	0.232558	0.182927	0.194444	0.175656346
K4	0.106329	0.047233	0.048713	0.079096	0.186047	0.146341	0.166667	0.111489409
K5	0.070886	0.037787	0.029228	0.019774	0.046512	0.146341	0.111111	0.065948375
K6	0.060759	0.037787	0.024356	0.019774	0.011628	0.036585	0.083333	0.039174741
K7	0.053165	0.026991	0.020877	0.011299	0.011628	0.012195	0.027778	0.023418883

Πίνακας 17 - Πηγή: Ϊδία Επεξεργασία

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα για να υπολογισθούν οι συντελεστές βαρύτητας που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα μελέτη, γίνεται η διαίρεση μεταξύ του αθροίσματος της κάθε γραμμής με τον αριθμό (n) των επιλεγμένων κριτηρίων. Σε αυτή την περίπτωση έχουν επιλεγθεί 7 κριτήρια. Συνεπώς παρατηρούμε παραπάνω και τους Συντελεστές Βαρύτητας. Ωστόσο για να επαληθευθούν οι πράξεις που έγιναν και να εντοπισθούν τυχόν λάθη γίνεται και ο υπολογισμός δύο δεικτών. Ο πρώτος δείκτης είναι ο Δείκτης Συνοχής (Condition Index) και ο δεύτερος είναι η Αναλογία Συνοχής (Consistency Ratio). Ο υπολογισμός του δείκτη CR είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, καθώς διασφαλίζει ότι οι κρίσεις που λαμβάνονται υπόψη είναι συνεπείς (Stefanakou, et al., 2019).

Για τον υπολογισμό του Δείκτη Συνοχής (Condition Index) πρέπει η κάθε τιμή της κάθε στήλης του αρχικού πίνακα των βαθμολογιών των κριτηρίων να πολλαπλασιαστεί με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητάς του κάθε κριτηρίου. Για να γίνει αντιληπτό, ως παράδειγμα έχουμε την πρώτη τιμή του K1 από τον αρχικό πίνακα που έχει την τιμή 1 καθώς συγκρίνεται με τον εαυτό του. Αυτή η τιμή θα πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή βαρύτητας **0.357757881** αφού αυτός αντιστοιχεί σε αυτό το κριτήριο αλλά έπειτα, όλες οι τιμές της στήλης K1 θα πολλαπλασιαστούν και αυτές με τον ίδιο συντελεστή. Έτσι ο πίνακας που θα προκύψει είναι:

Υπολογισμός Δείκτη Συνοχής							
Κριτήρια	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	0.357758	0.679663	0.526969	0.445958	0.39569	0.274223	0.187351
K2	0.119253	0.226554	0.351313	0.445958	0.329742	0.235048	0.163932
K3	0.119253	0.113277	0.175656	0.334468	0.329742	0.195874	0.163932
K4	0.089439	0.056639	0.058552	0.111489	0.263793	0.156699	0.140513
K5	0.059626	0.045311	0.035131	0.027872	0.065948	0.156699	0.093676
K6	0.051108	0.045311	0.029276	0.027872	0.016487	0.039175	0.070257
K7	0.04472	0.032365	0.025094	0.015927	0.016487	0.013058	0.023419

Πίνακας 18 - Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Συνεχίζοντας υπολογίζεται το άθροισμα κάθε γραμμής και διαιρείται με την τιμή του συντελεστή του αντίστοιχου κριτηρίου ώστε να προκύψει ο πίνακας με τις παρακάτω αναλογίες. Από τις αναλογίες αυτές θα υπολογισθεί ξανά το άθροισμά τους και θα διαιρεθεί ταυτόχρονα με το συνολικό αριθμό των κριτηρίων ($n = 7$). Αυτός ο υπολογισμός δίνει το λ_{max} που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του Δείκτη Συνοχής (CI). Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Άθροισμα	Αναλογία Τιμών	λ_{max}
2.867612	8.015511	7.725787
1.8718	8.262034	
1.432202	8.153432	
0.877125	7.867342	
0.484264	7.343072	
0.279486	7.134343	
0.17107	7.304776	

Πίνακας 19 - Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Με τα παραπάνω στοιχεία έγινε ο υπολογισμός των Δεικτών. Αρχικά για τον Δείκτη Συνοχής (CI) υπάρχει ο τύπος:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \text{ όπου } (n) \text{ εννοείται και πάλι ο αριθμός των επιλεγμένων κριτηρίων}$$

Έτσι με τη χρήση του τύπου προκύπτει πως ο Δείκτης είναι **CI = 0.120965**

Τέλος υπολογίζεται και η Αναλογία Συνοχής (CR) που προκύπτει από τον εξής τύπο:

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.09164$$

Το RI είναι ο Δείκτης Τυχαίας Συνέπειας ενός τυχαίου παραγόμενου πίνακα και δίνεται παρακάτω:

<i>N</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Πίνακας 20 - Πηγή: (Stefanakou, et al., 2019)

Από τον πίνακα παρατηρείται πως η τιμή του RI είναι το 1.32 καθώς υπάρχουν 7 κριτήρια στην παρούσα μελέτη. Συνεπώς το αποτέλεσμα του δείκτη είναι **CR = 0.09164**. Ο αριθμός που προέκυψε είναι φαίνεται πως είναι μικρότερος του 0.1 και συνεπώς οι επιλεγμένες τιμές είναι πράγματι συνεπείς.

Κεφάλαιο 5: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Η Περιφέρεια Κρήτης είναι μία από τις 13 περιφέρειες της Ελλάδας. Περιλαμβάνει τη νήσο Κρήτη και μικρότερα νησιά όπως τη Γαύδο, τη Γαυδοπούλα, τη Δία, τη Χρυσή, το Κουφονήσι και τις νήσους Διονυσάδες. Το νησί της Κρήτης είναι το πρώτο σε έκταση της Ελλάδας και το πέμπτο στη Μεσόγειο, έχοντας συνολική έκταση μαζί με τα νησιά που το περιβάλλουν 8.323 τ.χλ. Σύμφωνα με το Νόμο 3852 του 2010, η νήσος της Κρήτης διαιρείται σε τέσσερις Περιφερειακές Ενότητες (Χανίων, Ρεθύμνου, Ηρακλείου και Λασιθίου), στις οποίες υπάγονται οι 24 δήμοι της 79 Περιφέρειας. Πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της είναι το Ηράκλειο, το οποίο είναι έδρα της Περιφέρειας Κρήτης. Ο μόνιμος πληθυσμός, σύμφωνα με την απογραφή που πραγματοποιήθηκε το 2011, ήταν 623.065 κάτοικοι (ΕΛΣΤΑΤ, 2014). της, η ακτογραμμή της νήσου εκτείνεται σε

μήκος άνω των 1000 χιλιομέτρων και βρέχεται νότια από το Λιβυκό πέλαγος και βόρεια από το Κρητικό πέλαγος.

Η περιφερειακή οικονομία εξειδικεύεται σε οικονομικές δραστηριότητες που συνδέονται με την αγροτική οικονομία (19,4% της απασχόλησης) τον τουρισμό και το εμπόριο (35,4% της απασχόλησης). Παρατηρείται πως το μεγαλύτερο μέρος της απασχόλησης εντοπίζεται στον τουρισμό και το εμπόριο (Crete.gov).

Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα διπλωματική έχει επιλεγθεί ο θαλάσσιος χώρος δυτικά της Κρήτη μεταξύ της περιφέρειας του Λασιθίου και των νήσων Κάσου και Καρπάθου. Η περιφερειακή ενότητα Λασιθίου έχει πληθυσμό 75.381 (απογραφή 2011) και έδρα τον Άγιο Νικόλαο (hc-crete)

