



## **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

### **ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ**



**Λειβαδάρας Θ. Νικόλαος**  
Χωροτάκτης Μηχανικός Α.Π.Θ

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου  
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

**Αθήνα, Νοέμβριος 2016**

**Επίβλεψη: Φώτης Γ., Καθηγητής ΕΜΠ**

**Επιτροπή Παρακολούθησης:**

Φώτης Γ., Καθηγητής ΕΜΠ  
Κουτσόπουλος Κ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Πηγάκη Μ., Ε.ΔΙ.Π ΕΜΠ

**Περιβάλλον  
και  
Ανάπτυξη**





## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

### ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ



**Λειβαδάρας Θ. Νικόλαος**  
Χωροτάκτης Μηχανικός Α.Π.Θ

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου  
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

**Αθήνα, Νοέμβριος 2016**

**Επίβλεψη: Φώτης Γ., Καθηγητής ΕΜΠ**

**Επιτροπή Παρακολούθησης:**

Φώτης Γ., Καθηγητής ΕΜΠ  
Κουτσόπουλος Κ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Πηγάκη Μ., Ε.ΔΙ.Π ΕΜΠ

**Περιβάλλον  
και  
Ανάπτυξη**

Copyright © Λειβαδάρας Θ. Νικόλαος, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Την ευθύνη για το περιεχόμενο, τις πηγές και αναφορές που χρησιμοποιούνται φέρει αποκλειστικά ο υπογράφων/συγγραφέας της εργασίας. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Φώτη για τις χρήσιμες συμβουλές, τις παροτρύνσεις και τη βοήθεια σε βιβλιογραφικές παραπομπές και την κ. Πηγάκη για την καθοδήγηση και το χρόνο που μου αφιέρωσε για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζει ακατάπαυστα, παρά τις όποιες δυσκολίες.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	14
Abstract.....	15
Γλωσσάρι.....	16
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
Κεφάλαιο 1: Αιολική Ενέργεια και Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα.....	20
1 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Αιολική Ενέργεια και Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα.....	21
1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....	21
1.2 Η Αιολική Ενέργεια.....	23
1.2.1 Αιολικό Δυναμικό.....	24
1.2.2 Ανεμογεννήτριες.....	27
1.2.3 Η Εξέλιξη της Αιολικής Ενέργειας .....	33
1.2.4 Κόστος και Τιμολόγηση.....	36
1.3 Θαλάσσια Αιολικά .....	37
1.3.1 Σχεδιασμός ανεμογεννητριών για υπεράκτια αιολικά πάρκα.....	40
1.3.2 Δομές στήριξης των θαλάσσιων ανεμογεννητριών.....	43
1.3.3 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα.....	48
1.3.4 Εμπειρικό Παράδειγμα: Υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Thanet”.....	50
1.4 Αντίλογος: Μειονεκτήματα και Επιπτώσεις Αιολικής Ενέργειας.....	52
1.4.1 Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	52
1.4.2 Περιβαλλοντικές και Λοιπές Επιπτώσεις.....	53
1.4.3 Ανασταλτικοί Παράγοντες.....	59
1.4.4 Συμπεράσματα.....	59
Κεφάλαιο 2: Θεσμικό Πλαίσιο και Χωροταξικός Σχεδιασμός για Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα.....	61
2 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο και Χωροταξικός Σχεδιασμός για Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα.....	62
2.1 Στρατηγικές Κατευθύνσεις.....	62
2.1.1 Ευρωπαϊκό Επίπεδο.....	62
2.1.2 Εθνική Στρατηγική.....	64
2.2 Θεσμικό Πλαίσιο .....	66
2.2.1 Νομοθετικό Πλαίσιο Ευρώπης.....	66
2.2.2 Νομοθετικό Πλαίσιο Ελλάδας.....	67

2.3 Χωροταξικός Σχεδιασμός και ΑΠΕ.....	68
2.3.1 Χωροταξικός Σχεδιασμός.....	68
2.3.2 Χωροθέτηση Έργων ΑΠΕ.....	68
2.3.3 Κριτήρια Αποστάσεων για Έργα ΑΠΕ.....	70
2.3.4 Ειδικά Κριτήρια για Χωροθέτηση Θαλάσσιων Πάρκων.....	79
2.3.5 Διαδικασία Αδειοδότησης Θαλάσσιων Αιολικών .....	79
2.3.6 Σχέδιο Δημιουργία Θαλάσσιων Αιολικών στην Ελλάδα.....	80
2.4 Κριτική στο χωροταξικό σχεδιασμό για ΑΠΕ.....	84
2.4.1 Ο χωροταξικός σχεδιασμός στις ευρωπαϊκές χώρες.....	84
2.4.2 Κριτική στο Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ.....	86
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Περιοχής Μελέτης: Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων.....	88
3 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Ανάλυση Περιοχής Μελέτης: Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων.....	89
3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Κυκλάδων.....	89
3.2 Η ηλεκτρική ενέργεια στις Κυκλάδες.....	97
3.2.1 Παροχή Ηλεκτρικής Ενέργειας στις Κυκλάδες – Υφιστάμενη Κατάσταση...97	
3.2.2 Ενεργειακά Ζητήματα, Προβλήματα Διασύνδεσης και Περιβαλλοντική Υποβάθμιση στις Κυκλάδες.....	101
3.3 Οι ΑΠΕ στην περιοχή αναφοράς.....	106
3.3.1 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΑΠΕ.....	106
3.3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση ΑΠΕ στις Κυκλάδες.....	109
3.4 Τάσεις και Ενεργειακές Ανάγκες των Κυκλάδων.....	112
3.4.1 Δημογραφικά Δεδομένα και Τάσεις.....	112
3.4.2 Ενεργειακή Ζήτηση.....	113
3.4.3 Οικονομικές Δραστηριότητες.....	114
3.4.4 Οικιστική Εξάπλωση.....	117
Κεφάλαιο 4: Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων μέσω ΣΓΠ στις Κυκλάδες.....	124
4 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων μέσω ΣΓΠ στις Κυκλάδες.....	125
4.1 Εισαγωγή στα ΓΣΠ.....	125
4.2 Καθορισμός Προβλήματος .....	126
4.3 Καθορισμός Κριτηρίων.....	128
4.4 Επιλογή κατάλληλων τοποθεσιών χωροθέτησης ΘΑΠ.....	131
4.5 Καθορισμός μέγιστων επιτρεπόμενων πυκνοτήτων αιολικών εγκαταστάσεων.....	137

4.6 Ιεράρχηση κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης ΘΑΠ.....	138
4.6.1 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων: Μέθοδος “Electre Tri” στα “GIS”...138	
4.6.2 Εφαρμογή Μεθόδου: Ιεράρχηση περιοχών με βάση τη καταλληλότητα.....	141
4.7 Πρόταση Χωροθέτησης ΘΑΠ στις Κυκλάδες.....	146
4.7.1 Πρόταση συνδυαστικού ΘΑΠ 442 MW Κυκλάδων.....	146
4.7.2 Εκτίμηση οχλήσεων από το προτεινόμενο έργο.....	152
4.7.3 Συμπληρωματική πρόταση για μικρότερα πολύγωνα.....	152
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Περαιτέρω Έρευνα .....	154
5 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Περαιτέρω Έρευνα.....	155
5.1 Συμπεράσματα Εργασίας.....	155
5.2 Περαιτέρω Έρευνα .....	161
Βιβλιογραφία.....	164
Παράρτημα.....	174



## Περιεχόμενα Εικονογράφησης

### Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Γενική εικόνα κυκλοφορίας των ανέμων στη γη.....	24
Εικόνα 2: Τύποι ανεμογεννητριών, οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα.....	28
Εικόνα 3: Τυπική Ανεμογεννήτρια (τριών πτερυγίων).....	29
Εικόνα 4: Τμήματα τυπικής ανεμογεννήτριας.....	31
Εικόνα 5: Τα κύρια τμήματα μίας θαλάσσιας ανεμογεννήτριας.....	41
Εικόνα 6: Μεταφορά αποσυναρμολογημένου στροφέα (διαμέτρου 70 μέτρων) για τοποθέτηση στο υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Yttre Stengrund” στη Σουηδία.....	42
Εικόνα 7: Εγκατάσταση Ανεμογεννητριών στο αιολικό πάρκο “Nysted” της Δανίας.....	42
Εικόνα 8: Διάφορες κατασκευές θεμελίωσης θαλάσσιων ανεμογεννητριών.....	43
Εικόνα 9: Κατασκευή που στηρίζεται στη βαρύτητα.....	44
Εικόνα 10: Κατασκευή έδρασης μονού πυλώνα.....	44
Εικόνα 11: Δομή έδρασης με τρίποδο.....	45
Εικόνα 12: Πλωτές κατασκευές έδρασης ανεμογεννητριών.....	46
Εικόνα 13: Σύστημα πρόσδεσης και διασύνδεση με καλώδια.....	46
Εικόνα 14: Πλωτός αιολικός σταθμός “Hexicon”.....	47
Εικόνα 15: Αντίστοιχη τεχνολογία έδρασης με θαλάσσια βάθη και παραγόμενη ισχύ.....	49
Εικόνα 16: Υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Thanet”.....	50
Εικόνα 17: Αύξηση μεγέθους και ισχύος για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες.....	52
Εικόνα 18: Χρωματισμός Ανεμογεννητριών για αισθητική βελτίωση.....	55
Εικόνα 19: Υπολογισμός μέσης απόστασης από την ακτή.....	58
Εικόνα 20: Κατευθύνσεις της πολιτικής συνοχής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	64
Εικόνα 21: Στρατηγικές Επιδιώξεις του Νέου ΕΣΠΑ (2014 - 2020).....	65
Εικόνα 22: Ενδεικτική εφαρμογή των κανόνων ένταξης των αιολικών πάρκων στο τοπίο.....	78
Εικόνα 23: Οι δώδεκα περιοχές ανάπτυξης ΘΑΠ στην Ελλάδα.....	80
Εικόνα 24: Προτεινόμενο Θαλάσσιο Αιολικό στη Θάσο.....	85
Εικόνα 25: Φωτορεαλιστική Απεικόνιση ΘΑΠ Θάσου.....	85
Εικόνα 26: Προτεινόμενο ΘΑΠ Κέρκυρας.....	83
Εικόνα 27: Προτεινόμενο ΘΑΠ Άγιος Ευστράτιος.....	83

Εικόνα 28: Θαλάσσια είδη σε προτεινόμενη θέση για δημιουργία ΘΑΠ.....	85
Εικόνα 29: Παραγόμενοι αέριοι ρύποι από τον ΑΣΠ Σύρου.....	104
Εικόνα 30: Χάρτες μηνιαίας αιολικής ισχύος σε $W/m^2$ .....	107
Εικόνες 31 και 32: Δορυφορικές Εικόνες: Ελιά Μυκόνου 2003 και 2014 αντίστοιχα.....	118
Εικόνες 33 και 34: Δορυφορικές Εικόνες: Φοίνικας Σύρου 2003 και 2016 αντίστοιχα.....	119
Εικόνες 35 και 36: Δορυφορικές Εικόνες: Χώρα Ίου 2003 και 2016 αντίστοιχα.....	120
Εικόνες 37 και 38: Δορυφορικές Εικόνες: Νάξος 2003 και 2016 αντίστοιχα.....	121
Εικόνες 39 και 40: Δορυφορικές Εικόνες: Κουφονήσι 2003 και 2016 αντίστοιχα.....	122
Εικόνα 41: Επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα της Μυκόνου με αυθαίρετα κτίσματα για το έτος 2012.....	123
Εικόνα 42: Στάδια και διαδικασίες στα ΣΓΠ.....	125
Εικόνα 43: Στιγμιότυπο πυκνότητας ακτοπλοϊκών συνδέσεων Κυκλάδων .....	129
Εικόνα 44: Συνθήκη στο ψηφιακό μοντέλο βάθους.....	133
Εικόνα 45: Θέαση ΘΑΠ από Νάξο.....	151
Εικόνα 46: Θέαση ΘΑΠ από Πάρο.....	151
Εικόνα 47: Θέαση ΘΑΠ από Ίο.....	152
Εικόνα 48: Πλωτή πλατφόρμα ανεμογεννητριών.....	153
Εικόνα 49: Διασύνδεση χρήστη με γεωπύλες.....	163

### **Περιεχόμενα Χαρτών**

Χάρτης 1: Αιολικό δυναμικό της Ευρώπης.....	25
Χάρτης 2: Αιολικό Δυναμικό Ελλάδας.....	26
Χάρτης 3: Υφιστάμενα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα.....	35
Χάρτης 4: Αιολικό δυναμικό θαλασσών της Ευρώπης.....	39
Χάρτης 5: Χαρτογραφική απεικόνιση υπεράκτιου αιολικού πάρκου “Thanet”.....	51
Χάρτης 6: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας στην Ελλάδα.....	70
Χάρτης 7: Χωροταξική ένταξη Κυκλάδων στον ελλαδικό χώρο.....	89
Χάρτης 8: Η διοικητική διάρθρωση των Κυκλάδων.....	91
Χάρτης 9: Υπό – Περιφερειακές Ενότητες Κυκλάδων.....	91
Χάρτης 10: Περιοχές Natura στις Κυκλάδες.....	92
Χάρτης 11: Χρήσεις γης Κυκλάδων.....	93
Χάρτης 12: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας.....	94

Χάρτης 13: Επίκεντρα σεισμών στις Κυκλάδες 1916 έως το 1998.....	95
Χάρτης 14: Ακτοπλοϊκές συνδέσεις και λιμένες στις Κυκλάδες.....	96
Χάρτης 15: Θέσεις Αερολιμένων στις Κυκλάδες.....	97
Χάρτης 16: Ενεργειακός Χάρτης Κυκλάδων.....	99
Χάρτης 17: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Υποβρύχιων Διασυνδέσεων.....	100
Χάρτης 18: Μελλοντική Διασύνδεση Βορείων Κυκλάδων.....	105
Χάρτης 19: Χάρτης ηλιακού δυναμικού Ελλάδας.....	106
Χάρτης 20: Αιολικό Δυναμικό Κυκλάδων.....	107
Χάρτης 21: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στις Κυκλάδες .....	110
Χάρτης 22: Οικονομική διάρθρωση ανά παραγωγικό τομέα ανά νησί.....	115
Χάρτης 23: Ασύμβατες χρήσεις θαλάσσιου χώρου .....	130
Χάρτης 24: Μέγιστο όριο χωροθέτησης ΘΑΠ (10 χλμ).....	130
Χάρτης 25: Περιοχές Αποκλεισμού.....	132
Χάρτης 26: Περιοχές με βάθος από 0 έως και 50 μέτρα.....	134
Χάρτης 27: Περιοχές με βάθος από 51 έως 100 μέτρα.....	134
Χάρτης 28: Κατάλληλες Περιοχές Χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων.....	136
Χάρτης 29: Φέρουσα Ικανότητα Α.Γ ανά Ο.Τ.Α.....	137
Χάρτης 30: Φέρουσα Ικανότητα Α/Γ ανά Υπο-Περιφερειακή Ενότητα.....	138
Χάρτης 31: Ιεράρχηση Περιοχών Χωροθέτησης ΘΑΠ με Α/Γ Έδρασης.....	144
Χάρτης 32: Ιεράρχηση Περιοχών Χωροθέτησης ΘΑΠ Πλωτών Συστημάτων.....	145
Χάρτης 33: Πρόταση Χωροθέτησης ΘΑΠ 442 MW στις Κυκλάδες.....	148
Χάρτης 34: Ανάλυση Θέσης του προτεινομένου ΘΑΠ από τις σημαντικές παραλίες.....	150
Χάρτης 35: Κατάλληλες περιοχές για ανάπτυξη ΘΑΠ στην Ευρώπη.....	155
Χάρτης 36: Κατάλληλες περιοχές για ανάπτυξη ΘΑΠ στην Ελλάδα.....	156
Χάρτης 37: Κατάλληλες Περιοχές Χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων.....	158
Χάρτης 38: Συγκεντρωτικός Χάρτης Ιεράρχησης Καταλληλότητας Περιοχών για χωροθέτηση ΘΑΠ.....	159
Χάρτης 39: Επίπεδο λειτουργικότητας της Υποδομής Χωρικής Πληροφορίας στην ΕΕ.....	162

### Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Κατηγορίες Ανεμογεννητριών.....	29
Πίνακας 2: Τιμολόγηση Ηλεκτρικής Ενέργειας παραγόμενη από Αιολική Ενέργεια.....	36
Πίνακας 3: Επίπεδα ήχου για διάφορες πηγές σε συνάρτηση με την απόσταση.....	56
Πίνακας 4: Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας των έργων και απόδοσης των αιολικών πάρκων .....	70
Πίνακας 5: Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.....	71
Πίνακας 6: Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς.....	71
Πίνακας 7: Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες.....	72
Πίνακας 8: Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και τεχνικές χρήσεις.....	72
Πίνακας 9: Αποστάσεις από ζώνες / εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων.....	73
Πίνακας 10: Μέγιστες αποστάσεις (σε μέτρα) για την αποφυγή της οπτικής όχλησης.....	74
Πίνακας 11: Ακτίνες ζωνών πυκνότητας ανεμογεννητριών (σε χλμ).....	76
Πίνακας 12: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη (πλήθος Α/Γ ανά τ.χλμ).....	77
Πίνακας 13: Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης.....	77
Πίνακας 14: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα.....	78
Πίνακας 15: Χαρακτηριστικά Προτεινόμενων Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων.....	81
Πίνακας 16: Ελάχιστες αποστάσεις για χωροθέτηση αιολικών πάρκων.....	84
Πίνακας 17: Τα νησιά των Κυκλάδων.....	90
Πίνακας 18: Απασχολούμενοι ανά παραγωγικό τομέα.....	96
Πίνακας 19: Νησιωτικό σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.....	98
Πίνακας 20: Ηλεκτρικές Διασυνδέσεις Θήρας – Θηρασίας και Μήλου – Κιμώλου.....	100
Πίνακας 21: Λοιπές Ηλεκτρικές Διασυνδέσεις Κυκλάδων.....	101
Πίνακας 22: Αρχικά δεδομένα πρακτικής εφαρμογής.....	127
Πίνακας 23: Προσδιορισμός βαρών των κριτήριων.....	142
Πίνακας 24: Προσδιορισμός προτύπων αναφοράς.....	142
Πίνακας 25: Κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης.....	143
Πίνακας 26: Αριθμός πολυγώνων, εμβαδόν και ποσοστό κάλυψης για Α/Γ έδρασης.....	144
Πίνακας 27: Αριθμός πολυγώνων, εμβαδόν και ποσοστό κάλυψης Πλωτών Συστημάτων.....	145
Πίνακας 28: Περιοχές και ζώνες αποκλεισμού.....	158
Πίνακας 29: Συγκεντρωτικός πίνακας ιεραρχημένων πολυγώνων.....	160

### Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Κατανομή “Weibull”.....	27
Διάγραμμα 2: Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε παγκόσμιο επίπεδο για τα χρονική περίοδο 1994 – 2007.....	33
Διάγραμμα 3: Εγκατεστημένα υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ευρώπη για το έτος 2013.....	34
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς αιολικών πάρκων στην Ελλάδα τα έτη 1995-2007 (σε MW).....	35
Διάγραμμα 5: Ετήσια εγκατεστημένη ισχύς σε MW στην Ευρώπη.....	37
Διάγραμμα 6: Θέση ευρωπαϊκών υπεράκτιων αιολικών πάρκων.....	38
Διάγραμμα 7: Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες για συνδεδεμένα υπεράκτια αιολικά πάρκα παγκοσμίως για το 2012.....	48
Διάγραμμα 8: Διαγραμματική συσχέτιση βάθους και απόστασης από την ακτή των θαλάσσιων αιολικών πάρκων.....	48
Διάγραμμα 9: Χρέωση Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας.....	102
Διάγραμμα 10: Κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	103
Διάγραμμα 11: Ισχύς εγκατεστημένων ΑΠΕ στα νησιά των Κυκλάδων.....	111
Διάγραμμα 12: Πληθυσμιακή Μεταβολή 1971 – 2011 .....	112
Διάγραμμα 13: Εξέλιξη της ετήσιας ζήτησης ενέργειας στις Κυκλάδες (2000-2012).....	113
Διάγραμμα 14: Πιθανολογική εξέλιξη ζήτησης ενέργειας και αιχμής στις Κυκλάδες.....	114
Διάγραμμα 15: Εξέλιξη ΑΠΕ Κυκλάδων.....	114
Διάγραμμα 16: Διανυκτερεύσεις στο νότιο Αιγαίο κατά τη διάρκεια του έτους 2009.....	116
Διάγραμμα 17: Διάγραμμα διαδικασιών περιοχών αποκλεισμού.....	131
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα διαδικασιών κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση....	135
Διάγραμμα 19: Σχηματική Απεικόνιση της μεθόδου “Electre Tri”.....	140
Διάγραμμα 20: Μεθοδολογία της “Electre Tri” στα ΣΓΠ.....	141
Διάγραμμα 21: Εκτίμηση της εξέλιξης της εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων.....	157

## Περίληψη

Η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων έχει προκαλέσει πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων, με σημαντικότερο την κλιματική αλλαγή του πλανήτη. Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί μονόδρομο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

Τα τελευταία χρόνια, σε αρκετά ευρωπαϊκά κράτη, έχει ξεκινήσει η αξιοποίηση του θαλάσσιου αιολικού δυναμικού, το οποίο είναι συνήθως πιο ισχυρό από το χερσαίο. Ταυτόχρονα, η τεχνολογική πρόοδος έχει συμβάλει στην εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων, αφ' ενός με την παραγωγή αποδοτικότερων ανεμογεννητριών και αφ' ετέρου με τη δυνατότητα εγκατάστασης σε μεγάλα βάθη.

Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. αποτελεί ένα μείζον θέμα και για τον λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί νομοθετικό πλαίσιο ανά κράτος, με σκοπό την αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων, την προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος καθώς και την αποφυγή συγκρούσεων χρήσεων γης.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η εύρεση κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση υπεράκτιων αιολικών πάρκων στις Κυκλάδες. Συμπληρωματικά, αναλύεται το προφίλ της περιοχής μελέτης καταγράφοντας τις ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων της, και τις δυνατότητες ανάπτυξης ΑΠΕ.

Η χωροθέτηση πραγματοποιείται σε περιβάλλον GIS. Επίσης, λαμβάνει υπόψη τις δεσμεύσεις της νομοθεσίας, επιπλέον κριτήρια που τέθηκαν λόγω της ιδιαίτερης φυσιογνωμίας της περιοχής αναφοράς και τα θαλάσσια βάθη. Οι κατάλληλες περιοχές χωρίζονται σε αυτές όπου οι ανεμογεννήτριες μπορούν να πακτωθούν στο πυθμένα και σε εκείνες που μπορούν να εγκατασταθούν πλωτά συστήματα ανεμογεννητριών. Στη συνέχεια, γίνεται χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου Electre Tri, για την ιεράρχηση των περιοχών ως προς το βαθμό καταλληλότητας τους, με βάση μία ομάδα κριτηρίων. Ακόμα, παρουσιάζεται πρόταση χωροθέτησης θαλάσσιου αιολικού πάρκου στην περιοχή.

Τα αποτελέσματα της εύρεσης και αξιολόγησης των κατάλληλων περιοχών αποδίδονται σε μορφή χαρτών και πινάκων. Τέλος, σχολιάζονται τα συμπεράσματα της πρακτικής εφαρμογής και παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω αξιοποίηση της παρούσας μελέτης.

Λέξεις Κλειδιά: Χωροθέτηση υπεράκτιων αιολικών πάρκων, ΣΓΠ, πολυκριτηριακή μέθοδος λήψης αποφάσεων, Electre Tri

## Abstract

The excessive use of fossil fuels has caused numerous environmental problems, the most important of which climate change. The development of renewable energy sources (RES) is one way to tackle these problems.

In recent years, several European countries have begun to exploit its offshore wind potential, which is usually more powerful than the terrestrial one. At the same time, technological progress has contributed to the installation of offshore wind farms on the one hand with the production of more efficient wind turbines and on the other with the possibility of installing in deep waters.

The siting of RES facilities is a major issue and for this reason a legal framework has been established by country, in order to ensure efficient use of energy resources, protection of natural and human environment as well as avoiding conflicts of land use.

The purpose of this thesis is to find suitable areas for offshore wind farms sitting in Cyclades. Additionally, there is an analysis of the area's profile according to the energy needs of its inhabitants, and the perspectives for developing renewable energy on it.

The siting is performed in a GIS environment. It includes the limitations of the legislation, additional criteria were given due to the special character of the area and water depths too. Suitable areas are divided into those where the turbines can be anchored to the bottom of the sea and those that can be installed on floating systems. Then, by use of the multi-criteria method Electre Tri, the candidate areas are prioritized based on their suitability. There is also a proposal sitting offshore wind farm in the area.

In conclusion, the output of the analysis, i.e. identification and prioritization of alternative sites, is assigned in the form of maps and tables. Finally, there is a discussion about the practical implementation and utilization for future developing offshore wind farms in Cyclades.

Key words: Offshore wind farm siting, GIS, Multi-criteria decision making methods, Electre Tri

<b>ΓΛΩΣΣΑΡΙ / INDEX</b>	
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Α/Γ	Ανεμογεννήτρια (ες)
Α/Π	Αιολικό Πάρκο
ΘΑΠ	Θαλάσσιο Αιολικό Πάρκο
ΕΠΧΣΑΑ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
Δ.Ε.Η	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
Ρ.Α.Ε	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΑΣΠ	Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής
ΤΣΠ	Τοπικός Σταθμός Παραγωγής
ΑΗΣ	Ατμοηλεκτρικός Σταθμός
Ε.Ε	Ευρωπαϊκή Ένωση
Ο.Τ.Α	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
Κ.Α.Π.Ε	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΠΑΚ	Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας
ΠΑΠ	Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας
ΣΓΠ	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΥΚΩ	Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αέρας κινείται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ δυο διαφορετικών αέριων μαζών. Η κίνηση του αέρα προκαλείται με την ανώμαλη θέρμανση της γήινης επιφάνειας από τον ήλιο καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου. Δεδομένου ότι η γήινη επιφάνεια αποτελείται από ξηρά και νερό, ερήμους και δάση, η επιφάνεια απορροφά τη θερμότητα του ήλιου διαφορετικά σε κάθε περίπτωση. Οι πιο δροσερές μάζες αέρα που είναι και βαρύτερες, παίρνουν τη θέση του θερμότερου αέρα, ο οποίος ανεβαίνει ψηλότερα.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Αιγύπτιους στην ναυσιπλοΐα περίπου το 3.500 π.Χ. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων, ενώ πολύ αργότερα δημιουργήθηκαν οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου.

Η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί με κατάλληλους μηχανισμούς και διάφορες διατάξεις. Οι πρώτοι περιστρεφόμενοι μύλοι εμφανίστηκαν την εποχή του Μεσαίωνα στην Ευρώπη αλλά τα θεμέλια της συστηματικής αξιοποίησης της για παραγωγή ηλεκτρισμού μπήκαν από τους Ολλανδούς τον 19 αιώνα.

Σήμερα, αντιλαμβανόμενοι τη ρύπανση και τα πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργήσε η αλόγιστη χρήση των πεπερασμένων συμβατικών πηγών ενέργειας, το παγκόσμιο και δη το ευρωπαϊκό ενδιαφέρον έχει στραφεί, εύλογα, προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ιδίως την αιολική. Τα αιολικά πάρκα δεν αποτελούν καινοτομία, αλλά οι περιορισμοί του χερσαίου χώρου δημιουργούν νέα δεδομένα στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, μέσω θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της αιολικής ενεργείας, εστιάζοντας στο θαλάσσιο αιολικό δυναμικό. Τα τελευταία χρόνια, οι κυβερνήσεις άλλων ευρωπαϊκών χωρών επενδύουν πολλά στην αξιοποίηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, αναπτύσσοντας θαλάσσια αιολικά πάρκα. Στην χώρα μας, τα πράγματα είναι διαφορετικά, όντας προσκολλημένοι σε παρωχημένες μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, αδυνατώντας να αξιοποιήσουμε το ηλιακό και αιολικό δυναμικό της χώρας σε μεγάλη κλίμακα. Η ανάπτυξη των χερσαίων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα δεν είναι η αναμενόμενη, ενώ ακόμη δεν έχει αναπτυχθεί κανένα υπεράκτιο.

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός, πως έχει καταρτηθεί σχέδιο δημιουργίας θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, αλλά σε αυτό δεν εμπεριέχεται καμία θαλάσσια έκταση στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. Παράλληλα, εξετάζοντας τον χάρτη αιολικού δυναμικού της χώρας, παρατηρείται πως αναμφίβολα το καλύτερο αιολικό δυναμικό εντοπίζεται στην περιοχή των Κυκλάδων.

Επομένως, η παρούσα εργασία δομείται γύρω από τη προβληματική που παρουσιάστηκε. Στόχος είναι η διερεύνηση θαλάσσιων εκτάσεων των Κυκλάδων, ως προς τη καταλληλότητα χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Ταυτόχρονα, δημιουργείται η ανάγκη για περιγραφή του ενεργειακού προφίλ της περιοχής των Κυκλάδων, η οποία θα αποτελέσει την περιοχή μελέτης μας.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας διαιρείται σε δύο σκέλη: αυτό της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, στα δύο πρώτα κεφάλαια και σε αυτό της πρακτικής εφαρμογής, στα δύο επόμενα. Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης. Έπεται η δομή της εργασίας:

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εστιάζοντας στην αιολική ενεργεία. Περιγράφεται η λειτουργία μίας τυπικής ανεμογεννήτριας και τα χαρακτηριστικά των αιολικών πάρκων. Αιτιολογείται το γιατί πρέπει να αναπτυχθούν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και αναλύονται τα κύρια γνωρίσματά τους καθώς και οι διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο στις ανεμογεννήτριες όσο και στις κατασκευές έδρασής τους, ενώ ακολουθεί η παρουσίαση εμπειρικού παραδείγματος από το διεθνή χώρο. Ακόμα, επιχειρείται η διερεύνηση όλων των παραμέτρων που μπορούν να αποτρέψουν τη δημιουργία αιολικών πάρκων και δη των υπεράκτιων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το θεσμικό πλαίσιο και ο χωροταξικός σχεδιασμός αναφορικά με τα αιολικά πάρκα. Παραθέτονται οι ευρωπαϊκές και οι εθνικές κατευθύνσεις για την προγραμματική περίοδο 2014-2020, καταγράφοντας επίσης το ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο. Κάνοντας ειδική αναφορά στο εθνικό χωροταξικό σχέδιο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρουσιάζονται οι ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται για την οριοθέτηση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων στη χώρα μας. Έπεται η παρουσίαση του σχεδίου δημιουργίας ΘΑΠ στον εθνικό θαλάσσιο χώρο και η άσκηση κριτικής προς αυτό συγκριτικά με άλλα ευρωπαϊκά κράτη.

Στο τρίτο κεφάλαιο, ξεκινάει η πρακτική εφαρμογή της εργασίας μέσω της ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης, δηλαδή της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων. Κεντρικός πυλώνας είναι οι ενεργειακές ανάγκες της περιοχής, ζητήματα διασύνδεσης και περιβαλλοντικά προβλήματα, που απορρέουν από τη μαζική χρησιμοποίηση συμβατικών μέσων.

Επιπλέον, προβάλλονται οι δυνατότητες της περιοχής ως προς το αιολικό δυναμικό και καταγράφονται οι εγκατεστημένες τεχνολογίες ΑΠΕ στα νησιά. Παρουσιάζεται το προφίλ της περιοχής μελέτης, περιγράφοντας την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση, αλλά και τάσεις οι οποίες υποδεικνύουν την ανάγκη για μεταστροφή σε ήπια καύσιμα και καθαρές τεχνολογίες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην περιοχή των Κυκλάδων. Ορίζονται τα κριτήρια της χωροθέτησης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι ελάχιστες αποστάσεις όπως αυτές προκύπτουν από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ καθώς και επιπλέον πειρασμοί που προκύπτουν από την ανάλυση του κοινωνικοοικονομικού και περιβαλλοντικού προφίλ της περιοχής.

Οι κατάλληλες περιοχές που προκύπτουν από τη χωροθέτηση θα διακριθούν, ανάλογα με το βάθος και τις διάφορες τεχνολογίες, οι οποίες θα έχουν παρουσιαστεί μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Στη συνέχεια, αξιολογώντας την πολυκριτήρια ανάλυση, οι περιοχές ιεραρχούνται ως προς την καταλληλότητά τους.

Τέλος, παρουσιάζεται συγκεκριμένη πρόταση χωροθέτησης θαλάσσιου αιολικού πάρκου από τον εισηγητή της εργασίας.

Η εργασία ολοκληρώνεται μέσω της παράθεσης των αποτελεσμάτων της πρακτικής εφαρμογής, συζήτηση γύρω από τα γενικότερα συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα γύρω από το θεματικό άξονα της μελέτης.