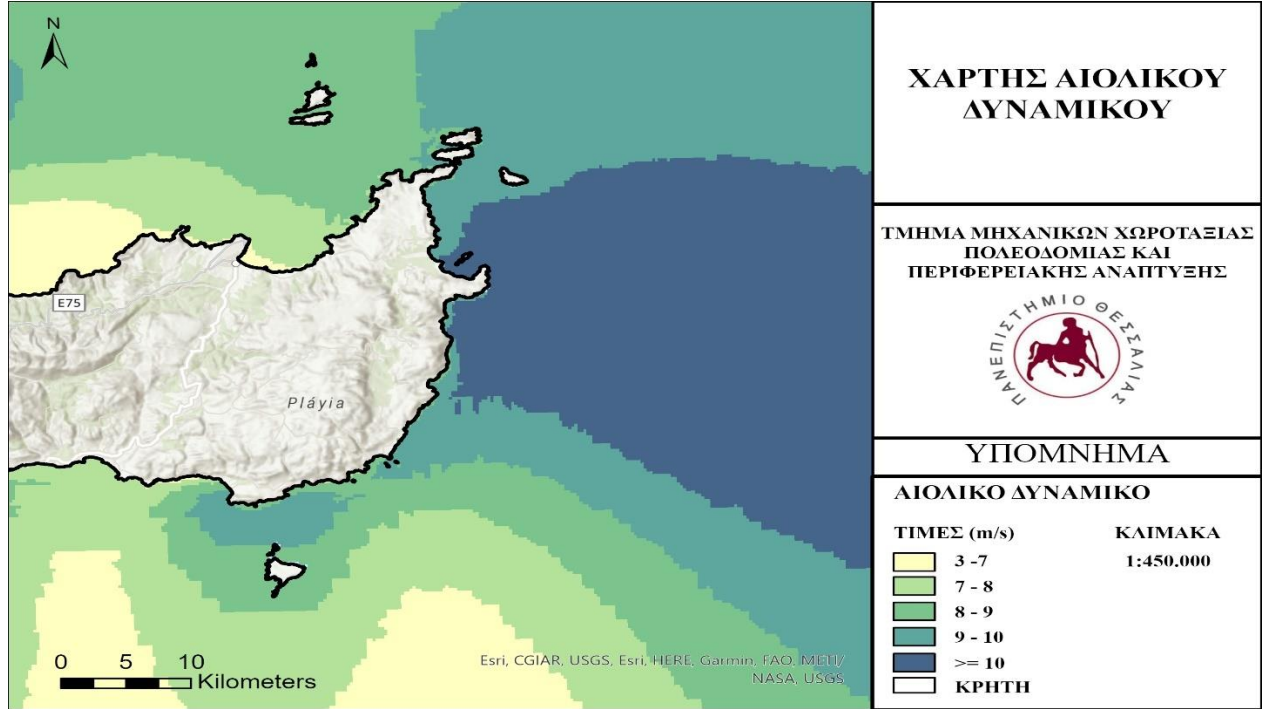
Η νήσος της Κρήτης και συγκεκριμένα ο θαλάσσιος χώρος της περιφέρειας Λασιθίου επιλέχθηκαν, επειδή παρατηρήθηκε πως πληρούν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας της παρούσας διπλωματικής για τον εντοπισμό κατάλληλων χώρος εγκατάστασης ΥΑΠ.

5.2 Κριτήρια περιοχής μελέτης και επεξεργασία

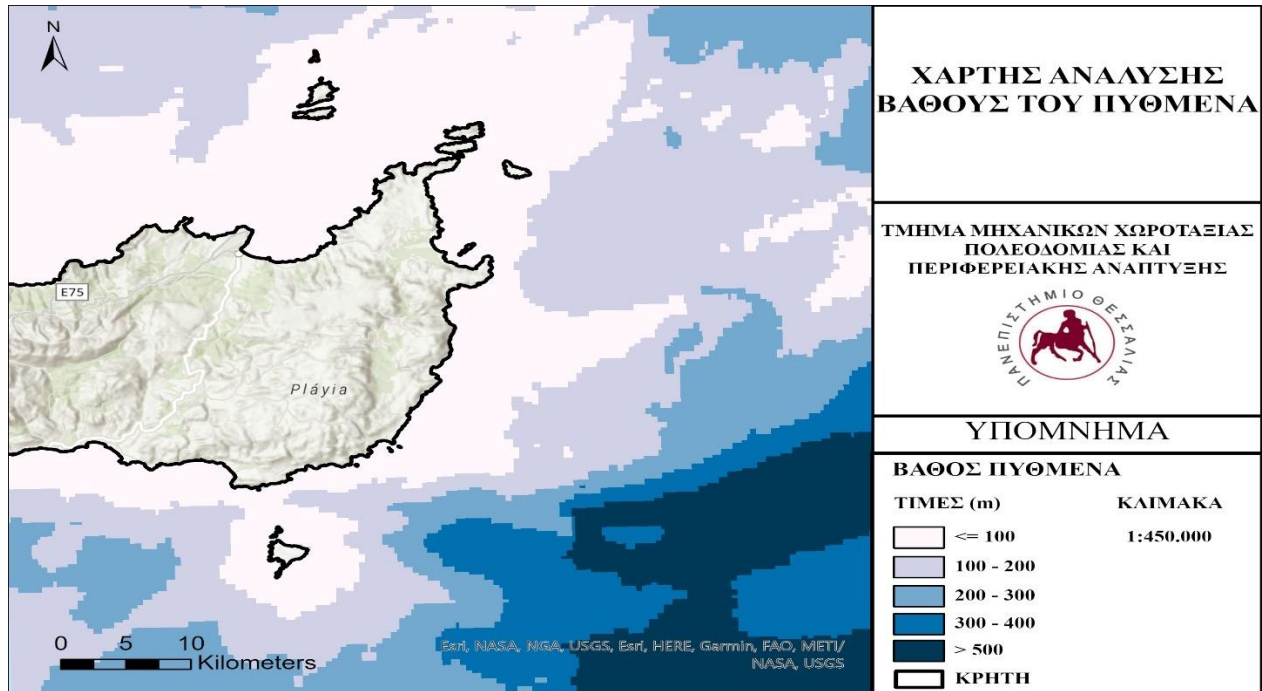
Στο παραπάνω κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψη για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας της παρούσας διπλωματικής. Η συλλογή των θαλάσσιων χωρικών δεδομένων για την ανάπτυξη των κριτηρίων έγινε από διαδικτυακές πηγές. Αρχικά για τους δύο βασικούς παράγοντες που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την καταλληλότητα της περιοχής που είναι το Αιολικό δυναμικό και το Βάθος των υδάτων, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από την ιστοσελίδα WindAtlas. Στη συνέχεια, βασική πηγή δεδομένων αποτέλεσε και η ιστοσελίδα EMODnet από την οποία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα όπως οι περιβαλλοντικές ζώνες, οι ακτές κολύμβησης, τα υποβρύχια καλώδια, τα λιμάνια και η πυκνότητα των γραμμών ναυσιπλοΐας. Τέλος η ελληνική ιστοσελίδα GEODATA αξιοποιήθηκε για την άντληση πληροφοριών και δεδομένων σχετικά με τους οικισμούς της περιοχής.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ		
Είδος	Όρια	Πηγή
Αιολικό δυναμικό	6 m/s – 10 m/s	WindAtlas (2021)
Βάθος υδάτων	0m - 300 m	WindAtlas (2021)
Απόσταση από ζώνες προστασίας περιβάλλοντος, ακτές κολύμβησης και αρχαιολογικούς χώρους	≥ 3000 m	EMODnet (2021)
Απόσταση από παραθαλάσσιους οικισμούς (οπτική όχληση)	≥ 2000 m	GEODATA.gov (2021)
Απόσταση από υποβρύχια καλώδια και αγωγούς	≥ 1000 m	EMODnet (2021)
Απόσταση από γραμμές ναυσιπλοΐας	≥ 7000 m	EMODnet (2021)
Απόσταση από λιμένες	≥ 500 m	EMODnet (2021)

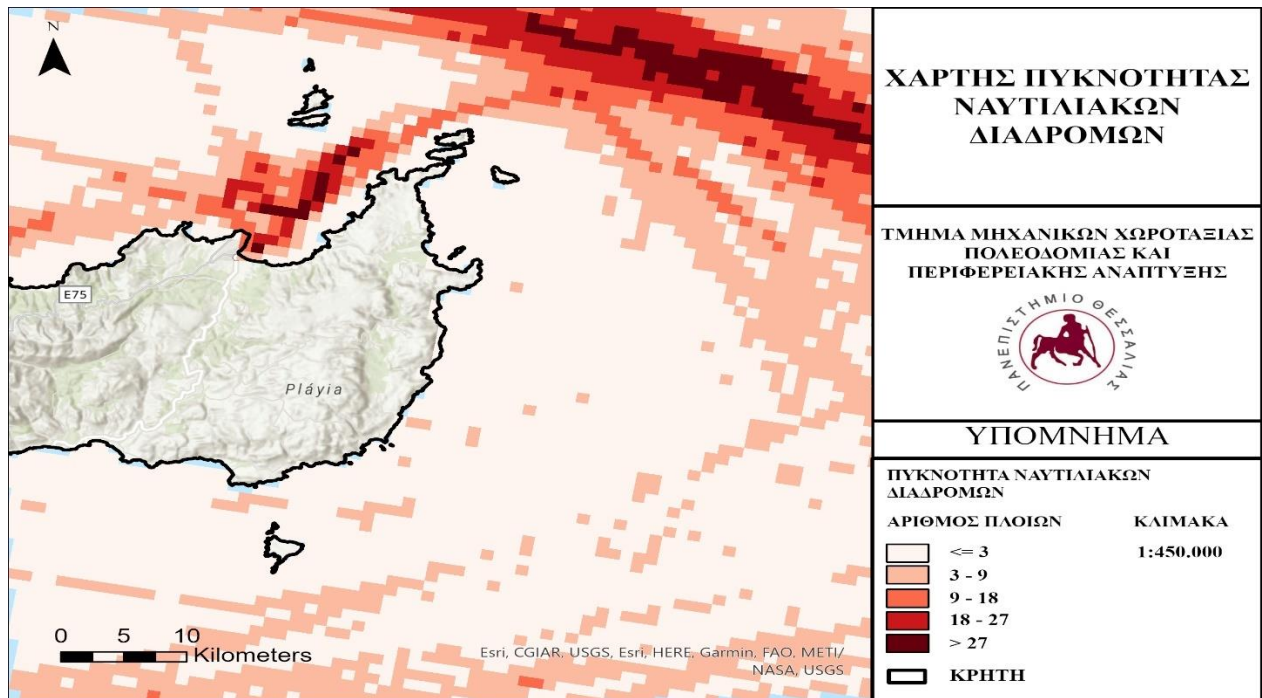
Πίνακας 21 - Ζώνες και περιορισμοί καταλληλότητας (Ιδία επεξεργασία)