## 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Αιολική Ενέργεια και Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα



Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Γίνεται ξεχωριστή αναφορά στην αιολική ενεργεία και τα χαρακτηριστικά της, ενώ επεξηγείται η λειτουργία μίας ανεμογεννήτριας, προβάλλοντας τους διάφορους τύπους της και τα τεχνικά τμήματά της.

Στη συνέχεια, εξετάζονται τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Περιγράφονται τα κύρια γνωρίσματά τους καθώς και οι διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο στις ανεμογεννήτριες όσο και στις κατασκευές έδρασής τους. Παρουσιάζεται το θαλάσσιο αιολικό πάρκο “Thanet” της Αγγλίας, ως πρότυπο εμπειρικό παράδειγμα.

Τέλος, επιχειρείται η διερεύνηση όλων των παραμέτρων (περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας κ.α) που μπορούν να αποτρέψουν τη δημιουργία αιολικών πάρκων και δη των υπεράκτιων. Μύθοι ή αλήθειες τα αντεπιχειρήματα κατά της αιολικής ενέργειας; Ποιοι παράγοντες περιορίζουν την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων; Ποιος ο ρόλος της τοπικής κοινωνίας;

## 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Αιολική Ενέργεια και Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα

### 1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Εδώ και αρκετά χρόνια έχει ξεκινήσει να γίνεται πράξη η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η σταδιακή εγκατάλειψη των αντίστοιχων συμβατικών πηγών. Η αλλαγή αυτή του ενεργειακού παραγωγικού μοντέλου είχε ως αφετηρία τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις (1973 και 1979-80), που οδήγησαν τα ανεπτυγμένα δυτικά κράτη να αναθεωρήσουν την εξάρτησή τους από τους πεπερασμένους πόρους και πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά καύσιμα, και ιδίως το πετρέλαιο (Σεντελής, 2015). Εκτός από αυτό, τα φαινόμενα περιβαλλοντικής υποβάθμισης και ρύπανσης είχαν αρχίσει να γίνονται ιδιαιτέρως αισθητά. Έτσι, τέθηκε η βάση για τη συζήτηση γύρω από τη βιώσιμη ανάπτυξη και κατ' επέκταση την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Προκειμένου όμως να φτάσουμε στη σημερινή κατάσταση, έχουν λάβει χώρα μια σειρά από δράσεις και αποφάσεις, οι οποίες ανέδειξαν τη χρησιμότητα, τη σημασία και την αναγκαιότητα για τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η οικουμενική ανάγκη για πολύπλευρη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη των τεχνολογιών για ΑΠΕ (Greenpeace, 2014).

Στη Παγκόσμια Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον στο Ρίο το 1992 συντάχτηκε η Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC). Αυτή η σύμβαση απέβλεπε στη σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων των αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Δημαδάμα, 2008). Ακολούθησε το πρωτόκολλο του Κιότο, σύμφωνα με το οποίο τα ανεπτυγμένα κράτη θα μείωναν τις εκπομπές αερίων, που ευθύνονταν για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, η μείωση αυτή αφορούσε το 5,2% μέχρι το 2012, έχοντας ως μέτρο σύγκρισης τις εκπομπές του 1990 (United Nations, 2003).

Παράλληλα, η «Ατζέντα 21» που ενστερνίστηκε ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών, προτείνει νέες πολιτικές και νέα προγράμματα που θα στοχεύουν στην αύξηση της συνεισφοράς των ενεργειακών συστημάτων που είναι περιβαλλοντικά ασφαλή, αξιόπιστα και χαμηλού οικονομικού κόστους. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα ενεργειακά συστήματα, που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την ελάττωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, της μεταφοράς της, της διανομής της και της τελικής χρήσης της (Κορωνάιος, 2012).

Πριν συνεχίσουμε όμως κρίνεται σκόπιμη η εννοιολογική προσέγγιση των εννοιών που θα μας απασχολήσουν στην παρούσα εργασία. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι οι μη ορυκτές και αναφέρονται κυρίως στις ακόλουθες μορφές (Παπαδόπουλος, 1997).

1. Αιολική Ενέργεια
2. Ηλιακή Ενέργεια
3. Μικρά Υδροηλεκτρικά
4. Κυψέλες Καυσίμου

5. Ενέργεια των Θαλάσσιων Κυμάτων ή Ενέργεια των Ωκεανών
6. Γεωθερμική Ενέργεια και
7. Ενέργεια Βιομάζας

Επίσης, άλλες συναφείς έννοιες με διαφορετικό όμως εννοιολογικό περιεχόμενο και διαφορετικές πρακτικές είναι οι *Ήπιες* και οι *Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας*. Ήπιες μορφές ενέργειας είναι εκείνες που δεν δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα κατά το στάδιο μετατροπής τους και για την παραγωγή ενέργειας, ενώ ως Εναλλακτικές μορφές χαρακτηρίζονται εκείνες που θα κληθούν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές μορφές, σε ένα μελλοντικό ενεργειακό μοντέλο, όπου θα χρησιμοποιούνται το υδρογόνο, το φυσικό αέριο, πυρηνικά καύσιμα και οι ΑΠΕ (Παπάζης, 1998).

Παρενθετικά, συμβατικές πηγές ενέργειας ορίζουμε τις πηγές εκείνες που ο ρυθμός σχηματισμού τους είναι τόσο χρονοβόρος, και η ανανέωση τους συγκρινόμενη με τη χρονική διάρκεια της ανθρώπινης ζωής, δεν έχει νόημα, καθώς θεωρείται πως όταν χρησιμοποιούνται εξαντλούνται κιάλας (Schwalle κ.α., 1999). Στις συμβατικές πηγές ενέργειας κατατάσσονται οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και η πυρηνική ενέργεια (Schwalle κ.α., 1999). Εκπέμπουν ρύπους και θερμοκηπιακά αέρια, τα οποία επιφέρουν την κλιματική αλλαγή.

Τα ορυκτά καύσιμα καταλαμβάνουν περίπου το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Η παγκόσμια κατανάλωση ορυκτών καυσίμων αυξήθηκε ανάλογα με την συνολική κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90. Μέχρι το 2020 υπολογίζεται ότι η χρήση ορυκτών καυσίμων θα αυξηθεί με υψηλότερο ρυθμό από ότι η συνολική κατανάλωση (Κορωνάιος, 2012). Τα ορυκτά καύσιμα προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα. Είναι σχετικά φθηνή η εξόρυξή τους, εύκολη η χρήση τους και είναι ευρέως διαθέσιμα, ενώ οι απαιτούμενες υποδομές υπάρχουν ήδη.

Επαναφέροντας τη συζήτηση στις ΑΠΕ, με βάση τις υφιστάμενες τεχνολογίες, η καλύτερη αξιοποίηση τους επιτυγχάνεται μέσω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αξιοποιώντας τις επτά μορφές που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Αναλυτικότερα, η αιολική ενέργεια αξιοποιεί την κινητική ενέργεια του ανέμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των ανεμογεννητριών (Α/Γ). Αντιστοίχως, η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται, συνήθως, μέσω των φωτοβολταϊκών (Φ/Β), που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Συνήθης είναι και η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση νερού και εσωτερικών χώρων. Τα μικρά υδροηλεκτρικά εκμεταλλεύονται τα υδάτινα ρεύματα, οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να μετατρέπουν απευθείας τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική (μέσω κατάλληλων διατάξεων και χρήση ηλεκτρολυτών) (Παπαδόπουλος, 1997). Η κινητική ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω κατάλληλων διατάξεων, η γεωθερμία, είναι η θερμότητα στα εσωτερικά στρώματα της γης και μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο υπό κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες και τέλος η βιομάζα είναι όλοι οι τύποι ζώσης ύλης που μπορούν να μετατραπούν σε κάποια μορφή ενέργειας, με σημαντικότερες πηγές το ξύλο, τα γεωργικά και τα δασικά υπολείμματα (Γελεγένης κ.α., 2005).

Η ευρεία χρήση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας συμβάλλει στην απεξάρτηση από το πετρέλαιο και τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα. Επιπρόσθετα, προστατεύεται το περιβάλλον, καθώς περιορίζονται οι επιβλαβείς εκπεμπόμενοι ρύποι των συμβατικών πηγών ενέργειας, οι οποίοι επιφέρουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε εθνικό επίπεδο εξοικονομούνται τεράστια ποσά δαπανών για αγορά δικαιώματος εκπομπών ρύπων (Ψύλλος, 2012).

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ συνεισφέρει στην ενεργειακή αυτονομία κάθε χώρας ή συγκεκριμένης περιοχής, τονώνει την οικονομία και την απασχόληση, μέσω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας και προσφέρει δυνατότητες πολυειδίκευσης και συμπληρωματικών εισοδημάτων (π.χ. μέσω εγκατάστασης ΑΠΕ σε μη γόνιμες ή άγονες εκτάσεις, που δεν μπορεί να υπάρξει γεωργική παραγωγή). Ακόμη, η χρήση των ΑΠΕ ενδείκνυται για απομακρυσμένες ή απομονωμένες περιοχές, όπου τα κόστη διασύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής είναι ιδιαίτερος υψηλά (Κορωναίος, 2012).

Στα αρνητικά των ΑΠΕ εντοπίζεται το αρχικό κόστος εγκατάστασης, που συνήθως είναι αρκετά μεγάλο, παρότι η τεχνολογική πρόοδος συνεισφέρει στη σταδιακή μείωση των τιμών (Ψύλλος, 2012). Σημαντικό εμπόδιο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί η δυσκολία εύρεσης κατάλληλου χώρου που πληρεί όλες τις κατάλληλες προδιαγραφές. Επεξηγηματικά, η παραγωγή ενέργειας από την ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική και την ενέργεια των ωκεανών εξαρτάται από τα γεωγραφικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τις κλιματολογικές συνθήκες της, τη διαθεσιμότητα συγκεκριμένων (συνήθως μεγάλων) εκτάσεων, το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της (Παπακωσταντίνου, 2012).

## **1.2 Η Αιολική Ενέργεια**

Από τις ΑΠΕ, η αιολική ενέργεια είναι η ευρύτερα αξιοποιούμενη και οικονομικά αποδοτικότερη, καθώς είναι η μόνη από την οποία παράγεται ηλεκτρική ενέργεια σε τιμές (σχετικά) συγκρίσιμες με αυτές των συμβατικών πηγών (Παπαδόπουλος, 1997).

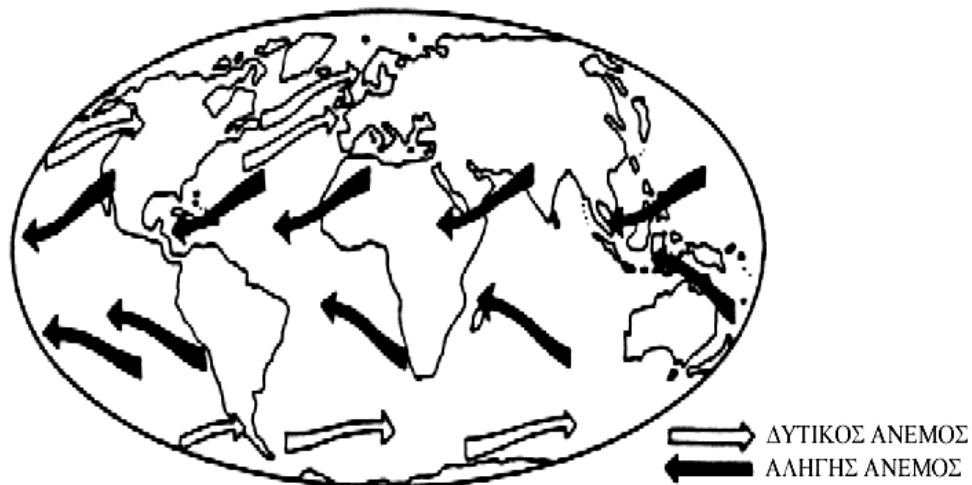
Η λειτουργία της αιολικής ενέργειας στηρίζεται στην ιδιότητα των σωμάτων να συστέλλονται και να διαστέλλονται, με τη διαφορά θερμοκρασιών να προκαλεί κίνηση των αέριων μαζών, δημιουργώντας έτσι το ρεύμα, που καλούμε άνεμο (Γελεγένης κ.α., 2005). Οι διαφορετικές θερμοκρασίες και οι αντίστοιχοι άνεμοι οφείλονται (Παπαδόπουλος, 1997):

- Στη διαφορά γεωγραφικού πλάτους, οπότε οι άνεμοι είναι σχετικά σταθεροί (π.χ. εποχικοί).
- Στη διαφορετική φύση και επιφάνεια του εδάφους (βουνά, πεδιάδες, θάλασσα) και χαρακτηρίζονται από μικρή χρονική διάρκεια (ωριαία ή ημερήσια).

Ακόμα, περιοχές χαμηλής πίεσης είναι αυτές στις οποίες ο αέρας θερμαίνεται με αποτέλεσμα να διαστέλλεται, να γίνεται ελαφρύτερος και να ανέρχεται σε υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Από την άλλη πλευρά, οι περιοχές υψηλής πίεσης ονομάζονται εκείνες όπου ο αέρας ψύχεται, παρατηρείται συστολή των μορίων και αύξηση της μάζας, και κατά συνέπεια ο αέρας μεταβαίνει σε χαμηλότερα στρώματα (Μπαλάρας κ.α., 2006).

Στη γη επικρατεί μία συνεχής κίνηση αέριων μαζών από τους πόλους προς τον ισημερινό (ψυχρές επιφανειακές μάζες) και αντίστροφα (θερμές μάζες). Επιπλέον, η περιστροφή της γης προκαλεί κίνηση ψυχρών μαζών προς τα δυτικά και θερμών μαζών σε μεγαλύτερο ύψος, προς τα ανατολικά (Γελεγένης κ.α., 2005). Έτσι, στο βόρειο ημισφαίριο ο άνεμος περιστρέφεται γύρω από τις περιοχές χαμηλής πίεσης με φορά αντίθετη αυτής της κίνησης των δεικτών του ρολογιού, ενώ στις περιοχές υψηλής πίεσης περιστρέφεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Αντίθετα, στο νότιο ημισφαίριο, οι διευθύνσεις περιστροφής είναι αντίθετες (Κορωνάιος, 2012). Η ισχύς του συνόλου των ανέμων στην επιφάνεια της γης εκτιμάται στα  $3,6 \times 10^9$  MW (Snodin, 2008). Στο σχήμα παρουσιάζεται η κυκλοφορία των ανέμων στη γη:

Εικόνα 1: Γενική εικόνα κυκλοφορίας των ανέμων στη γη



Πηγή: Κορωνάιος, 2012

### 1.2.1 Αιολικό Δυναμικό

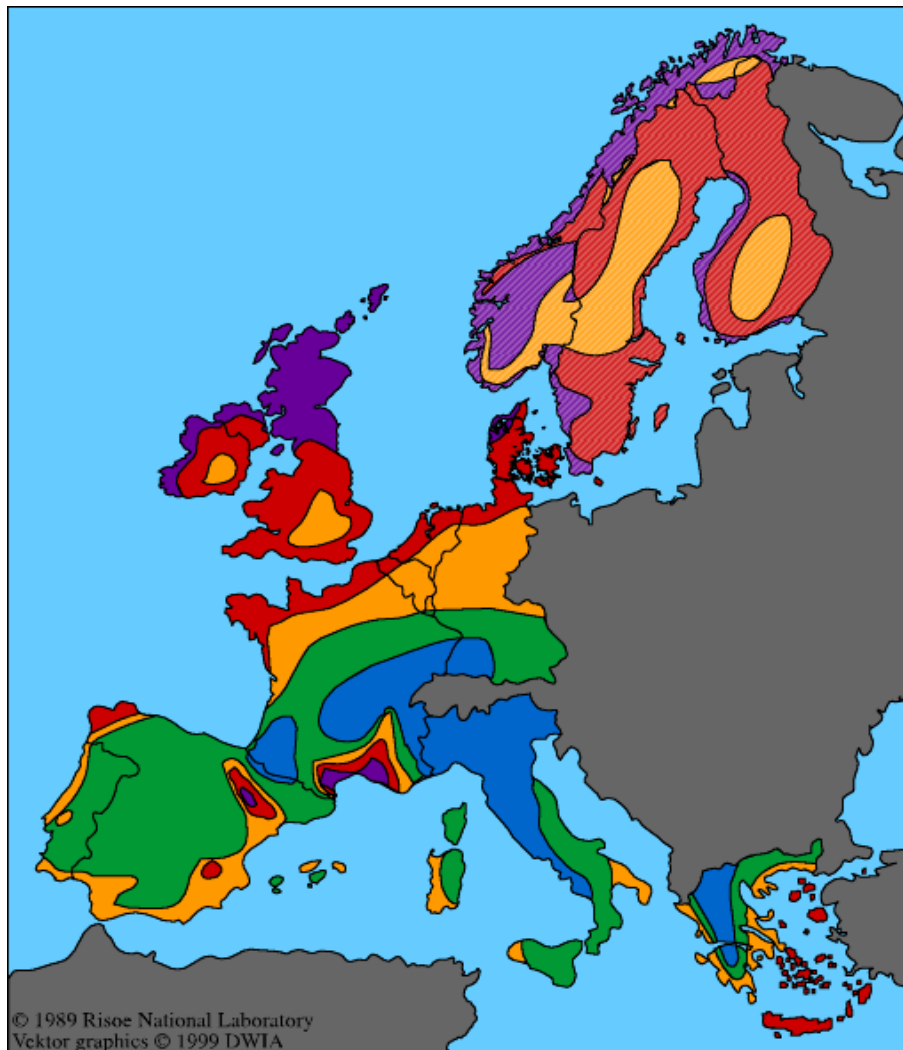
Προκειμένου να μελετήσουμε και να σχεδιάσουμε αιολικά συστήματα πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά του ανέμου, τα οποία είναι τα εξής (Snodin, 2008):

1. Η ταχύτητα του ανέμου
2. Η διεύθυνση του ανέμου
3. Η ανατάραξη του ανέμου στην περιοχή
4. Ο στροβιλισμός του ανέμου
5. Η μεταβολή του ανέμου ανάλογα με το ύψος (κατανομή του αέρα)

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη, από αιολικό δυναμικό είναι οι χώρες της πολικής και εύκρατης ζώνης, με εντονότερους ανέμους να πνέουν κοντά στις ακτές. Ακόμη, υπολογίζεται ότι στο 25% της γήινης επιφάνειας επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/s σε ύψος 10 μέτρων πάνω από την επιφάνεια (Snodin, 2008). Στο χάρτη (1) που ακολουθεί, παρουσιάζεται το αιολικό δυναμικό της Ευρώπης σε πέντε χρωματικές κατηγορίες:



Χάρτης 1: Αιολικό δυναμικό της Ευρώπης

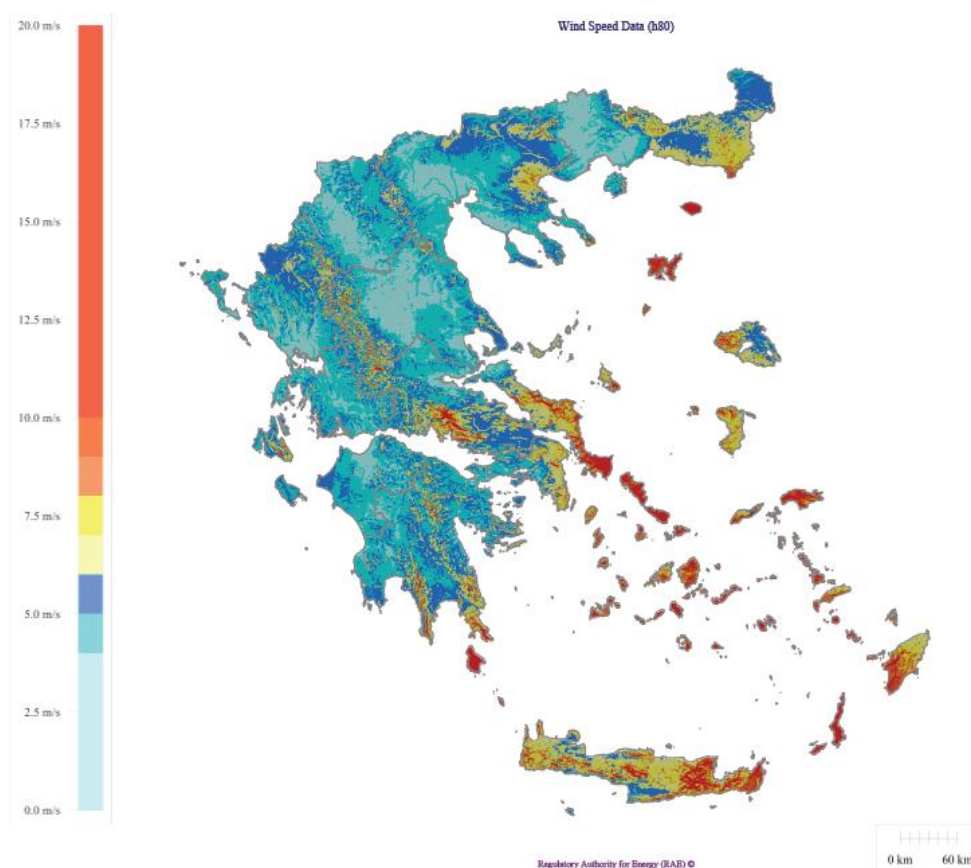


Χρώμα	Προφυλαγμένη περιοχή		Ανοιχτή πεδιάδα		Θαλάσσια ακτή		Ανοιχτή θάλασσα		Λόφοι	
	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
Κόκκινο	>6.0	>250	>7.5	>500	>8.5	>700	>9.0	>800	>11.5	>1800
Κόκκινο	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
Κίτρινο	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
Πράσινο	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
Μπλε	<3.5	<50	<4.5	<100	<5.0	<150	<5.5	<200	<7.0	<400
Μοβ			>7.5							
Κόκκινο			5.5-7.5							
Κίτρινο			<5.5							

Πηγή: <http://www.windpower.org/en/tour/wres/euromap.htm>, 2016

Από το χάρτη αυτό διακρίνεται το υψηλό δυναμικό (έντονο κόκκινο χρώμα) πολλών περιοχών της Ευρώπης, ιδίως στις βόρειες χώρες. Στην Ελλάδα, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα νησιά του Αιγαίου, και η Κρήτη υποδεικνύοντας το πολύ καλό αιολικό δυναμικό αυτών των περιοχών. Αναλυτικότερα, το αιολικό δυναμικό της χώρας παρουσιάζεται στο χάρτη (2) που έπεται:

## Χάρτης 2: Αιολικό Δυναμικό Ελλάδας



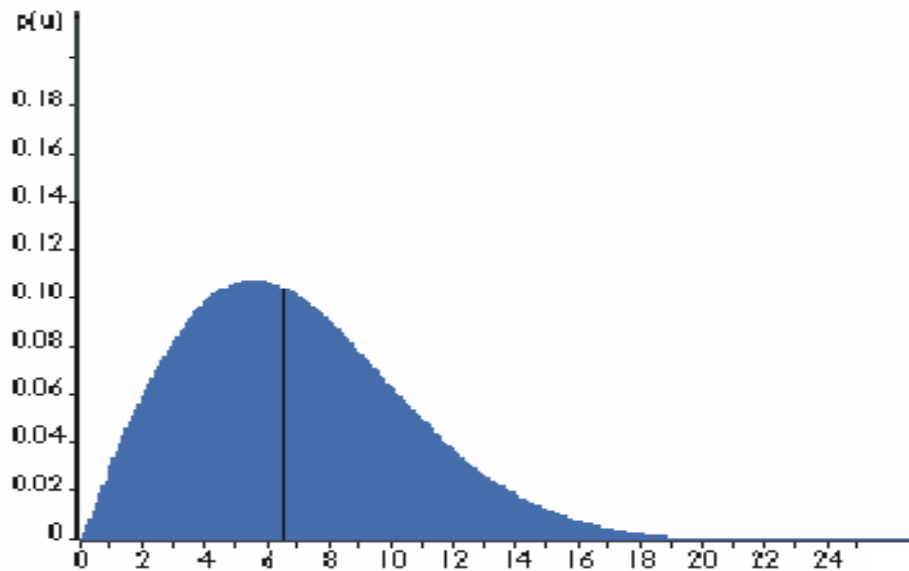
Πηγή: <http://www.rae.gr/>, 2016

Η Ελλάδα είναι πολύ ευνοημένη, διότι έχει πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό όλη τη διάρκεια του έτους, εξαιτίας της ιδιαίτερης γεωγραφίας της, με τα πολλά νησιά αλλά και βουνά. Έτσι η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στη χώρα μας επιβάλλεται, αφού έχει υπολογιστεί ότι η ενέργεια των ανέμων που πνέουν πάνω από τη χερσαία έκτασή της κάθε χρόνο είναι δύο τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από τη σημερινή συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας κάθε μορφής (Γιαννακά, 2010). Για το λόγο αυτό πρέπει να αναπτυχθεί πολύ περισσότερο η ελληνική αιολική τεχνολογία και να κατασκευάζονται όλο και περισσότερα αιολικά πάρκα στις καταλληλότερες για εκμετάλλευση τοποθεσίες, έτσι ώστε να αξιοποιηθεί στο μέγιστο το αιολικό δυναμικό της χώρας μας. Εξάλλου εάν συμβεί αυτό έχει υπολογιστεί ότι η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα είναι στο 8,4% των συνολικών εκπομπών (Κατσαράς και Λιόσης, 2013).

Το αιολικό δυναμικό δεν είναι η μόνη παράμετρος που εξετάζεται, προκειμένου να εντοπιστούν οι περιοχές με δυνατότητες αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Χρειάζονται αναλυτικές πληροφορίες, αναφορικά με την καταγραφή χρονικών διαστημάτων νηνεμίας ή πολύ ισχυρών ανέμων. Επιπλέον, η γνώση των ανεμολογικών στοιχείων μίας περιοχής, η στατιστική επεξεργασία και απεικόνιση των δεδομένων μας δίνει τη δυνατότητα να γνωρίζουμε τη μεταβολή της ταχύτητας και της διεύθυνσης του αέρα (Hau, 2006).

Η κατανομή “Weibull” περιγράφει το γενικό πρότυπο της κατανομής της μεταβολής του ανέμου. Έτσι, για μια περιοχή με μέση ταχύτητα ανέμου στα 7 m/s, καθορίζεται από μια αποκαλούμενη παράμετρο μορφής της στατιστικής περιγραφής, κι η κατανομή Weibull θα είναι της μορφής (Κορωναίος, 2012):

Διάγραμμα 1: Κατανομή “Weibull”



Πηγή: Κορωναίος, 2012

Τόσο τα ανεμολογικά στοιχεία όσο και η κατανομή “Weibull” προσφέρουν στους σχεδιαστές τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσουν την απόδοση των μηχανών (ανεμογεννητριών), στους μηχανικούς να αποφασίσουν ποιες περιοχές είναι κατάλληλες για να αξιοποιήσουν την αιολική ενέργεια και στους επενδυτές να υπολογίσουν το προσδοκώμενο εισόδημά τους (Κορωναίος, 2012).

### **1.2.2 Ανεμογεννήτριες**

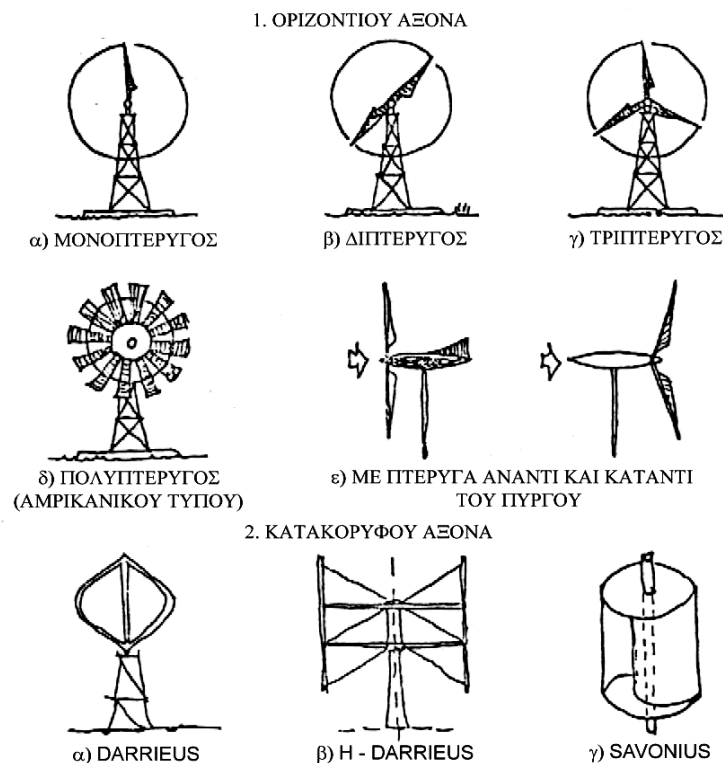
Η αξιοποίηση της δωρεάν και θεωρητικά ανεξάντλητης αιολικής ενέργειας, προϋποθέτει την κατάλληλη τεχνολογία, προκειμένου να δεσμεύεται η αιολική ενέργεια και να μετατρέπεται σε επιθυμητή μορφή ενέργειας, όπως η ηλεκτρική (Παπαδόπουλος, 1997). Η αξιοποίηση του ανέμου επιτυγχάνεται, σήμερα, μέσω των ανεμογεννητριών (Α/Γ), οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο άνεμος περιστρέφει τον έλικα που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε μηχανική, την οποία, στη συνέχεια, μια γεννήτρια μετατρέπει σε ηλεκτρική. Η ενέργεια του ανέμου έχει αξιοποιηθεί κατά καιρούς για παραγωγή θερμότητας και άντληση νερού (Παπαδόπουλος, 1997).

Η ιδέα για εκμετάλλευση του αέρα είναι πολύ παλιά, καθώς ανεμόμυλους φαίνεται να χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, οι αρχαίοι Έλληνες, οι Φοίνικες και οι Ρωμαίοι, χωρίς όμως να έχει προσδιοριστεί με βεβαιότητα η προέλευσή τους (Hau, 2006). Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, η τεχνολογία των ανεμόμυλων συναντάται στην Αμερική για την άντληση νερού, ενώ η χρησιμοποίησή τους ήταν εκτεταμένη και στην Ευρώπη μέχρι την εμφάνιση της ατμομηχανής (Hau, 2006).

Στη σύγχρονη ιστορία, η πρώτη ανεμογεννήτρια κατασκευάστηκε από τον Δανό μετεωρολόγο *Poul la Cour* το 1891 (Hau, 2006). Από τότε μέχρι σήμερα η τεχνολογική πρόοδος έχει συμβάλει στη βελτιστοποίηση των ανεμογεννητριών.

Πλέον, συναντάμε δύο βασικές κατηγορίες ανεμογεννητριών, αναλόγως τον προσανατολισμό του άξονα περιστροφής τους: αυτές με οριζόντιο άξονα, με πιο ευρεία χρήση και αυτές με κατακόρυφο (Παπαδόπουλος, 1997). Στην εικόνα παρουσιάζονται διάφοροι τύποι ανεμογεννητριών, που έχουν κατασκευαστεί στο πέρασμα του χρόνου:

Εικόνα 2: Τύποι ανεμογεννητριών, οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα



Πηγή: Κορωναίος, 2012

Η έρευνα έχει σημαντική προσφορά όσον αφορά την βελτίωση της απόδοσης των ανεμογεννητριών και η τεχνολογία δίνει λύσεις για αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας σε περιοχές ανέμων χαμηλής έντασης, σε περιοχές όπου οι ταχύτητες των ανέμων είναι πολύ υψηλές, στη δημιουργία υπεράκτιων αιολικών πάρκων, στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην έρημο ακόμα και σε περιοχές με αρκτικό κλίμα (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Η ισχύουσα τάση στην τεχνολογία των ανεμογεννητριών από το 1980 και έπειτα, από όταν ξεκίνησε η μαζική παραγωγή τους, είναι συνεχώς να γίνονται όλο και μεγαλύτερες, αυξάνοντας το μήκος των πτερύγιων τους. Αυτό συμβαίνει διότι όσο μεγαλώνουν τα πτερύγια, τόσο μεγαλύτερη επιφάνεια σαρώνει η ανεμογεννήτρια με αποτέλεσμα να παράγει και περισσότερη ενέργεια. Οι πρώτες ανεμογεννήτριες είχαν διάμετρο από 15 έως 40 μέτρα και παρήγαγαν ισχύ από 20 έως 60 kW. Τα επόμενα χρόνια αυξήθηκε η διάμετρος μέχρι τα 120 μέτρα περίπου και επομένως αυξήθηκε σημαντικά και η ονομαστική ισχύς τους. Μέχρι το έτος 2020, προβλέπεται η

κατασκευή ανεμογεννητριών διαμέτρου 252 μέτρων, με ονομαστική ισχύ τα 20 MW (Hau, 2006). Στον πίνακα 1, παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των ανεμογεννητριών ανάλογα με το μέγεθος, την περίοδο, τη διάμετρο και την ισχύ τους:

Πίνακας 1: Κατηγορίες Ανεμογεννητριών

Μέγεθος	Διάμετρος (σε m)	Περίοδος (σε s)	Ισχύς (σε kW)
Μικρές	6,4 - 10	0,3 - 0,5	10 - 25
Μεσαίες	14 - 25	0,6 - 1,1	50 - 150
Μεγάλες	32 - 64	1,4 - 3,1	250 - 1.000
Υπερμεγέθεις	90 - 130	3,9 - 5,7	2.000 - 4.000

Πηγή: Γελεγένης κ.α, 2005 (ιδία επεξεργασία)

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο. Έτσι επιτυγχάνεται η πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ή εξάγεται το πλεόνασμα της παραγόμενης ενέργειας. Εκείνες που δεν είναι συνδεδεμένες, χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια μίας συγκεκριμένης περιοχής. Αυτές λειτουργούν είτε αυτόνομα με την χρήση συσσωρευτή και μετασχηματιστή ηλεκτρικού ρεύματος, είτε συμπληρωματικά με συμβατικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, επίσης μη διασυνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής (Παπαδόπουλος, 1997, Γελεγένης κ.α, 2005).