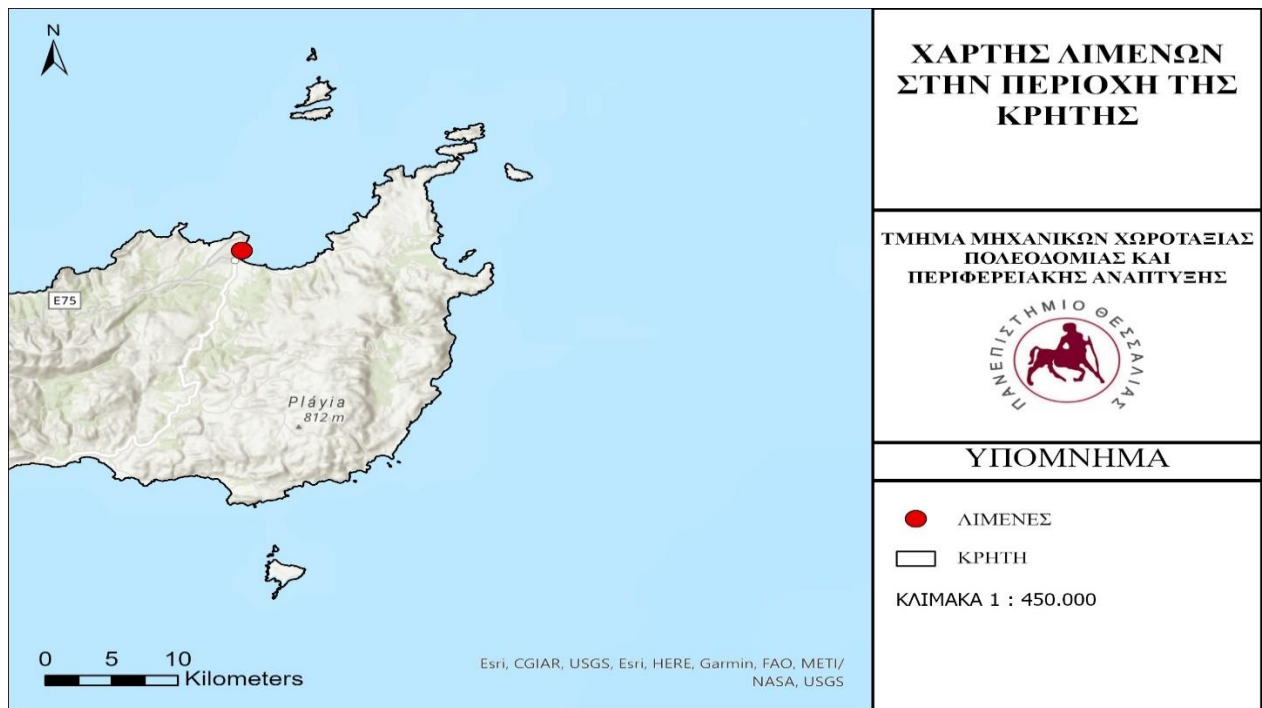
Χάρτης 5 - Αιολικό Δυναμικό (Ίδια επεξεργασία)



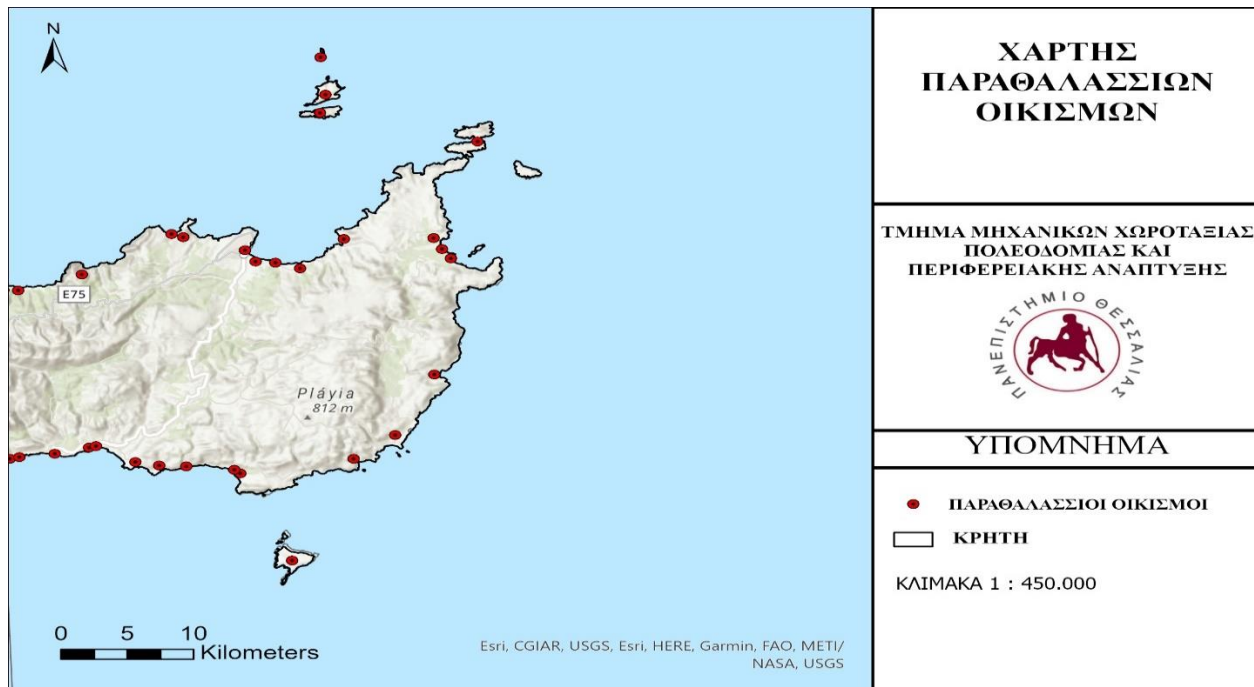
Χάρτης 6 - Βάθος Πυθμένα (Ίδια επεξεργασία)