Εικόνα 3: Τυπική Ανεμογεννήτρια (τριών πτερυγίων)



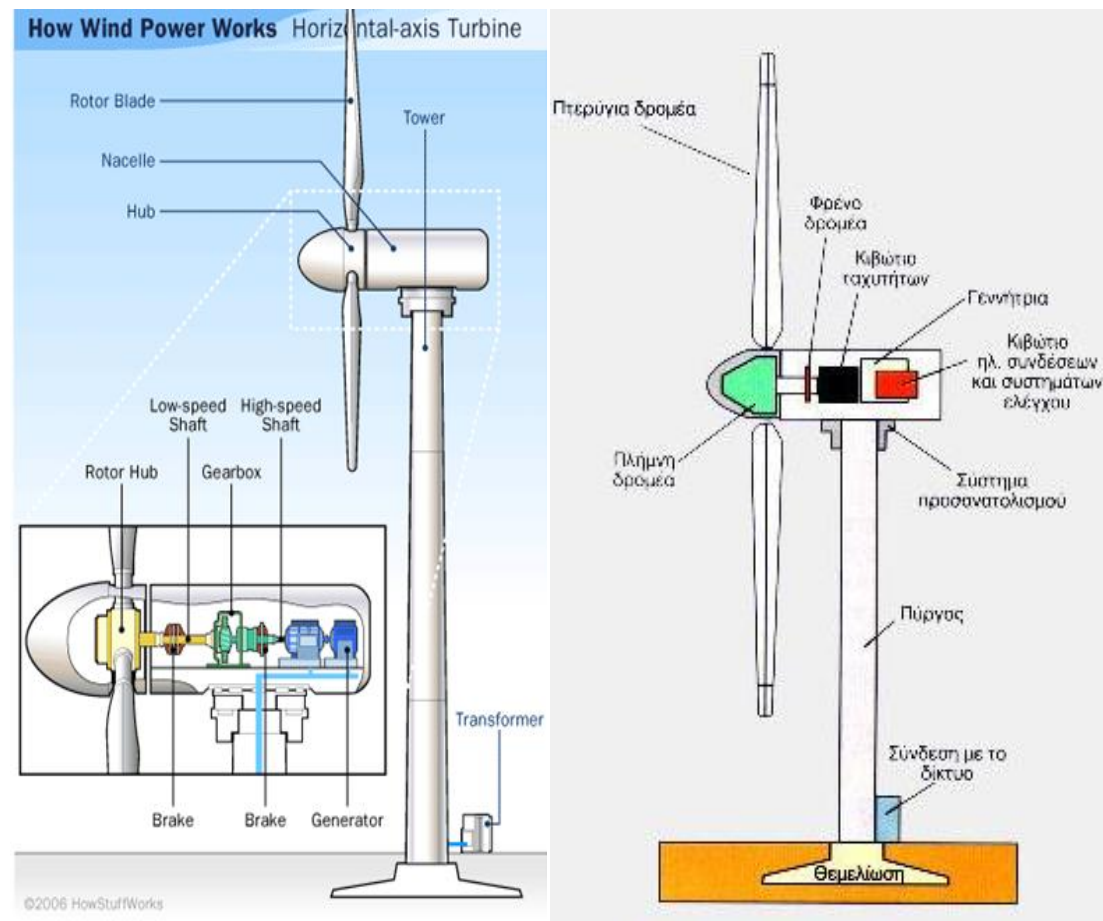
Πηγή: <http://www.anemogennitria.gr/>, 2016

Στη συνέχεια, περιγράφονται τα τμήματα μίας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα (Hau, 2006):

- **Ηλεκτρικός Κινητήρας ή Ρότορας (Rotor):** Αποτελείται από τις λεπίδες (πτερύγια) και την πλήμνη
- **Ελεγκτής (Controller):** Ο ελεγκτής ξεκινά τη μηχανή όταν οι ταχύτητες ανέμου είναι μεγαλύτερες από 8-16 mph και την κλείνει όταν φτάσουν στα 55 mph, γιατί αν οι τουρμπίνες λειτουργήσουν με παραπάνω ταχύτητα κινδυνεύουν να καταστραφούν.
- **Ανεμομετρητής (Anemometer):** Μετρά την ταχύτητα του ανέμου και μεταφέρει δεδομένα για την ταχύτητά του στον ελεγκτή
- **Πτερύγια (Blades):** Συνήθως, οι ανεμογεννήτριες έχουν δύο ή τρεις λεπίδες. Ο άνεμος φυσώντας πάνω στις λεπίδες τις κάνει να «σηκωθούν» και να περιστραφούν.
- **Στροφή Πτερυγίων (Pitch):** Οι λεπίδες στρέφονται, ή στρίβουν γύρω από τον άξονά τους, ανεξάρτητα από τον άνεμο, ώστε να ελέγχουν την ταχύτητα του ρότορα και να τον εμποδίζουν από το να στρίβει όταν οι άνεμοι είναι υπερβολικά ισχυροί ή υπερβολικά ασθενείς για να παραγάγουν ηλεκτρισμό.
- **Πύργος (Tower):** Ο πύργος είναι κατασκευασμένος από ατσάλι ή τσιμέντο. Επειδή η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος, οι ψηλότεροι πύργοι δίνουν τη δυνατότητα στις τουρμπίνες να «αιχμαλωτίσουν» περισσότερη ενέργεια και να παραγάγουν περισσότερο ηλεκτρισμό.
- **Ατρακτίδιο (Nacelle):** Το ατρακτίδιο βρίσκεται στην κορυφή του πύργου και περιέχει το κιβώτιο ταχυτήτων, τους άξονες χαμηλής και υψηλής ταχύτητας, τη γεννήτρια, τον ελεγκτή και το φρένο.
- **Φρένο (Brake):** Ένας δίσκος φρένου, που μπορεί να εφαρμοστεί με μηχανικό, ηλεκτρικό ή υδραυλικό τρόπο, ώστε να σταματήσει τον ρότορα σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης.
- **Κιβώτιο Ταχυτήτων (Gear box):** Ο άξονας χαμηλής ταχύτητας συνδέεται με τον άξονα υψηλής ταχύτητας και αυξάνουν τις ταχύτητες περιστροφής από 30-60 σε 1000-1800 περιστροφές το λεπτό, που είναι η απαιτούμενη ταχύτητα περιστροφής των περισσότερων Α/Γ για παραγωγή ηλεκτρισμού.
- **Γεννήτρια (Generator):** Παράγει ηλεκτρισμό
- **Άξονας υψηλής ταχύτητας (High -speed shaft):** Κινεί τη γεννήτρια
- **Άξονας χαμηλής ταχύτητας (Low - speed shaft):** Ο ρότορας στρέφει τον άξονα χαμηλής ταχύτητας σε περίπου 30 - 60 περιστροφές το λεπτό.
- **Ανεμοδείκτης (Wind vane):** Μετρά την κατεύθυνση του ανέμου και προσανατολίζει την ανεμογεννήτρια.
- **Οδηγός για την Αποφυγή Εκτροπής (Yaw drive):** Εξασφαλίζει ότι ο ρότορας θα είναι στη σωστή κατεύθυνση σύμφωνα με τη διεύθυνση του ανέμου.

Έπεται η οπτική απεικόνιση των τμημάτων μίας τυπικής ανεμογεννήτριας:

Εικόνα 4: Τμήματα τυπικής ανεμογεννήτριας



Πηγή: <https://powergenerations.wordpress.com/>, 2016 - Κορωναίος, 2012

Η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, αυξάνει την απόδοση της ανεμογεννήτριας μέχρι να φτάσει τα μέγιστα επίπεδα ρεύματος που μπορεί να παράγει, δηλαδή τα επίπεδα της ονομαστικής της ισχύος. Ο κύκλος ζωής μιας τυπικής ανεμογεννήτριας υπολογίζεται σε 20 – 25 χρόνια (Γελεγένης κ.α, 2005).

Οι ανεμογεννήτριες χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω στοιχεία (Γελεγένης κ.α, 2005):

- Την ονομαστική ισχύ, εκφρασμένη συνήθως σε MW.
- Την ταχύτητα έναρξης λειτουργίας, πρόκειται για την ταχύτητα με την οποία η ανεμογεννήτρια αρχίζει να παράγει μέρος της ισχύος της.
- Την ονομαστική ταχύτητα, πρόκειται για την ταχύτητα στην οποία η ανεμογεννήτρια παράγει το μέγιστο φορτίο που είναι σχεδιασμένη να παράγει, δηλαδή λειτουργεί στο μέγιστο της απόδοσης της.
- Την ταχύτητα διακοπής, πρόκειται για την ταχύτητα πέρα από την οποία η ανεμογεννήτρια διακόπτει την λειτουργία της για λόγους ασφαλείας.

Σκοπός είναι η ανεμογεννήτρια να έχει όσο το δυνατόν καλύτερη απόδοση. Η ένταση της αιολικής ισχύος μετριέται σε “Watt”, είναι ανάλογη της επιφάνειας που σαρώνει

ο ρότορας της Α/Γ και του κύβου της ταχύτητας του ανέμου και εκφράζεται μέσω του τύπου (Παπαδόπουλος, 1997):

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho A u^3 \quad \text{όπου:}$$

P: η αιολική ισχύς

$C_p$ : ο συντελεστής ισχύος

$\rho$ : η πυκνότητα του αέρα

A: η επιφάνεια που σαρώνει ο ρότορας της Α/Γ και

u: η ταχύτητα του ανέμου

Ο συντελεστής ισχύος  $C_p$  είναι βασικό χαρακτηριστικό των ανεμογεννητριών. Είναι ο λόγος της μηχανικής ισχύος  $P_m$ , που παράγει η α/γ προς την ισχύ  $P_w$  του ανέμου που διαπερνά την επιφάνεια σάρωσης της πτερωτής (Hau, 2006). Εξαρτάται από τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά του ρότορα και από τον αριθμό των πτερυγίων του και αποτυπώνει το μέγιστο έργο που μπορεί να παράγει μια ανεμογεννήτρια αναλογικά με την ποσότητα ενέργειας που δέχεται και είναι πάντα μικρότερος από το όριο του Betz (Μπαλαράς κ.α, 2006).

Ο νόμος του Betz διατύπωσε την αρχή ότι ο μέγιστος βαθμός απόδοσης μιας ανεμογεννήτριας ισούται με το 59% της αιολικής ισχύος που διατίθεται σε αυτή. Επεξηγηματικά, είναι δυνατό να μετατραπεί μόνο το 59% της κινητικής ενέργειας του αέρα σε μηχανική ενέργεια, χρησιμοποιώντας μία ανεμογεννήτρια, το υπόλοιπο ποσοστό χάνεται λόγω των απωλειών, των μηχανικών τριβών, τους στροβιλισμούς στον αέρα κ.α (Παπαδόπουλος, 1997).

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μία ανεμογεννήτρια είναι χρονικά ασυνεχής, επειδή ακολουθεί τη ροή του ανέμου. Στις Α/Γ παρουσιάζονται σημαντικές ταλαντώσεις ισχύος, ακόμη και σε μικρά χρονικά διαστήματα (Παπαδόπουλος, 1997). Σε περιόδους άπνοιας ή ιδιαίτερα ισχυρών ανέμων διακόπτεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή, τις ώρες της ημέρας και το κοινωνικοοικονομικό προφίλ των καταναλωτών κλπ. Επομένως, για το σχεδιασμό ενός αυτόνομου αιολικού συστήματος απαιτείται η αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως, τοποθετούνται συσσωρευτές για το συγκεκριμένο λόγο, ενώ μελλοντικά εκτιμάται πως θα χρησιμοποιηθούν και άλλοι μέθοδοι, όπως η υδροδυναμική εκμετάλλευση κ.α (Soker and all, 2000).

Τέλος, **Αιολικό πάρκο** ή Αιολικός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) ονομάζεται η χερσαία ή θαλάσσια έκταση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένας αριθμός ανεμογεννητριών με σκοπό τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική (<https://el.wikipedia.org/wiki>, 2016).

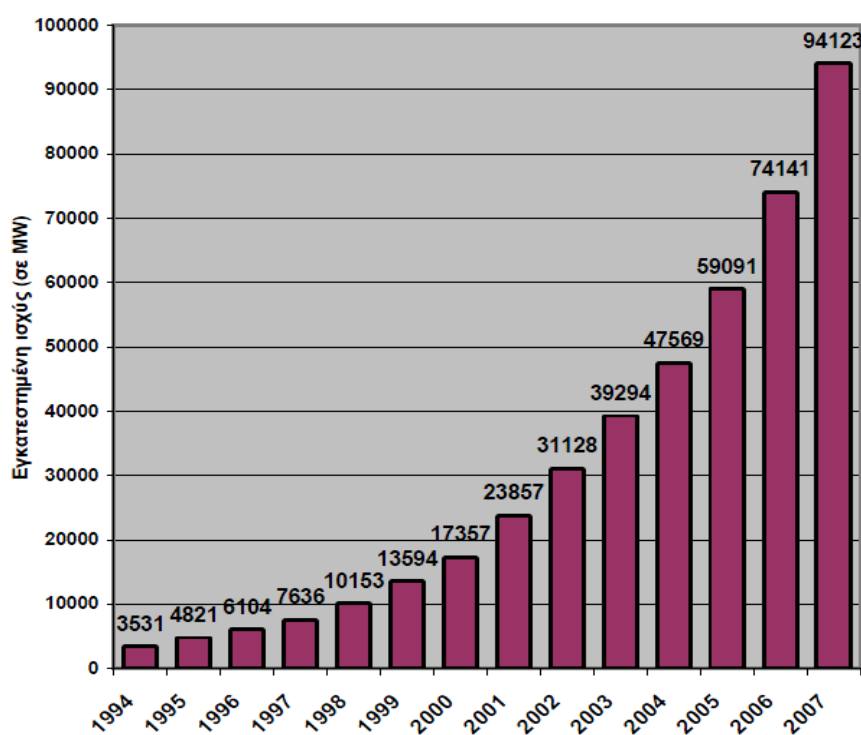
Σύμφωνα με τον οδηγό αξιολόγησης των αιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ της Ρ.Α.Ε., η ελάχιστη προαπαιτούμενη ταχύτητα ανέμου που εξασφαλίζει συντελεστή απόδοσης του έργου μεγαλύτερο του 20%, ο οποίος είναι και ο ελάχιστος απαιτητός για την αδειοδότηση του έργου, αντιστοιχεί σε μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου ίση ή μεγαλύτερη των 6 m/s (Ρ.Α.Ε., 2001).