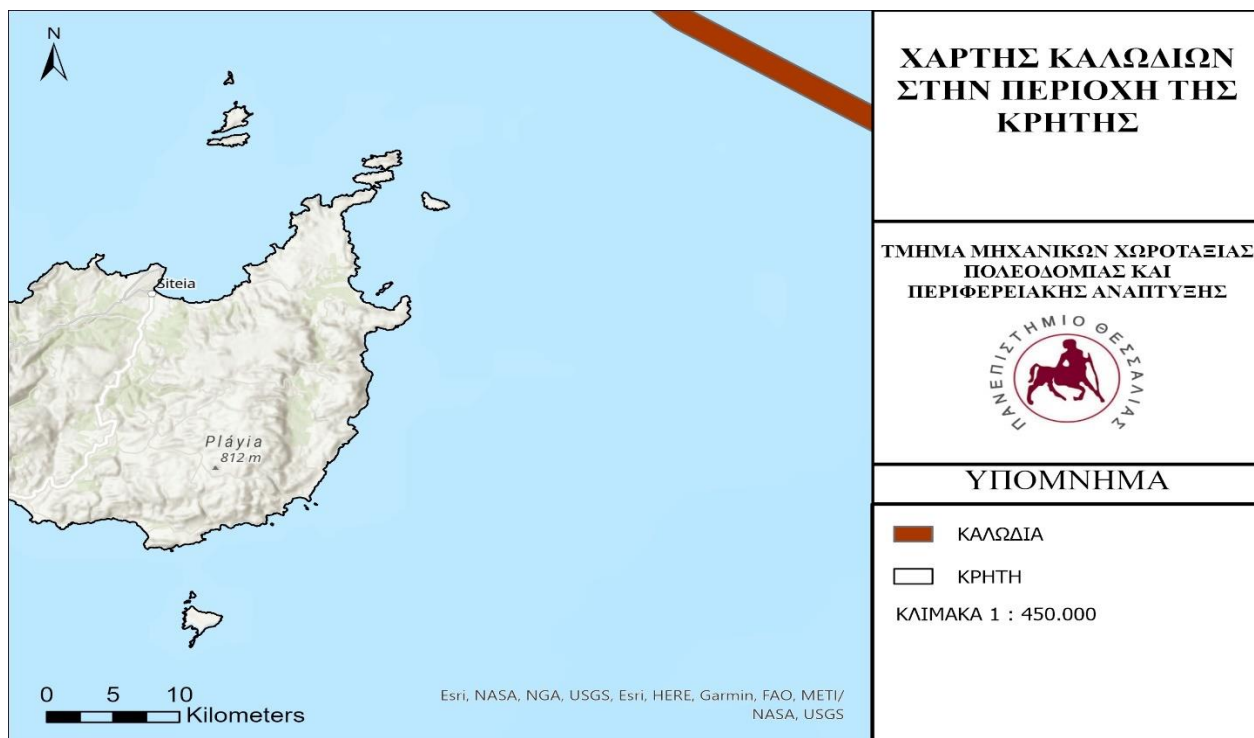
Χάρτης 7 - Πυκνότητας Ναυτιλιακών Διαδρομών (Ίδια επεξεργασία)



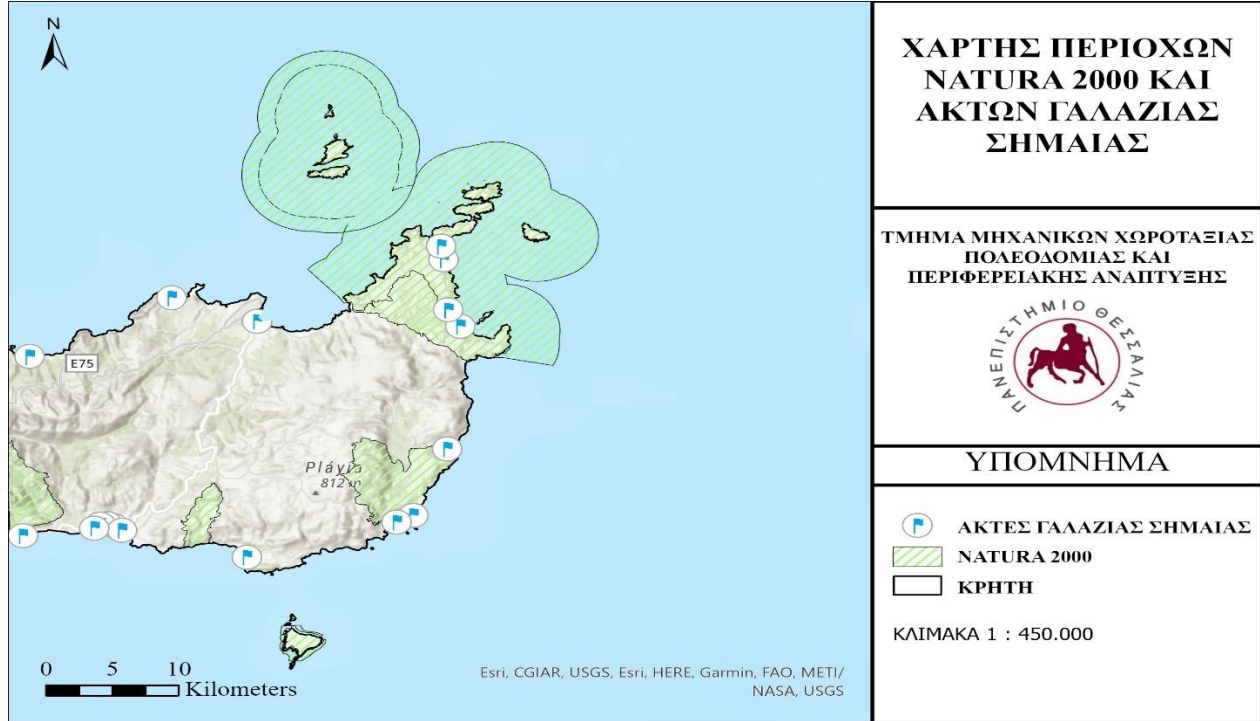
Χάρτης 8 - Λιμένων Περιοχής Μελέτης (Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 9 - Παραθαλάσσιων Οικισμών (Ίδια επεξεργασία)



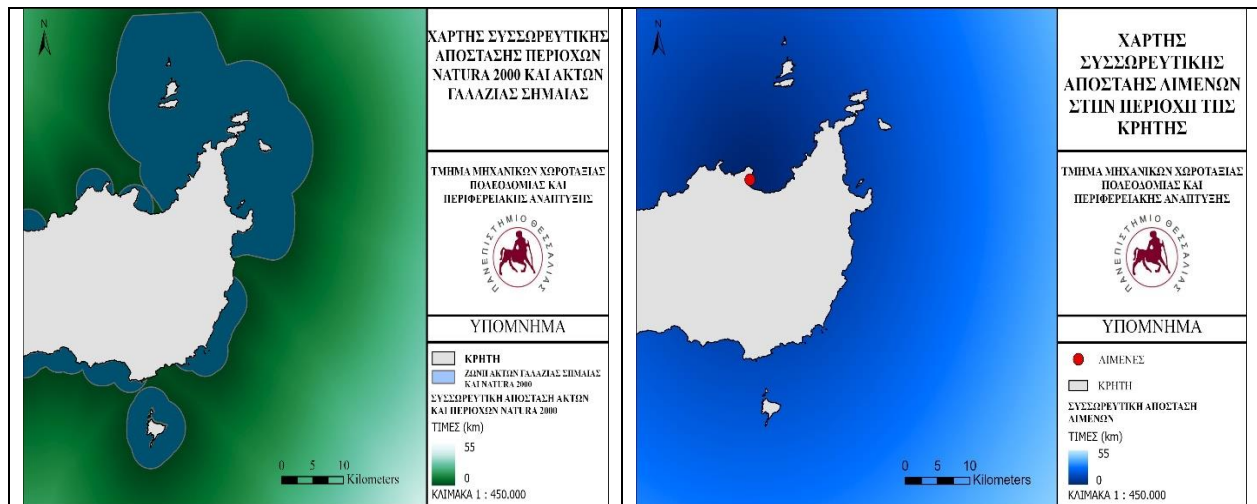
Χάρτης 10 - Υποθαλάσσιων Καλωδίων (Ίδια επεξεργασία)

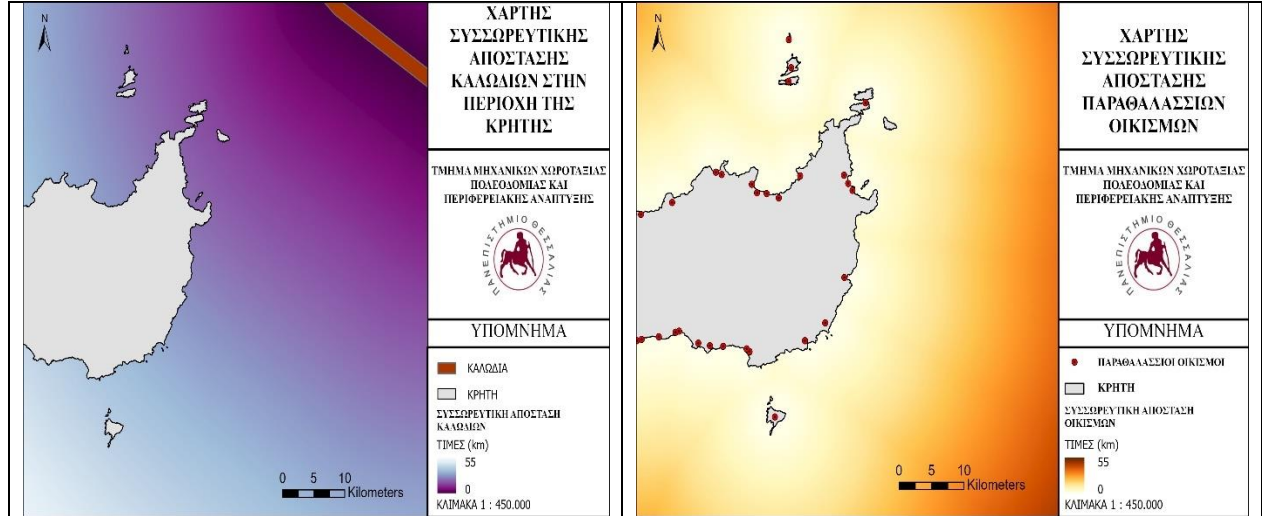


Χάρτης 11 - Περιοχών NATURA 2000 και ακτών Γαλάζιας σημαίας (Ίδια επεξεργασία)

5.2.1 Χρήση των εργαλείων Buffer, Distance Accumulation και Reclassify

Με βάση τις ζώνες των περιορισμών των κριτηρίων που έγινε στο παραπάνω κεφάλαιο χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Buffer του προγράμματος ArcGIS προκειμένου να υπάρξει μια οπτικοποίησή τους πάνω στους χάρτες για περαιτέρω επεξεργασία. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε πως είναι αποδεκτή η εγκατάσταση ΥΑΠ ακόμη και λίγα μέτρα μακριά από τον περιορισμό των ζωνών απαγόρευσης. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι αυτή η προσέγγιση μεταξύ των περιορισμών των κριτηρίων και των περιοχών καταλληλότητας είναι λανθασμένη και μπορεί να προκαλέσει σημαντικούς κινδύνους στις ζώνες αυτές. Για τον λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητο στην παρούσα διπλωματική να υπάρξει ένα ενδιάμεσο στάδιο επεξεργασίας με το οποίο θα παρουσιαστούν ζώνες οι οποίες θα αναλύονται βαθμολογικά με βάση την απόστασή τους από τους αρχικούς περιορισμούς. Με λίγα λόγια, η καταλληλότητα μιας περιοχής του θαλάσσιου χώρου για εγκατάσταση ΥΑΠ θα βελτιώνεται όσο πιο μακριά βρίσκεται από τους περιορισμούς των ζωνών. Η κίνηση αυτή θα επιτευχθεί με τη χρήση της Συσσωρευτικής Απόστασης (Distance Accumulation). Παρακάτω παρουσιάζονται εικόνες για την καλύτερη κατανόηση του εργαλείου.





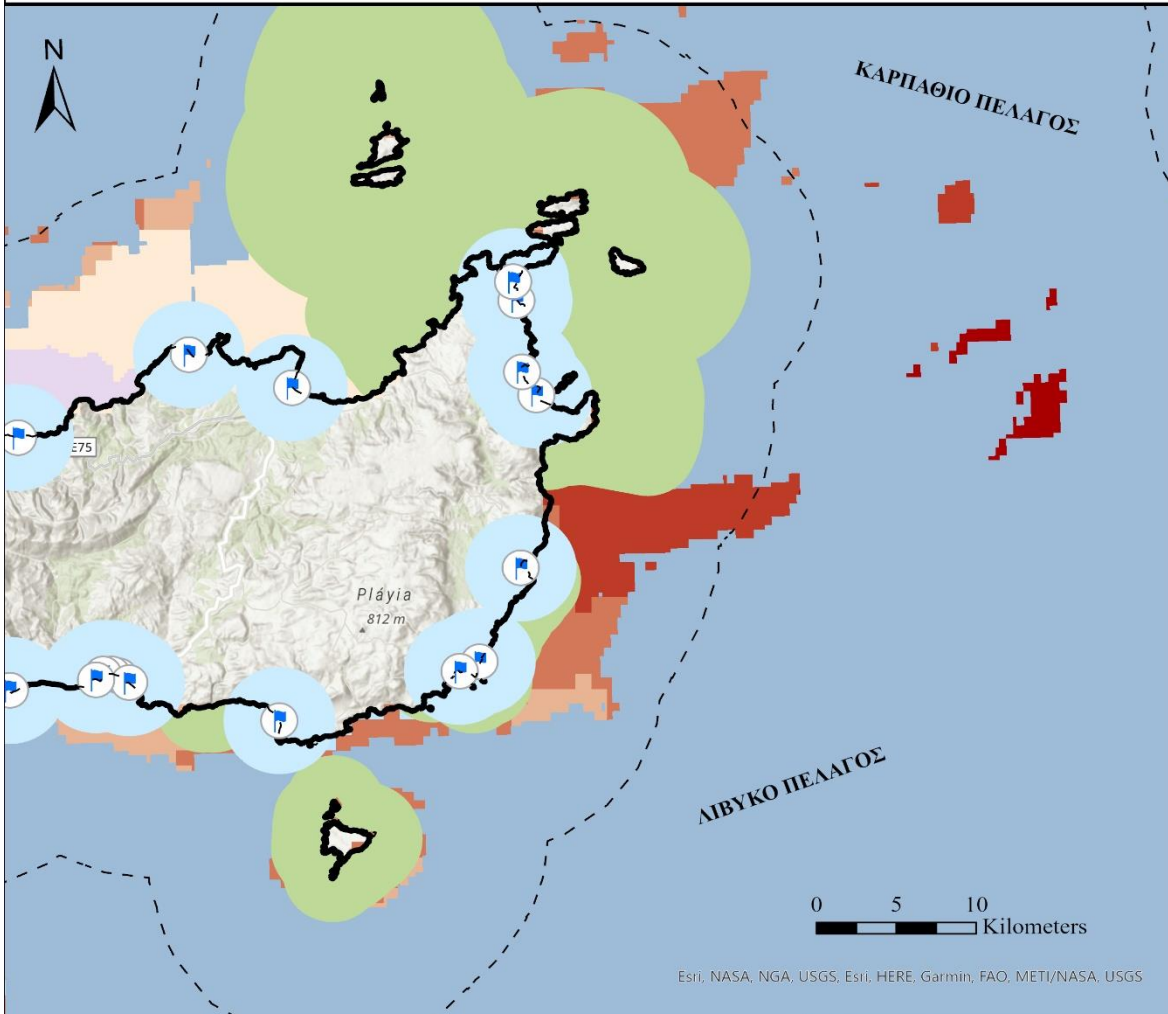
Πίνακας 22 – Ιδία επεξεργασία

Τέλος για την ομαλή συνέχεια του επόμενου βήματος, αυτό το στάδιο χρειάζεται και μια τελευταία επεξεργασία. Θα πραγματοποιηθεί μια αναδιοργάνωση των τιμών της Συσσωρευτικής Απόστασης (Distance Accumulation) σε μια κλίμακα βαθμών από το 1 έως το 5 (από την χειρότερη στην καλύτερη απόσταση από τις ζώνες περιορισμού του κάθε κριτηρίου). Η επεξεργασία αυτή ονομάζεται Αναταξινόμηση (Reclassify) των τιμών.

5.2.2 Συντελεστές βαρύτητας και χρήση του εργαλείου Weighted Overlay

Το τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση της μεθοδολογίας της παρούσας διπλωματικής και την ανάπτυξη του τελικού χάρτη καταλληλότητας είναι η επεξεργασία των προηγούμενων βημάτων με την Σταθμισμένη Επικάλυψη (Weighted Overlay) και την χρήση των συντελεστών βαρύτητας (Weights) που υπολογίστηκαν για κάθε κριτήριο ξεχωριστά στο παραπάνω κεφάλαιο. Πρόκειται για μια διαδικασία που πολλαπλασιάζει τους συντελεστές βαρύτητας με τις αντίστοιχες επικαλύψεις των αναταξινομημένων κριτηρίων και στη συνέχεια τα αθροίζει σε ένα τελικό αποτέλεσμα. Με το βήμα αυτό γίνεται η ανάπτυξη ενός χάρτη που αναλύει την περιοχή μελέτης και παρουσιάζει τον βαθμό καταλληλότητας για εγκατάσταση ΥΑΠ σύμφωνα με τους συντελεστές βαρύτητας. Έτσι μετά από όλη την παραπάνω διαδικασία το εργαλείο εμφανίζει τον παρακάτω χάρτη περιοχών καταλληλότητας.

ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΑΠ ΣΤΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ



Esri, NASA, NGA, USGS, Esri, HERE, Garmin, FAO, METI/NASA, USGS

ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ 	ΥΠΟΜΝΗΜΑ		ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ 6 ν.μ. NATURA 2000 ΑΚΤΕΣ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΣΗΜΑΙΑΣ ΖΩΝΗ ΑΚΤΩΝ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΣΗΜΑΙΑΣ ΚΑΙΜΑΚΑ 1 : 350.000
	ΒΑΘΟΣ ΠΥΘΜΕΝΑ (m) > 300	ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ (m/s) < 6	
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ			
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΕΡΑΜΑΡΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ		ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	
ΠΕΡΙΟΧΗ: ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ: ΛΑΣΙΘΙΟΥ			

Χάρτης 12 - περιοχών καταλληλότητας εγκατάστασης ΥΑΠ (Ιδία Επεξεργασία)

5.3 Συμπεράσματα κεφαλαίου

Συμπεραίνοντας, η μελέτη που πραγματοποιήθηκε αποτελεί την δημιουργία μιας μεθοδολογίας η οποία με τη συγκέντρωση και χρήση κατάλληλων πληροφοριών παράγει ένα μοντέλο εντοπισμού περιοχών ιδανικών για την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα αυτής παρουσιάζουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η περιοχή της Κρήτης και συγκεκριμένα ο θαλάσσιος χώρος γύρω από αυτή αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Παρατηρείται πως υπάρχουν πολλές χρήσεις και παράμετροι περιορισμού του θαλάσσιου χώρου. Παράμετροι, όπως οι περιοχές NATURA 2000 και οι ζώνες των ακτών γαλάζιας σημαίας, στις οποίες απαγορεύεται η οποιαδήποτε αλλοίωση. Επίσης, η τεχνολογία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα κριτήρια. Στην παρούσα διπλωματική, όπως έχει αναφερθεί, έχουν τεθεί «τεχνολογικά» όρια για το αιολικό δυναμικό και το βάθος του πυθμένα. Για το αιολικό δυναμικό η τεχνολογία επιτρέπει την χρήση της ταχύτητας του ανέμου που είναι μεγαλύτερη των 6 m/s. Το βάθος του πυθμένα ακόμη και αν η τεχνολογία επεκταθεί στις πλωτές εγκαταστάσεις όπως αναφέρθηκε μπορεί να φτάσει μέχρι τα 300 m βάθος. Τα δύο αυτά στοιχεία επηρεάζουν σημαντικά τον χάρτη των περιοχών καταλληλότητας αφού η συνεχής εξέλιξή τους σημαίνει και συνεχείς αλλαγές.
- Ωστόσο, είναι ξεκάθαρο πως ακόμη και με τους περιορισμούς των προστατευόμενων ζωνών ,αλλά και με την τεχνολογία που υπάρχει σήμερα, η κατάλληλη χρήση της μεθοδολογίας της παρούσας διπλωματικής εμφάνισε αποτελέσματα που να πληρούν όλα τα κριτήρια που τέθηκαν για τον εντοπισμό ιδανικών περιοχών. Παρατηρείται, λοιπόν ,πως Ανατολικά της Κρήτης εντοπίζονται περιοχές, οι οποίες διαθέτουν την μεγαλύτερη βαθμολογία που δόθηκε στον παραπάνω χάρτη που σημαίνει, πως είναι κατάλληλες για περαιτέρω ανάλυση και χρήση τους προκειμένου να εγκατασταθούν υπεράκτια αιολικά πάρκα.

- Επίσης και οι περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί με την αμέσως χαμηλότερη βαθμολογία είναι σωστό να ληφθούν και αυτές υπόψη ως περιοχές κατάλληλες για την εγκατάσταση ΥΑΠ. Όπως παρατηρείται από το χάρτη, το κύριο αρνητικό στοιχείο είναι η απόστασή τους από τις ζώνες αποκλεισμού. Βρίσκονται σε μικρότερη απόσταση από αυτές γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την επιλογή τους για την εγκατάσταση των αιολικών πάρκων. Είναι δυνατόν οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από τις μικρότερες βαθμολογίες, λόγω πιθανών μελλοντικών εξελίξεων σε ορισμένες ζώνες, να μικρύνουν ή και να εξαφανιστούν. Για παράδειγμα, εάν υπάρξουν αλλαγές στο μέγεθος των περιοχών και των περιορισμών της Natura τότε ορισμένες περιοχές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση θα αποκλειστούν. Όμως, με μια περεταίρω ανάλυσή τους υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης και των περιοχών αυτών με σκοπό να αξιοποιηθεί πλήρως ενεργειακά η περιοχή.

Κεφάλαιο 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική στοχεύει σε μια προσπάθεια δημιουργίας συγκεκριμένων βημάτων που ως αφετηρία είχαν την συλλογή δεδομένων, τα οποία στο τέλος χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη ενός μοντέλου εντοπισμού κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στο Αιγαίο και συγκεκριμένα στην ανατολική περιοχή της Κρήτης. Πρόκειται δηλαδή για μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταλληλότητα των περιοχών και την εγκατάσταση ΥΑΠ σε κάθε χώρα.

Για την δημιουργία της μεθοδολογίας είναι αρχικά απαραίτητη η κατανόηση και χρησιμότητα των ΥΑΠ, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη. Αυτό επιτεύχθηκε, αρχικά, με μια γενική αναφορά στο περιβάλλον και στους κινδύνους που υπάρχουν. Στην συνέχεια, αναλύθηκε η χρησιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η συνεισφορά τους στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Έπειτα, ακολούθησε η αναφορά στο γεγονός πως η θάλασσα αποτελεί έναν σημαντικό πόρο αξιοποίησης για την δημιουργία ΑΠΕ και αναλύθηκαν οι μορφές των ΘΑΠΕ που μέχρι και σήμερα η ανάπτυξή τους είναι εφικτή. Ένας από τους πόρους αυτούς

είναι και η εγκατάσταση ΥΑΠ. Πράγματι, τα ΥΑΠ αποτελούν το μέλλον των ΑΠΕ, καθώς η τεχνολογία και ο χώρος εγκατάστασής τους επιτρέπουν για συνεχή βελτίωση και εξέλιξη.

Σημαντικό κομμάτι ήταν η έρευνα και ανάλυση Ευρωπαϊκών στοιχείων, παραδειγμάτων και μελετών, καθώς τα ελληνικά δεδομένα υστερούσαν σε αυτό το κομμάτι με ελάχιστες αναφορές στα ελληνικά ύδατα. Ακόμη και αυτές οι μελέτες στηρίχθηκαν σε Ευρωπαϊκές προδιαγραφές. Είναι φανερό μέσα από τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν στην διπλωματική να διαπιστωθεί πως οι υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης έχουν εξελιχθεί και συνεχίζουν να εξελίσσονται. Παρατηρείται, δηλαδή, μια αδυναμία στην ανάπτυξη προτάσεων για την αξιοποίηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στον ελληνικό χώρο. Η αδυναμία αυτή εντοπίζεται, επίσης, και στην ανάπτυξη της θαλάσσιας χωροταξίας. Με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2014/89/ΕΕ η ΕΕ υποχρέωσε τις χώρες να θεσπίσουν ένα πλαίσιο για τον Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό. Ουσιαστικά θα αποτελούσε οργανωμένη νομοθεσία, που ως πεδίο εφαρμογής, θα είχε την σωστή χωροθέτηση και ανάπτυξη των δραστηριοτήτων στον θαλάσσιο χώρο. Είναι σημαντικό, ωστόσο να αναφερθεί, πως η Ελλάδα διαθέτει το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ που δίνει ως ένα βαθμό κατεύθυνση για τον σχεδιασμό και την εγκατάστασή τους αλλά αφορά περισσότερο τις χερσαίες εγκαταστάσεις και δεν διαθέτει επαρκή στοιχεία για την εγκατάσταση Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων. Περιέχει, δηλαδή ορισμένα στοιχεία, όπως οι ελάχιστες αποστάσεις από οικισμούς, αρχαιολογικούς και προστατευόμενους χώρους, τα οποία αναφέρονται σε αποστάσεις που ισχύουν μόνο για χερσαίες εγκαταστάσεις. Ωστόσο, το Πλαίσιο βρίσκεται σε διαδικασία αναθεώρησης και θα μπορούσε να αναπτυχθεί περισσότερο για τη θάλασσα και να εντάξει τεχνικά στοιχεία όπως το αιολικό δυναμικό και το βάθος που είναι κρίσιμα για τις μελέτες εγκατάστασης.