### 1.2.3 Η Εξέλιξη της Αιολικής Ενέργειας

Σε παγκόσμιο επίπεδο, πλέον, είναι φανερή η μείωση των πετρελαιοειδών προϊόντων, των στερεών καυσίμων και της πυρηνικής ενέργειας, ενώ από την άλλη πλευρά αυξάνεται η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ([www.gwec.net](http://www.gwec.net), 2016). Στο διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η παγκόσμια συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων από το 94' μέχρι το 2007:

Διάγραμμα 2: Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς σε παγκόσμιο επίπεδο για τα χρονική περίοδο 1994 – 2007

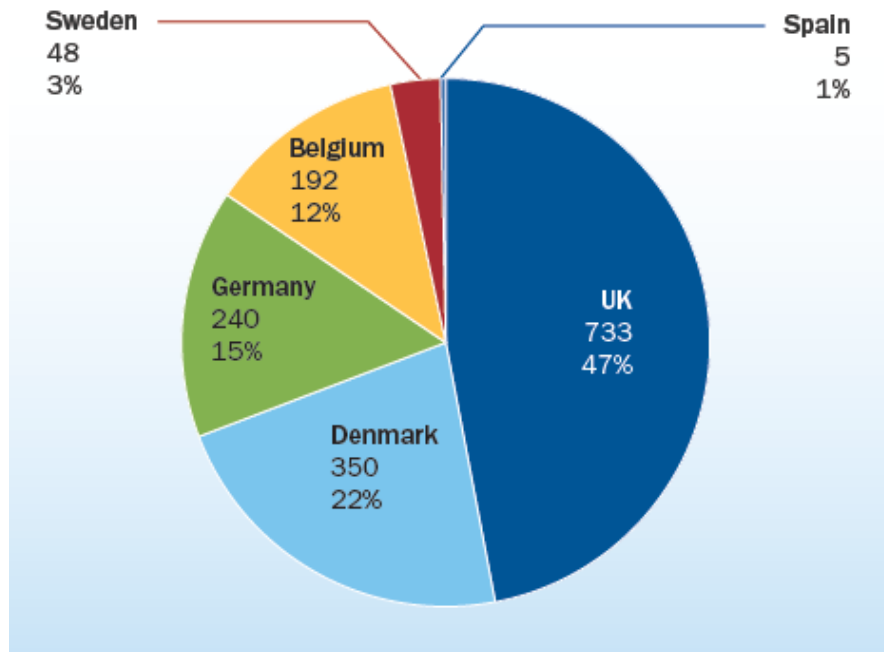


Πηγή: [www.gwec.net](http://www.gwec.net), 2016

Το 2007, η αγορά αιολικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο ανερχόταν στα 94.000 MW, σημειώνοντας συνεχή αύξηση (όπως φάνηκε και από το διάγραμμα). Επομένως, η αύξηση της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας μέσω αιολικών πάρκων, είναι κάτι παραπάνω από ενθαρρυντική.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, στον ενεργειακό τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, οι ΑΠΕ. αύξησαν το ποσοστό τους κατά 4,6% από το 2000 έως το 2009, φτάνοντας το 18,21% της συνολικής ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας το 2009, με τη Γερμανία, την Ισπανία, την Ιταλία, την Πορτογαλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Δανία να είναι οι χώρες που αξιοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό το αιολικό δυναμικό τους (EWEA, 2014). Στην πίτα που ακολουθεί φαίνεται πως αυτές οι χώρες πρωταγωνιστούν και στην κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων:

Διάγραμμα 3: Εγκατεστημένα υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ευρώπη για το έτος 2013



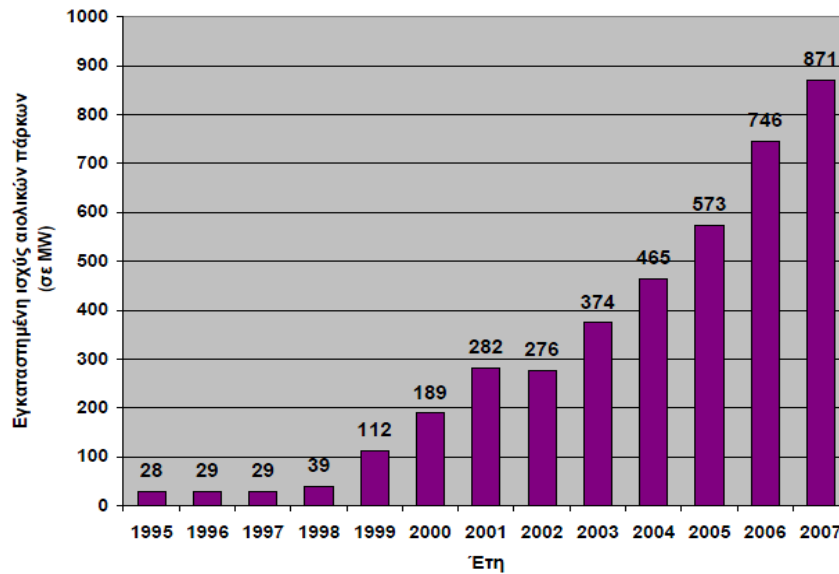
Πηγή: European Wind Energy Association, 2014

Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά κράτη που έχουν επενδύσει στην αιολική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρισμού, μέσω υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Στην πίτα κάτω από τα ονόματα των χωρών αναγράφεται ο αριθμός των ανεμογεννητριών που έχουν εγκαταστήσει σε θαλάσσιο περιβάλλον και το ποσοστό αναφέρεται στη συμμετοχή στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια αιολικά πάρκα.

Αναφορικά με την Ελλάδα, το 2000, οι ΑΠΕ αποτελούσαν το 5% της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας της χώρας, με την αιολική ενέργεια να συνεισφέρει συνολικά 451 GWh ηλεκτρικής ενέργειας (Vassilakos and all, 2003). Αξίζει να τονιστεί ότι το ποσοστό αυτό ανερχόταν στο 6,9% το 2004, γεγονός που ενισχύει την εικόνα του ανερχόμενου κλάδου που παρουσιάζουν οι τεχνολογίες ΑΠΕ. Τα επόμενα χρόνια (2000-2009) στην Ελλάδα το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή αυξήθηκε σχεδόν κατά 5%.

Σύμφωνα με την Eurostat, η Ελλάδα άντλησε το 15% της απαιτούμενης ενέργειας από ΑΠΕ, για το έτος 2013. Ενώ η χώρα έως τον Ιούνιο του 2015 διέθετε συνολική εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ ίση με 5.173 MW (<http://www.econews.gr/>). Αναλυτικότερα τα στοιχεία του 2013 αναδεικνύουν την κατανομή της ενέργειας ανά είδος προέλευσης. Στο διάγραμμα (3) παρουσιάζεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων στην Ελλάδα κατά τα έτη 1995 – 2007:

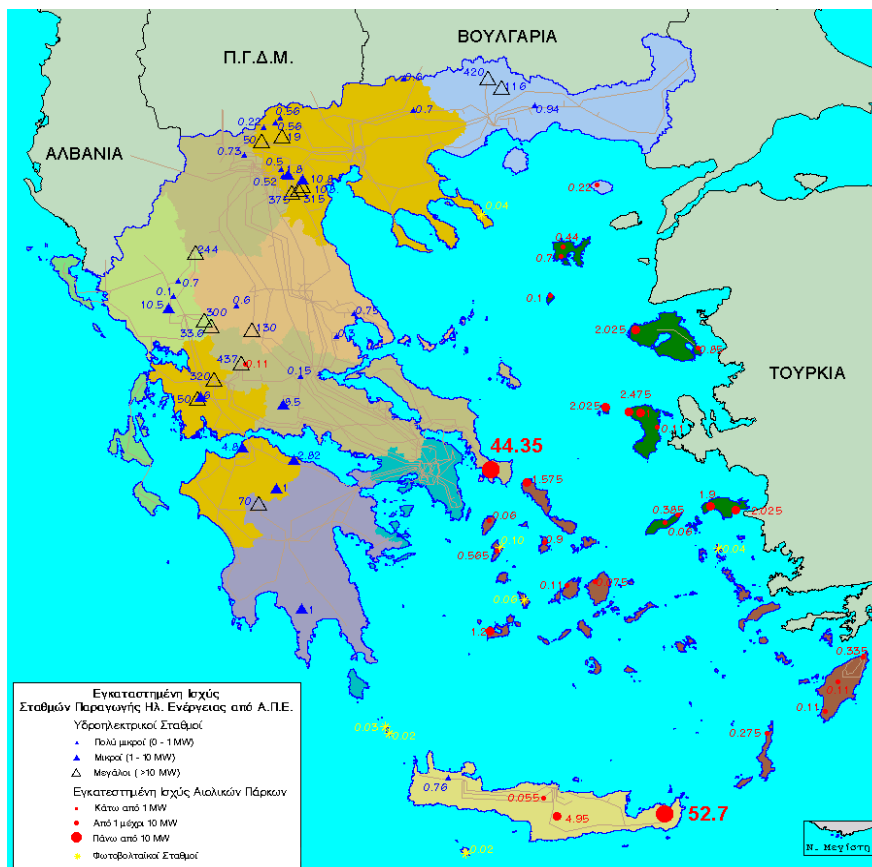
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων στην Ελλάδα τα έτη 1995-2007 (σε MW)



Πηγή: [www.ewea.org](http://www.ewea.org), 2008

Στο χάρτη (3) απεικονίζονται τα αιολικά πάρκα της χώρας που είτε έχουν άδεια λειτουργίας, είτε άδεια παραγωγής ενέργειας:

Χάρτης 3: Υφιστάμενα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα



Πηγή: <http://www.rae.gr>, 2016

### 1.2.4 Κόστος και Τιμολόγηση

Από τεχνοοικονομικής άποψης, η αιολική ενέργεια αποτελεί μία από τις πλέον συμφέρουσες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεδομένου ότι ήδη το κόστος της παραγόμενης αιολικής KWh συναγωνίζεται το κόστος της συμβατικής KWh χωρίς να συμπεριλαμβάνονται τα πρόσθετα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και άλλα οφέλη από τη χρήση της αιολικής ενέργειας. Φυσικά, δεν πρέπει να παραλείψουμε το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια δεν είναι συνεχής και είναι μια ενέργεια χαμηλής πυκνότητας, γεγονός που μας υποχρεώνει σε μεγάλες κατασκευές (Παπακωσταντίνου, 2012).

Το συνολικό κόστος υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα έξοδα εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης της ανεμογεννήτριας, διαιρούμενα προς την συνολική ηλεκτρική παραγωγή της ανεμογεννήτριας (Hau, 2006).

Ο υπολογισμός του κόστους της αιολικής ενέργειας πραγματοποιείται με βάση τα χαρακτηριστικά μιας τυπικής ανεμογεννήτριας, τα οποία παρατίθενται παρακάτω (Renewable Energy in Europe – Markets, Trends and Technologies, 2010):

- Η ονομαστική ισχύς κυμαίνεται από 1,5 - 2 MW.
- Το κόστος εγκατάστασης κυμαίνεται από 1.100 €/kW μέχρι 1.400 €/kW με μια μέση τιμή τα 1.225 €/kW.
- Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι κατά προσέγγιση 1,45 €/kWh.
- Ο κύκλος ζωής της ανεμογεννήτριας είναι 20 - 25 έτη.

Το κόστος της αιολικής ενέργειας ανέρχεται στα 0,07–0,1 €/kWh, σε περιοχές με χαμηλό αιολικό δυναμικό, από 0,05-0,065 €/kWh σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό και σε 0,07 €/kWh σε περιοχές με μέτριο αιολικό δυναμικό (Renewable Energy in Europe – Markets, Trends and Technologies, 2010).

Σύμφωνα με τον νόμο Ν. 4254/2014 (ΦΕΚ Α 85/7-4-2014) και συγκεκριμένα την «Υποπαράγραφο ΙΓ.5: ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΘΡΟΥ 13 ΤΟΥ Ν. 3468/2006», η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια στην Ελλάδα είναι η εξής:

Πίνακας 2: Τιμολόγηση Ηλεκτρικής Ενέργειας παραγόμενη από Αιολική Ενέργεια

Παραγωγής ηλ. ενέργειας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) χωρίς ενίσχυση <sup>1</sup>	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) με ενίσχυση
Χερσαία Αιολική ≤5 MV	105	85
Χερσαία Αιολική >5 MV	105	82
Χερσαία Αιολική στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	110	90

Πηγή: ΦΕΚ Α 85/7-4-2014 (ιδία επεξεργασία)

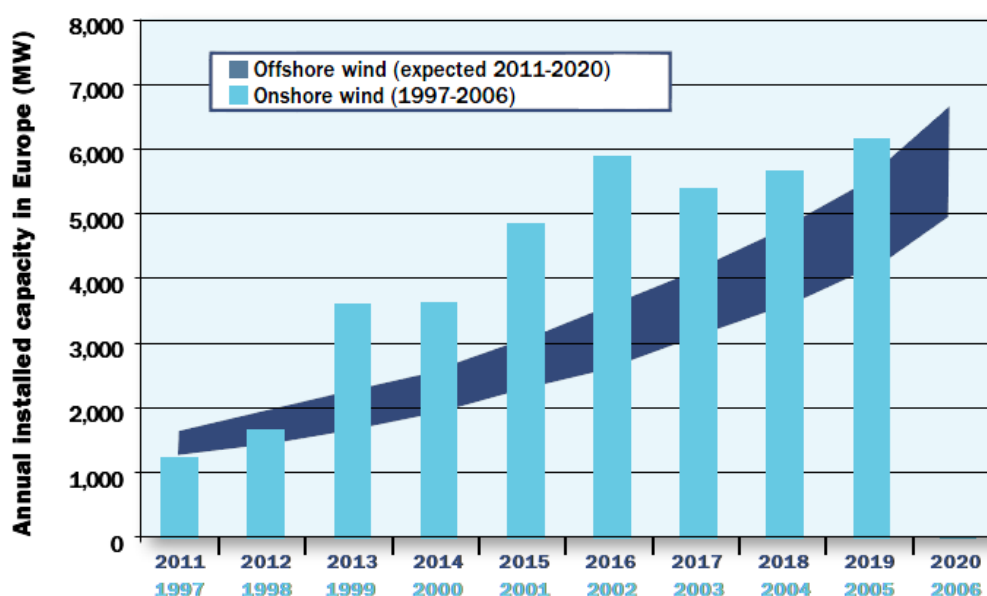
<sup>1</sup> Ως ενίσχυση θεωρείται η υπαγωγή του έργου σε επενδυτικό νόμο

### 1.3 Θαλάσσια Αιολικά

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας άρχισε να πραγματοποιείται σε χερσαίες εκτάσεις μέσω της δημιουργίας αιολικών πάρκων. Οι περιορισμένες χερσαίες εκτάσεις, οι αντιδράσεις από τον τοπικό πληθυσμό των περιοχών αναφορικά με την αλλοίωση του τοπίου και την ηχητική όχληση καθώς το ισχυρότερο αιολικό δυναμικό της θάλασσας, ώθησαν στο να στραφεί το ενδιαφέρον στην αξιοποίηση της θαλάσσιας αιολικής ενέργειας (Soker and all, 2000).

Από το διάγραμμα που ακολουθεί, διαπιστώνεται η τάση για αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, κάνοντας ταυτόχρονα προβλέψεις για την ανάπτυξη των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στον ευρωπαϊκό χώρο έως το 2020:

Διάγραμμα 5: Ετήσια εγκατεστημένη ισχύς σε MV στην Ευρώπη



Πηγή: Wiersma and all, 2011

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται η αύξηση στη δημιουργία χερσαίων αιολικών πάρκων από το 1997 έως το 2006, ενώ προβλέπεται βαθμιαία αύξηση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων για το χρονικό διάστημα: 2011 – 2020.

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια αποτελεί αναδυόμενη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, καθώς μέχρι πρότινος αιολικά πάρκα εντοπιζόνταν μόνο σε χερσαίες εκτάσεις. Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα δεν έχουν αξιοποιηθεί κυρίως λόγω του κόστους ανάθεσης και λειτουργίας τους (Wiersma and all, 2011).

Από το 1970 έως το 1990, οι ανεμογεννήτριες εγκαθιδρύονταν μόνο σε χερσαίες εγκαταστάσεις. Η έρευνα στον κλάδο και η τεχνολογική πρόοδος αύξησαν το μέγεθος των ανεμογεννητριών και βελτίωσαν σημαντικά την αποδοτικότητά τους, προσφέροντας παράλληλα τη δυνατότητα αξιοποίησης της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Κατά κύριο λόγο η ταχύτητα των θαλάσσιων ανέμων είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με τους υπόλοιπους (Snodin, 2008).