Για την συνέχιση της διπλωματικής και την ανάπτυξη της μεθοδολογίας χρειάζεται ένας ακόμη κρίσιμος παράγοντας. Αυτό είναι η συγκέντρωση των δεδομένων για την ανάπτυξη των κριτηρίων. Η συγκέντρωση των δεδομένων αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της δημιουργίας της μεθοδολογίας και απαιτεί από τον ερευνητή να διαθέτει μια σχετική εμπειρία στην ανεύρεση των απαραίτητων στοιχείων. Αρχικά οι περιορισμοί των κριτηρίων εντοπίστηκαν από το ΕΠΧΣΑΑ ωστόσο παρατηρήθηκε πως αυτά τα δεδομένα ήταν ξεπερασμένα και συνεπώς η ανάπτυξή τους στράφηκε σε πληροφορίες από την διεθνή και ευρωπαϊκή εμπειρία. Μετά την συλλογή των δεδομένων και την ανάπτυξη των κριτηρίων έπεται η ιεράρχησή τους ανάλογα με την

σημαντικότητα του κάθε κριτηρίου και η επαλήθευση αυτής. Η διαδικασία αυτή ως σκοπό είχε την δημιουργία συντελεστών βαρύτητας για το κάθε κριτήριο. Υπήρχαν δύο επιλογές με τις οποίες ήταν εφικτή η δημιουργία των συντελεστών. Η πρώτη ήταν η ανάπτυξη ενός ερωτηματολογίου το οποίο θα απευθυνόταν σε άτομα επιστημονικού και ερευνητικού κύρους. Ο τρόπος αυτός σύντομα απορρίφθηκε λόγω του μεγέθους του εύρους των τομέων στους οποίους θα απευθυνόταν το ερωτηματολόγιο αλλά και στην αβεβαιότητα για την επιστροφή απαντήσεων από όλους τους ερωτηθέντες. Η δεύτερη επιλογή, που εν τέλει χρησιμοποιήθηκε, ήταν η συγκέντρωση δεδομένων για τους συντελεστές βαρύτητας από την διεθνή εμπειρία και εφαρμογή. Ο τρόπος αυτός, παρότι φαίνεται απλός, απαιτεί από τον ερευνητή σχετική εμπειρία και γνώση στην συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, ώστε να αναπτυχθούν οι συντελεστές με σωστό τρόπο. Μετά την δημιουργία των συντελεστών βαρύτητας ακολουθεί η επαλήθευσή τους προκειμένου να παρατηρηθεί εάν η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν έδωσε σωστά αποτελέσματα. Για την επαλήθευση, χρησιμοποιήθηκε η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία με την οποία παρατηρήθηκε, πως πράγματι η ανάπτυξη του δεύτερου τρόπου για τους συντελεστές βαρύτητας ήταν επιτυχής.

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας αφορά χρήση των συντελεστών στο πρόγραμμα ARCGis το οποίο έπειτα από μια μεγάλη διαδικασία προκύπτουν τα αποτελέσματα στην περιοχή που έχει επιλεχθεί για ανάλυση. Στην προκειμένη περίπτωση παρατηρήθηκε πως η μεθοδολογία πέτυχε τον σκοπό της και ανέδειξε σημαντικές θέσεις στις οποίες μπορεί να υπάρξει ανάπτυξη Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων στο ανατολικό τμήμα της Κρήτης.

Τέλος, είναι σκόπιμο να αναφερθούν ορισμένες παρατηρήσεις και σχόλια που προέκυψαν με την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Αρχικά παρατηρήθηκε πως υπήρχε σημαντική έλλειψη ελληνικών κειμένων όσον αναφορά τις μελέτες για δημιουργία ΥΑΠ. Υπήρχαν μελέτες, που ως περίπτωση μελέτης είχαν τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο, ωστόσο η σύνταξή τους πραγματοποιήθηκε από ξένους ερευνητές και μόνο σε λίγες περιπτώσεις από Έλληνες. Επίσης, είναι απαραίτητο να αναθεωρηθεί σύντομα το ΕΠΧΣΑΑ, ώστε να αντλούνται πληροφορίες και δεδομένα από όσο το δυνατόν ελληνικές ακόμη και αν η Ελλάδα υστερεί στον ΘΧΣ και στη περιβαλλοντική αξιοποίηση των υδάτων. Όσον αναφορά το κομμάτι της επεξεργασίας των δεδομένων το ARCGis απαιτεί από τον χρήστη εξειδίκευση, εξοικείωση και εμπάθυση

προκειμένου να είναι επιτυχής η οποιαδήποτε μελέτη ιδίου περιεχομένου. Επιπλέον, η μελέτη έχει προχωρήσει ως ένα ικανοποιητικό στάδιο προκειμένου να εμφανίζονται αποτελέσματα που να επαληθεύουν πως η μεθοδολογία είναι πράγματι σωστή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Ωστόσο υπάρχουν και περαιτέρω βήματα, τα οποία όμως ξεφεύγουν από τα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Πρόκειται για εργαλεία του GIS που μπορούν να παρέχουν ακόμη πιο ακριβή ιεράρχιση των κατάλληλων θέσεων, μπορούν να επεξεργασθούν περισσότερα κριτήρια και να χρησιμοποιήσουν μεγαλύτερη περιοχή μελέτης. Το σημαντικότερο από αυτά όμως είναι η Ανάλυση Ευαισθησίας, στάδιο που δεν χρησιμοποιήθηκε στην προκειμένη περίπτωση αλλά αξίζει να αναφερθεί. Η Ανάλυση Ευαισθησίας μελετά τις αλλαγές των συντελεστών ή των ορίων που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζει την επίδρασή τους στο τελικό αποτέλεσμα. Ανάλογα με την σπουδαιότητα του συντελεστή και τις αλλαγές του, είναι πιθανόν να επηρεαστεί σημαντικά ο χάρτης των κατάλληλων περιοχών. Το εργαλείο αυτό απαντά στις παραδοχές του προηγούμενου κεφαλαίου για τον τελικό χάρτη ανάλυσης στον οποίο αναφέρθηκαν οι πιθανές αλλαγές ορισμένων ζωνών με αποτέλεσμα τον αποκλεισμό περιοχών κατάλληλων για την εγκατάσταση ΥΑΠ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018. ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013. ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, Πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030. Βρυξέλλες, σ. 1 – 16

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011. Ενεργειακός Χάρτης πορείας για το 2050. Βρυξέλλες, σ. 1 – 22

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Βρυξέλλες, σ. 1 – 30

ΥΠΕΝ, 2019. Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. Αθήνα, σ. 1 – 335

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2014. ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2014/89. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ξενόγλωσση

Bailey, H., Brooks, L., K., Thompson, M., P. 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquatic Biosystems*, 10, p. 1 – 13.

Bento, N., Fontes, M. 2018. Emergence of Floating Offshore Wind Energy: Technology and Industry, p. 1 – 40.

Day, J. 2002. Zoning—lessons from the Great Barrier Reef Marine Park, 45, 139–156.

De Dominicis, M., O'Hara Murray, R. & Wolf, J. 2017. Multi-scale ocean response to a large tidal stream turbine array. *Renewable Energy*, 114, 1160-1179.

Ellabban, O., Abu-Rub, H. & Blaabjerg, F. 2014. Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748-764.

European MSP Platform 2021. TRANSPORT AND OFFSHORE WIND | Conflict fiche 7: Maritime transport and offshore wind

Garavelli, L. 2020. 2020 State of the Science Report-Chapter 8: Encounters of Marine Animals with Marine Renewable Energy Device Mooring Systems and Subsea Cables.

Garlapati, N., Kachhwaha, S., S. 2017. Evaluation of Offshore Wind Power Potential in the Western Coast of India: A Preliminary Study, p. 62 – 67.

Gusatu, L. F., Yamu, C., Zuidema, C. & Faaij, A. 2020. A Spatial Analysis of the Potentials for Offshore Wind Farm Locations in the North Sea Region: Challenges and Opportunities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9, 96.

Gourgiotis, A., Stefani F., Tsilimigkas G., 2018. Maritime Safety and Security Law Journal: *Marine Spatial Planning Framework Integration: Synergies, Compatibility and Incompatibility Issues. Evidence from Greece*, p 1 – 18.

Islam, M. R., Mekhilef, S. & Saidur, R. 2013. Progress and recent trends of wind energy technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 456-468.

Kabouris, J. & Hatziaargyrioy, N. 2006. *Wind power in Greece - Current situation, future developments and prospects*.

Karipoglu, F., 2020. IMPORTANCE OF OFFSHORE WIND FARMS MARMARA SEA FOR TURKEY'S RENEWABLE ENERGY TARGETS: A CASE STUDY MARMARA SEA. *Technium* Vol. 2, Issue 2, p. 25 – 38.

Katopodis, T., Markantonis, I., Politi, N., Vlachogiannis, D. & Sfetsos, A. 2020. High-Resolution Solar Climate Atlas for Greece under Climate Change Using the Weather Research and Forecasting (WRF) Model. *Atmosphere*, 11, 761.

Kumar, Y., Ringerberg, J., Depuru, Soma S., Devabhaktuni, V. K., Lee, Jin W., Nokolaidis, E., Andersen, B. & Afjeh, A. 2016. Wind energy: Trends and enabling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 209-224.