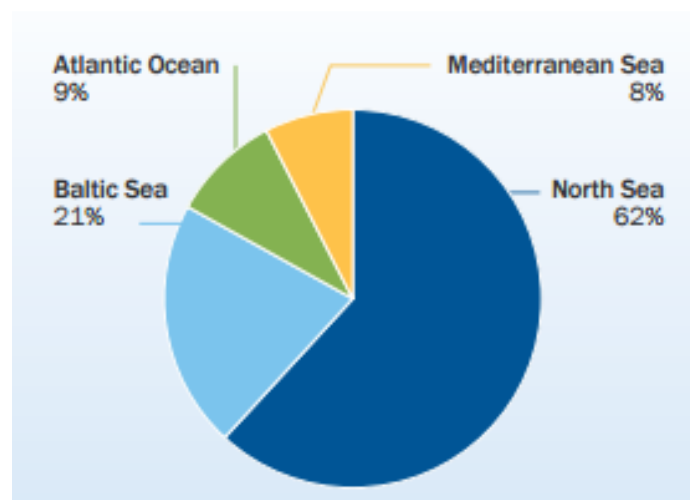
Κατά το παρελθόν, οι σχεδιαστές δημιουργούσαν ανεμογεννήτριες για τη ξηρά, ενώ πλέον, κατασκευάζονται ανεμογεννήτριες καθαρά για χρήση σε θαλάσσιες περιοχές. Η εισαγωγή νέων υλικών (όπως ανθρακοίνες, ίνες γυαλιού και άλλα) συνέβαλε στην αξιοποίηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, δίνοντας τη δυνατότητα αντιμετώπισης κρίσιμων ζητημάτων, όπως το διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον ή τα μεγαλύτερα πτερύγια του ρότορα που απαιτούνται. Επιπρόσθετα, οι πύργοι των ανεμογεννητριών δεν χρειάζεται να είναι τόσο ψηλοί όσο στις χερσαίες περιοχές, προκειμένου να εκμεταλλευτούν την υψηλή ισχύ του αέρα (Greenpeace, 2014).

Από την άλλη πλευρά όμως, υπάρχουν αρκετά θέματα, όπου ο τεχνικός εξοπλισμός πρέπει να ανταπεξέλθει (Γιαννακά, 2010):

- Αντιδιαβρωτική προστασία
- Ειδικό φωτισμό
- Πλατφόρμες σύνδεσης με θαλάσσια σκάφη
- Συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου από τη στεριά
- Άτρακτοι με καλύτερη σφράγιση
- Ειδικά εργαλεία άρσης στην άτρακτο

Οι παράγοντες που καθορίζουν το εάν πρέπει να γίνει ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο και που μπορεί να γίνει είναι συγκεκριμένοι. Πρώτον, το αιολικό δυναμικό της θαλάσσιας περιοχής, δεύτερος παράγοντας είναι το βάθος καθώς και η φύση του βυθού. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες για υπεράκτια αιολικά πάρκα, όπως θα παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια, μπορούν να εδραιωθούν μέχρι 50 μέτρα βάθος (Wiersma and all, 2011). Η φύση του πυθμένα της θάλασσας παίζει σημαντικό ρόλο για τη θεμελίωση της ανεμογεννήτριας. Πρέπει να είναι γνωστό εάν ο βυθός διαθέτει άμμο και εάν στη περιοχή επιλογής διέρχονται ωκεάνια ρεύματα. Ακόμα, οι επιλογές που υπάρχουν αναφορικά με τις κατασκευές έδρασης είναι περιορισμένες, ενώ παράλληλα έχουν επίπτωση στο συνολικό κόστος τοποθέτησης των ανεμογεννητριών σε θαλάσσιο περιβάλλον (<http://www.aquaret.com/>, 2016).

Διάγραμμα 6: Θέση ευρωπαϊκών υπεράκτιων αιολικών πάρκων



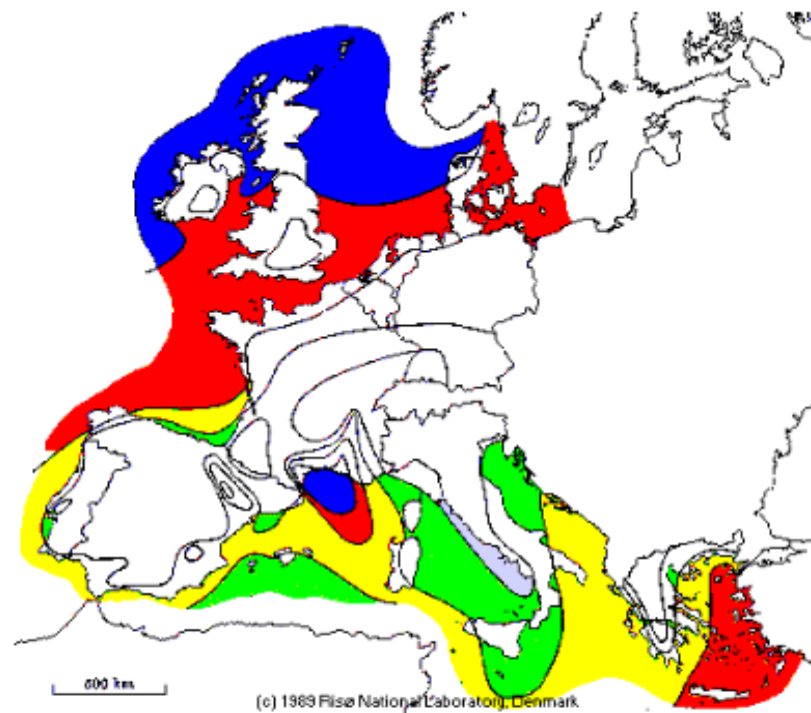
Πηγή: European Wind Energy Association, 2013

Από το διάγραμμα 5, παρατηρείται η κατανομή των υπεράκτιων αιολικών στις ευρωπαϊκές θαλάσσιες περιοχές, με τη Βόρεια Θάλασσα να κατέχει συντριπτικά τα περισσότερα αιολικά πάρκα και τη Βαλτική να έπεται.

Για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων πρέπει να προσμετρούνται και άλλοι παράγοντες, όπως οι ακτοπλοϊκές συνδέσεις, οι περιοχές αλιείας ή έντονης τουριστικής δραστηριότητας (λόγου χάρη θαλάσσιους ή καταδυτικός τουρισμός). Μία άλλη εξίσου σημαντική παράμετρος είναι η βιοποικιλότητα της περιοχής, τόσο στο θαλάσσιο περιβάλλον όσο και στον αέρα. Αναλυτικότερα, οφείλεται να εξετάζεται η περιοχή αναφορικά με τα ψάρια και τους λοιπούς θαλάσσιους οργανισμούς αλλά και με τα πτηνά, αφού το υπεράκτιο αιολικό πάρκο ενδέχεται να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα οικοσυστήματα (N 3851/2010).

Στο χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζεται το αιολικό δυναμικό των θαλάσσιων περιοχών στην Ευρώπη:

Χάρτης 4: Αιολικό δυναμικό θαλασσών της Ευρώπης



	10 m		25 m		50 m		100 m		200 m	
	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
■	> 8.0	> 600	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 10.0	> 1100	> 11.0	> 1500
■	7.0-8.0	350-600	7.5-8.5	450-700	8.0-9.0	600-800	8.5-10.0	650-1100	9.5-11.0	900-1500
■	6.0-7.0	250-300	6.5-7.5	300-450	7.0-8.0	400-600	7.5-8.5	450-650	8.0-9.5	600-900
■	4.5-6.0	100-250	5.0-6.5	150-300	5.5-7.0	200-400	6.0-7.5	250-450	6.5-8.0	300-600
■	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 6.0	< 250	< 6.5	< 300

Πηγή: Soker and all, 2000

Από το χάρτη (4) διαπιστώνονται με κόκκινο και μπλε χρώμα οι περιοχές με πολύ ισχυρούς ανέμους (7 m/s και άνω), κυρίως στον Ατλαντικό Ωκεανό, τη Βόρεια Θάλασσα, το Αιγαίο Πέλαγος στην Ελλάδα και ένα κομμάτι της Μεσογείου, νότια της Γαλλίας. Με κίτρινο χρώμα χαρακτηρίζεται το αιολικό δυναμικό της τάξης των 6 έως 7 m/s, όπου επίσης μπορούν να κατασκευαστούν υπεράκτια αιολικά πάρκα. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι θαλάσσιες περιοχές με μικρότερο αιολικό δυναμικό (4,5 – 6 m/s).

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα χαρακτηρίζονταν από το πολύ υψηλό κόστος επένδυσης που απαιτούσαν για τη δημιουργία τους (κατασκευή των ανεμογεννητριών, μεταφορά τους στο επιλεγμένο σημείο και θεμελίωσή τους, διασύνδεση του πάρκου με καλώδια και τη συντήρησή του) (Soker and all, 2000). Πλέον, όμως το κόστος επένδυσης έχει μειωθεί σημαντικά κυρίως λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης, της αύξησης του μεγέθους των θαλάσσιων πάρκων, της αποκτηθείσας εμπειρίας αλλά και των χρηματοδοτικών ευκαιριών που προσφέρονται από τα διαρθρωτικά ταμεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ανάπτυξη των ΑΠΕ (Wiersma and all, 2011). Συγκεκριμένα, το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο που κατασκευάστηκε στη Δανία ήταν της τάξης των 2.200 €/kW, ενώ λίγα χρόνια αργότερα για το αιολικό “Horns Rev”, το κόστος επένδυσης ανερχόταν στα 1.650 €/kW, ποσό σημαντικά μειωμένο (Γιαννακά, 2010). Συμπερασματικά, το κόστος επένδυσης έχει μειωθεί, ενώ τα χρηματοδοτικά εργαλεία για την αξιοποίηση της θαλάσσιας αιολικής ενέργειας πολλαπλασιάζονται καθώς το ενδιαφέρον στρέφεται προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.

### **1.3.1 Σχεδιασμός ανεμογεννητριών για υπεράκτια αιολικά πάρκα**

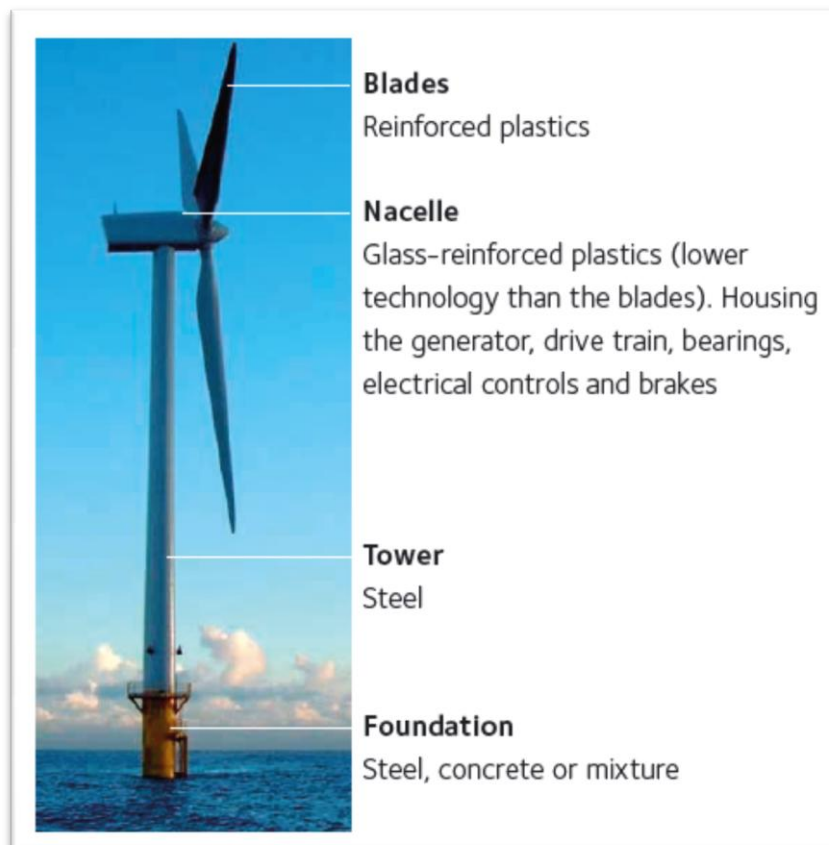
Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται στα υπεράκτια αιολικά πάρκα διαφοροποιούνται σε ορισμένα σημεία συγκριτικά με τις τυπικές, δηλαδή εκείνες που εντοπίζουμε στα χερσαία. Σε γενικές γραμμές, οι ανεμογεννήτριες που εντοπίζονται στα θαλάσσια αιολικά, έχουν ονομαστική ισχύ έως 6 MW και σπάνια η διάμετρος του ρότορα υπερβαίνει τα 140 m (<http://www.4coffshore.com/>, 2016).

Κατ’ αρχήν, οι ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται αποκλειστικά για να ανταπεξέλθουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ενώ οι ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται με σκοπό την ελάχιστη ακουστική όχληση, όσες αφορούν θαλάσσια χρήση κατασκευάζονται έτσι ώστε ο ρότορας να επιτυγχάνει τη βέλτιστη αεροδυναμική απόδοση. Επειδή στόχος είναι η επίτευξη υψηλής ταχύτητας του ρότορα, αυτό οδηγεί σε μείωση της σταθερότητάς του και ως εκ τούτου οι σχεδιαστές μειώνουν το πτερύγιο του δρομέα (Soker and all, 2000).

Κατά κανόνα, στα θαλάσσια αιολικά πάρκα χρησιμοποιούνται Α/Γ με τρία πτερύγια (*rotor’s blades*), ενώ σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται Α/Γ με δύο πτερύγια. Η τοποθέτηση των δίπτερων ανεμογεννητριών μπορεί να μειώσει το κόστος επένδυσης, όμως μειώνεται και η παραγόμενη ισχύς (Soker and all, 2000).



Εικόνα 5: Τα κύρια τμήματα μίας θαλάσσιας ανεμογεννήτριας



Πηγή: Snodin, 2008

Blades: Πτερύγια (Λεπίδες,) Nacelle: Άτρακτίδιο,  
Tower: Πύργος, Foundation: Θεμελίωση

Δεδομένου του θαλάσσιου περιβάλλοντος, δηλαδή παρουσία νερού, αλατιού και υψηλής υγρασίας, οι εξωτερικές επιφάνειες των ανεμογεννητριών βάφονται με ειδικά χρώματα ή προστατεύονται με άλλες τεχνικές (π.χ. επίστρωση electrozinc) προκειμένου να μην διαβρώνονται. Επιπλέον, κάθε ανεμογεννήτρια διαθέτει σύστημα ελέγχου και εφεδρική μονάδα τροφοδοσίας (Soker and all, 2000).

Εννοείται πως η κατασκευή των επιμέρους τμημάτων γίνεται στη ξηρά κι η άτρακτος συνήθως συναρμολογείται πριν τη μεταφορά. Τα υπόλοιπα συστατικά μέρη μεταφέρονται στο επιλεγμένο σημείο, όπου συναρμολογούνται πάνω σε ασφαλείς εδράσεις. Η μονταρισμένη άτρακτος, η πλήμνη, ο πύργος και τα πτερύγια του ρότορα μεταφέρονται στο σημείο εγκατάστασης και εν συνεχεία συναρμολογούνται. Ο πύργος ανυψώνεται και στερεώνεται στις δομές έδρασης, ακολουθεί η άτρακτος και έπονται τα πτερύγια (Γιαννακά, 2010).

Εικόνα 6: Μεταφορά αποσυναρμολογημένου στροφέα (διαμέτρου 70 μέτρων) για τοποθέτηση στο υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Yttre Stengrund” στη Σουηδία



Πηγή: Γιαννακά, 2010

Εικόνα 7: Εγκατάσταση Ανεμογεννητριών στο αιολικό πάρκο “Nysted” της Δανίας



Πηγή: Wiersma and all, 2011

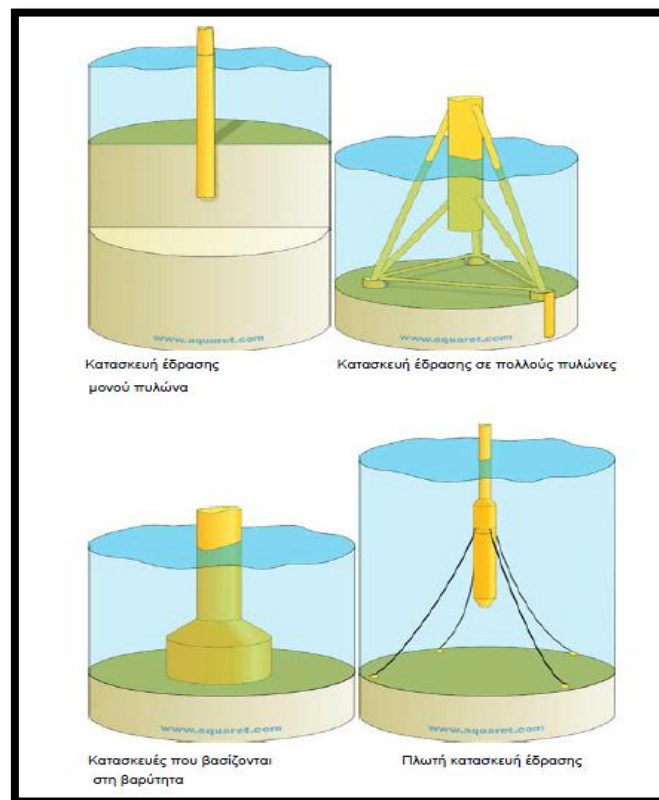
Για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη συντήρηση ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου, απαιτείται η λειτουργία εποπτικού συστήματος ελέγχου και συλλογής δεδομένων, το οποίο καλείται SCADA. Επιπλέον, το σύστημα αυτό μπορεί διασύνδεει όλες τις πληροφορίες από μετεωρολογικούς σταθμούς και υποσταθμούς των ανεμογεννητριών, με έναν κεντρικό υπολογιστή, προκειμένου να ελέγχεται η ορθή λειτουργία του υπεράκτιου αιολικού πάρκου (Γιαννακά, 2010).