Lynch, K., Murphy, J., Serri, L., Airoidi, D., 2012. Site Selection Methodology for combined wind and ocean energy technologies in Europe, 4th International Conference on Ocean Energy. Dublin, p. 1 – 9.

Oh, K.-Y., Nam, W., Ryu, M. S., Kim, J.-Y. & Epureanu, B. I. 2018. A review of foundations of offshore wind energy convertors: Current status and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 88, 16-36.

Panwar, N. L., Kaushik, S. C. & Kothari, S. 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1513-1524.

Perez-Collazo, C., Greaves, D. & Iglesias, G. 2015. A review of combined wave and offshore wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 141-153.

Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES). (pp. 29-65)

Roy, A., Auger, F., Dupriez-Robin, F., Bourguet, S. & Tran, Q. T. 2018. Electrical Power Supply of Remote Maritime Areas: A Review of Hybrid Systems Based on Marine Renewable Energies. *Energies*, 11, 1904.

Soukissian, T. H., Denaxa, D., Karathanasi, F., Prospathopoulos, A., Sarantakos, K., Iona, A., Georgantas, K. & Mavrakos, S. 2017. Marine Renewable Energy in the Mediterranean Sea: Status and Perspectives. *Energies*, 10, 1512.

Sparling, C.E., A.C. Seitz, E. Masden, and K. Smith. 2020. Collision Risk for Animals around Turbines. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science

Spyridonidou, S., Vagiona, G. D., Loukougeorgaki, E., 2020. Strategic Planning of Offshore Wind Farms in Greece. *Sustainability*, 12, p. 1 – 20.

Stefanakou, A., A., Nikitakos, N, Lilas, T., Pavlogeorgatos, G., 2019. A GIS-based decision support model for offshore floating wind turbine installation. *International Journal of Sustainable Energy*, p 1 – 20.

Sullivan R., G. 2021. Methodology for Assessment of Seascape, Landscape, and Visual Impacts of Offshore Wind Energy Developments on the Outer Continental Shelf of the United States. Washington (DC): U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM 2021-032.78

Sullivan, R., G., Richmand, P., 2012. Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances in Western Landscapes, p. 1 – 48.

Vagiona, D., G., Kamilakis, M., 2018. Sustainable Site Selection for Offshore Wind Farms in the South Aegean—Greece. *Sustainability*, p. 1 – 18.

Διαδικτυακές Πηγές

Διαδικτυακός Τόπος για τη φύση και την Βιοποικιλότητα, Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων – Υγροτόπων, 2022. Προσβάσιμο από: <http://www.biodiversity-info.gr/index.php/el/greek-nature-and-biodiversity/species/flora/posidonia-oceanica> [Τελευταία πρόσβαση 9/5/2022]

ΕΛΕΤΑΕΝ, 2018. *ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ (ΕΣΕΚ)*. Προσβάσιμο από: <https://eletaen.gr/theseis-kai-apopseis-tis-eletaen-gia-ton-esek/> [Τελευταία πρόσβαση 27/10/2021]

Ελληνικός Στρατός, Χωρικά Ύδατα. Προσβάσιμο από: <http://www.ellinikos-stratos.com/arthra/xwrikaydata.asp> [Τελευταία πρόσβαση 2/11/2021]

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2008. *Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού*. Προσβάσιμο από: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/arxeia_diafora/keimena/EX_RES_FE_K_B2464_031208.pdf [Τελευταία πρόσβαση 3/11/2021]

Κατσέλη Χ., 2019. Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων στον ελληνικό χώρο: Μια προσέγγιση με βάση την τεχνολογία των GIS. Προσβάσιμο από: <https://www.emc2.gr/el/news/horothetisi-thalassion-aiolikon-parkon-ston-elliniko-horo-mia-proseggisi-me-basi-tin> [Τελευταία πρόσβαση 15/11/2021]

Περιφέρεια Λασιθίου, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.crete.gov.gr/region/i-perifereia/> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

ΡΑΕ, 2020. *Στατιστικά Ενεργειακού Ισοζυγίου 2020*. Προσβάσιμο από: <https://www.rae.gr/%cf%83%cf%84%ce%b1%cf%84%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ac/> [Τελευταία πρόσβαση 26/10/2021]

ΥΠΕΝ, Αιολική. Προσβάσιμο από: <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/aioliki/> [Τελευταία πρόσβαση 26/10/2021]

ΥΠΕΝ, Ενέργεια. Προσβάσιμο από: <https://ypen.gov.gr/> [Τελευταία πρόσβαση 26/10/2021]

American Geosciences Institute (AGI). Προσβάσιμο από: <https://www.americangeosciences.org/> [Τελευταία πρόσβαση 18/10/2021]

CNBC, 2021. Kincardine. Προσβάσιμο από: <https://www.cnbc.com/2021/09/21/worlds-largest-floating-wind-farm-takes-another-step-forward.html> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

Ehler C., Zaucha J., Gee K. (2019) Maritime/Marine Spatial Planning at the Interface of Research and Practice. In: Zaucha J., Gee K. (eds) Maritime Spatial Planning. Palgrave Macmillan, Cham. Προσβάσιμο από: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98696-8_1 [Τελευταία πρόσβαση 30/10/2021]

EMODnet, Natura 2000, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Natura+2000> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

EMODnet, Cables, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Telecommunication+Cables+%28schematic+routes%29> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

EMODnet, Ship Density, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Vessel+Density> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

EMODnet, Ports, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Main+Ports> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

ENERGY EDUCATION, 2021. Wind Power. Προσβάσιμο από: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Wind_power [Τελευταία πρόσβαση 12/11/2021]

Equinor, 2017. Hywind Scotland. Προσβάσιμο από: <https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind/hywind-scotland.html> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

Esri, weighted overlay, 2022. Προσβάσιμο από <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/weighted-overlay.htm> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

Esri, Reclassify, 2022. Προσβάσιμο από <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

European Environment Agency, 2022. Προσβάσιμο από <https://www.eea.europa.eu/ims/share-of-energy-consumption-from> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

European MSP Platform. Προσβάσιμο από <https://www.msp-platform.eu/msp-eu/introduction-msp> [Τελευταία πρόσβαση 1/11/2021]

European MSP Platform, Στοιχεία των χωρών. Προσβάσιμο από <https://www.msp-platform.eu/countries-overview> [Τελευταία πρόσβαση 1/11/2021]

European MSP Platform, MSPMED, 2020. Προσβάσιμο από: <https://mspmed.eu/> και λήψης της μελέτης από: <https://www.espa.gr/el/Pages/NewsFS.aspx?item=1318> [Τελευταία πρόσβαση 2/11/2021]

GEODATA. Προσβάσιμο από <https://geodata.gov.gr/en/> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

Global Wind Atlas, Wind Speed, 2022. Προσβάσιμο από <https://globalwindatlas.info/api/gis/country/GRC/wind-speed/100> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

Global Wind Atlas, Bathymetry, 2022. Προσβάσιμο από https://globalwindatlas.info/api/gis/country/GRC/elevation_w_bathymetry/ [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

GRUPO COBRA, 2021. Kincardine. Προσβάσιμο από: <https://www.grupocobra.com/en/proyecto/kincardine-offshore-floating-wind-farm/> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

Interreg Euro – MED, 2021. Προσβάσιμο από: <https://interreg-euro-med.eu/en/call-1-governance-projects/> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

Interreg MED, 2020. Προσβάσιμο από: <https://interreg-med.eu/about-us/what-is-interreg-med/> [Τελευταία πρόσβαση 3/5/2022]

International Renewable Energy Agency (IRENA). Προσβάσιμο από: <https://www.irena.org/wind> [Τελευταία πρόσβαση 30/10/2021]

OSPAR, History. Προσβάσιμο από: <https://www.ospar.org/about> [Τελευταία πρόσβαση 30/10/2021]

OWP, 2014. Butendiek. Προσβάσιμο από: <https://www.owp-butendiek.de/> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

Power – Technology, 2013. Anholt. Προσβάσιμο από: <https://www.power-technology.com/projects/anholt-offshore-wind-farm/> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

RWE, 2015. Amrumbank West. Προσβάσιμο από: <https://www.rwe.com/en/our-portfolio/our-sites/wind-farm-amrumbank> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

RWE, 2015. Nordsee Ost. Προσβάσιμο από: <https://www.rwe.com/en/our-portfolio/our-sites/nordsee-ost-offshore-wind-farm> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

RWE, 2010. Rødsand. Προσβάσιμο από: <https://se.rwe.com/en/locations/wind-farm-rodsand/> [Τελευταία πρόσβαση 11/11/2021]

VASAB, History. Προσβάσιμο από: <https://vasab.org/home/about/history/> [Τελευταία πρόσβαση 30/10/2021]