### 1.3.2 Δομές στήριξης των θαλάσσιων ανεμογεννητριών

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το κόστος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών είναι κυρίαρχο ζήτημα για τη δημιουργία των θαλάσσιων αιολικών πάρκων, αφού αντιστοιχεί, συνήθως περίπου, στο 16% του συνολικού κόστους επένδυσης (Soker and all, 2000). Οι ανεμογεννήτριες των θαλάσσιων αιολικών πάρκων διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες (σταθερής και πλωτής έδρασης):

- 1) Σε αυτές που διαθέτουν δομές στήριξης στον πυθμένα και
- 2) Σε αυτές που διαθέτουν πλωτές δομές στήριξης

Εικόνα 8: Διάφορες κατασκευές θεμελίωσης θαλάσσιων ανεμογεννητριών

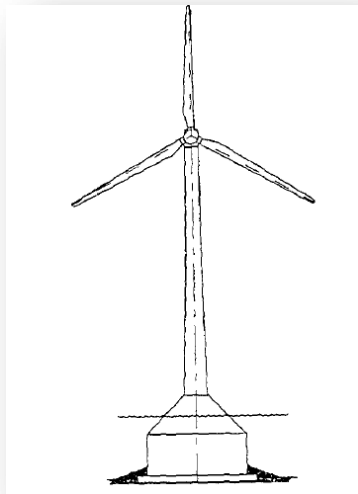


Πηγή: Γιαννακά, 2010

#### 1α. Δομή στήριξης που στηρίζεται στη βαρύτητα

Ο συνήθης τύπος κατασκευής με βαρυντική δομή στήριξης στον πυθμένα της θάλασσας, διαθέτει μεγάλη βάση που είναι ανθεκτική στα θαλάσσια ρεύματα αλλά μειονεκτεί στις ακραίες καιρικές συνθήκες. Έχει χρησιμοποιηθεί στα υπεράκτια αιολικά πάρκα “Vindeby” και “Tuno Knob” στη Δανία και σε άλλα στο Ηνωμένο Βασίλειο (Snodin, 2008). Η συγκεκριμένη βάση μπορεί να τοποθετηθεί έως 50 μέτρα βάθος το μέγιστο. Είναι σχετικά δύσκολη η συντήρησή της ενώ δεν μπορεί να δεχτεί επιδιορθώσεις. Ακόμα, είναι δυσχερής η μεταφορά της στο σημείο εγκατάστασης λόγω μεγέθους και βάρους (η μία ζυγίζει περίπου 1.000 τόνους), ενώ απαιτεί συμπληρωματικές εγκαταστάσεις σε κοντινή απόσταση μέχρι να ολοκληρωθεί η πλήρης θεμελίωση της (Soker and all, 2000). Στην εικόνα παρουσιάζεται ο συγκεκριμένος τύπος:

Εικόνα 9: Κατασκευή που στηρίζεται στη βαρύτητα

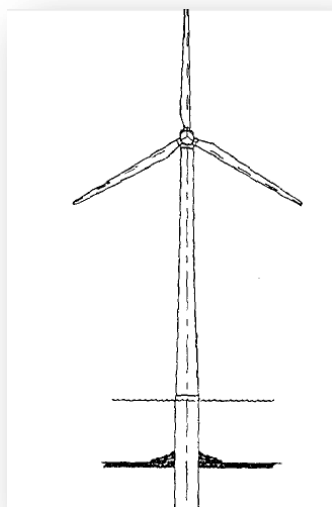


Πηγή: Soker and all, 2000

***1β. Κατασκευή έδρασης με μονό πυλώνα***

Παρεμφερής δομή στήριξης είναι η κατασκευή έδρασης με μονό πυλώνα που βυθίζεται κάτω από το πυθμένα της θάλασσας. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει εφαρμοστεί σε θαλάσσια πάρκα στη Βόρεια Θάλασσα (Snodin, 2008). Ο συγκεκριμένος τύπος απαιτεί γεώτρηση εάν ο βυθός είναι πετρώδης, η μεταφορά και η εγκατάσταση είναι ευκολότερες συγκριτικά με την προηγούμενη τεχνολογία (περίπου 30 ώρες χρειάζονται για την εγκατάσταση μίας έδρασης μονού πυλώνα). Το κόστος της εξαρτάται από το βάθος και τη φύση του πυθμένα (Soker and all, 2000). Έπεται η σχετική εικόνα:

Εικόνα 10: Κατασκευή έδρασης μονού πυλώνα

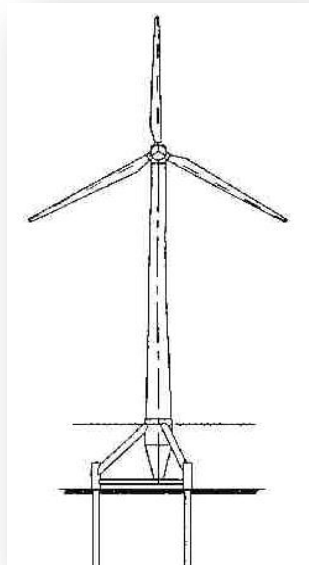


Πηγή: Soker and all, 2000

### 1γ. Τρίποδο

Η δομή στήριξης με τρίποδο προέρχεται από την υπεράκτια βιομηχανία άντλησης πετρελαίου. Διαθέτει μία κεντρική στήλη που φέρει τον πύργο και από κάτω τρεις πυλώνες που εδράζονται στο πυθμένα της θάλασσας. Η συγκεκριμένη δομή χρησιμοποιείται για βαθιά νερά και απομακρυσμένες εγκαταστάσεις, καθώς διατρέχει ο κίνδυνος πρόσκρουσης σκαφών στη δομή στήριξης ή σε κάποιον από τους πυλώνες (Soker and all, 2000).

Εικόνα 11: Δομή έδρασης με τρίποδο



Πηγή: Soker and all, 2000

### 2.α Πλωτή τύπου *Tension Leg Platform – Buoy*

Πρόκειται για πλωτή κατασκευή έδρασης που μπορεί να παρομοιαστεί με σημαδούρα. Η πλωτή έδραση διαθέτει σχοινιά πρόσδεσης και αλυσοειδή αγκυροβόλια στο θαλάσσιο πυθμένα, μαζί σκυροδέματος άνω των 600 τόνων στο κάτω μέρος για την απαραίτητη ευστάθεια της κατασκευής και ειδικό συνθετικό αφρό (*foam*) στο άνω τμήμα, για αποφυγή πλημμύρων. Ο πύργος της ανεμογεννήτριας είναι σωληνωτό οπλισμένο σκυρόδεμα με διάμετρο 12 μέτρων. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει σχεδιαστεί για ανεμογεννήτρια ισχύος 1,4 MW και 45 m ύψους (Soker and all, 2000).

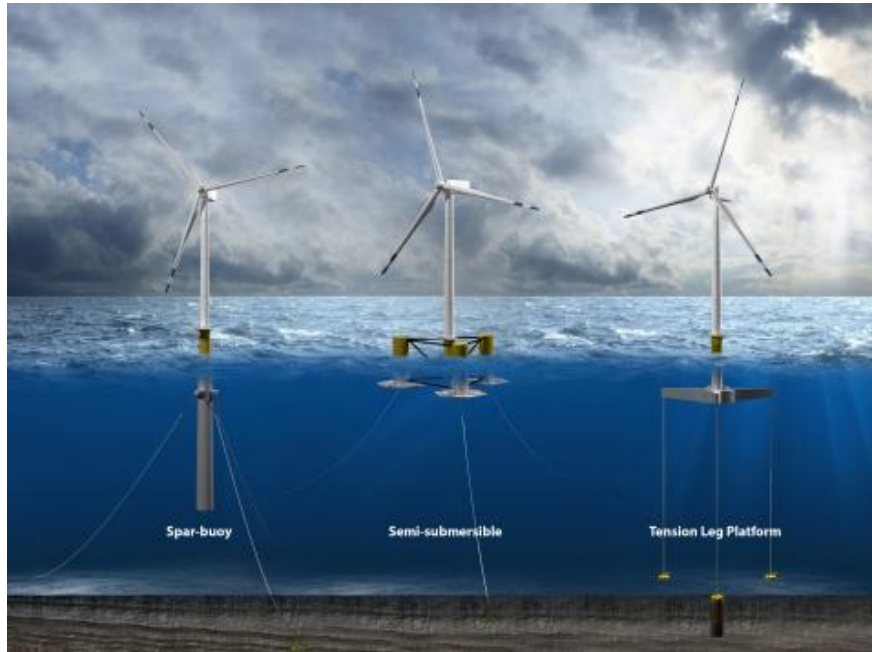
### 2.β Πλωτή έδραση “*Semi – Sub*”

Η τεχνολογία προέρχεται εξίσου από εμπειρία στην άντληση πετρελαίου. Η δομή έδρασης είναι κάτω από την επιφάνεια του νερού, μειώνοντας τις αντιδράσεις στα κύματα, παρέχοντας μεγαλύτερο χρονικό διάστημα φυσικής κίνησης (δηλαδή σύμφωνα με τη θαλάσσια ροή). Η τεχνολογία αυτή μπορεί να στερεώνει ένα σύμπλεγμα (*cluster*) τριών έως έξι ανεμογεννητριών, μέγιστης διαμέτρου 80 μέτρων (Soker and all, 2000).

## 2.γ Πλωτή έδραση “Spar – Buoy”

Η τεχνολογία αυτή αφορά μια πλωτή έδραση μονού κατακόρυφου πυλώνα προς το νερό, πολύ σταθερή και ικανή να τοποθετείται σε αρκετά μεγάλα βάθη (έως 120 μέτρα). Η προσαρμογή της πλατφόρμας στα θαλάσσια ρεύματα είναι τέτοια που δεν έρχεται αντίθετη με τη δύναμη των κυμάτων (EWEA, 2013).

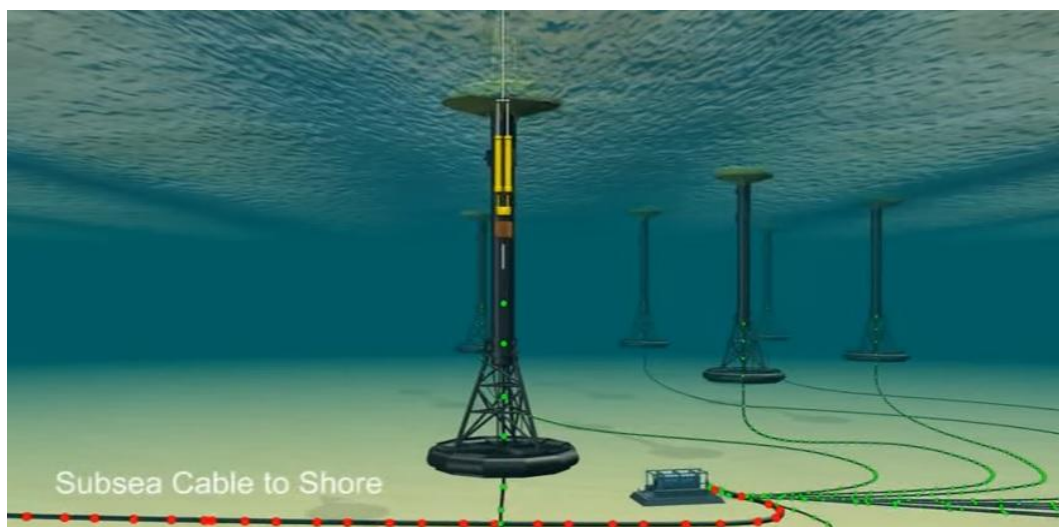
Εικόνα 12: Πλωτές κατασκευές έδρασης ανεμογεννητριών



Πηγή: <http://energy.gov/>, 2016

Στην εικόνα (13) που ακολουθεί παρουσιάζεται το σύστημα πρόσδεσης (mooring system) και η υποθαλάσσια διασύνδεση των ανεμογεννητριών μέσω καλωδίων με την ακτή, για τη μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας:

Εικόνα 13: Σύστημα πρόσδεσης και διασύνδεση με καλώδια



Πηγή: <http://www.oceanpowertechologies.com/>, 2016

## 2.δ Πλωτός Αιολικός Σταθμός εκμετάλλευσης αιολικής και κυματικής ενέργειας

Η Σουηδική εταιρία “Hexicon” από το 2014 προέβη στην κατασκευή πλωτού αιολικού σταθμού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται όμως από την αιολική ενέργεια των ανέμων που πνέουν αλλά και από την κυματική ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων (<http://www.hexicon.eu/>, 2016). Στη συνέχεια μέσω της εικόνα επεξηγείται η λειτουργία και τα τμήματα του συστήματος:

Εικόνα 14: Πλωτός αιολικός σταθμός “Hexicon”



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Σύστημα περιστροφής, που επιτρέπει στην πλατφόρμα να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της και να ευθυγραμμίζεται αυτόματα με τη διεύθυνση του ανέμου | 5 | Προστατευτικό σύστημα κύτους   |
| 2 | Ανεμογεννήτριες  | 6 | Ηλεκτρικό καλώδιο τροφοδοσίας, περιστρεφόμενοι γάντζοι προς τα πάνω και υποσταθμός κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας |
| 3 | Τοποθέτηση μέσω προωθητήρων  | 7 | Εγκαταστάσεις υπηρεσιών στο πίσω μέρος της πλατφόρμας, συμπιεσσιμουμένου ελικοδοσίου                                   |
| 4 | Σύστημα πρόσδεσης χωρίς αλυσίδες   | 8 | Σύστημα διαχείρισης και συντήρησης   |

Πηγή: <http://www.hexicon.eu/>, 2016 (ιδία επεξεργασία)

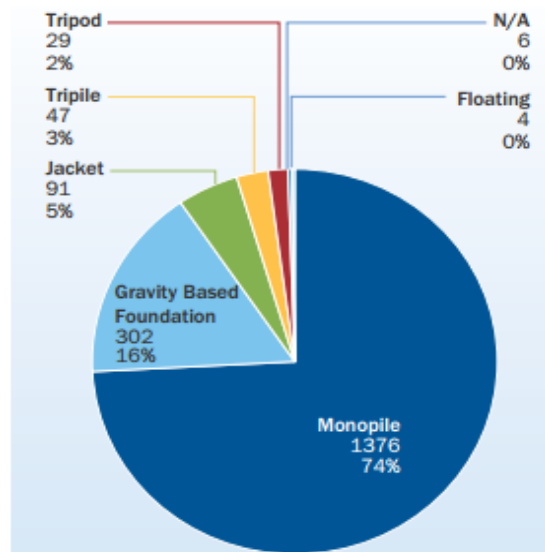
Η πλωτή πλατφόρμα παράγει ηλεκτρική ισχύ 54 MV από τις ανεμογεννήτριες και 15 MV από την κυματική ενέργεια του συστήματος. Το προστατευτικό κέλυφος προστατεύει την πλατφόρμα από τη διάβρωση, την κόπωση και τις δονήσεις. Το μέγεθος και ο σχεδιασμός της πλατφόρμας επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση των συνεργείων συντήρησης, ενώ η εγκατάσταση μπορεί να γίνει σε διάφορες περιοχές χωρίς τους περιορισμούς των συμβατικών υπεράκτιων γεννητριών που επηρεάζονται από τα βάθη και τη γεωμορφολογία του βυθού. Η πλατφόρμα είναι επίσης σχεδιασμένη ώστε να ανταπεξέρχεται σε θαλασσοταραχές και ακραίες καιρικές συνθήκες. Η συγκεκριμένη πρωτοποριακή τεχνολογία δεν έχει μέχρι στιγμής εμπορική εφαρμογή, αλλά η ίδια η εταιρεία έχει προτείνει την εγκατάσταση στη Μάλτα και στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (<http://astrospalio.gr/>, 2016).

### 1.3.3 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

Στη συγκεκριμένη παράγραφο καταγράφονται γενικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα για τα τις διάφορες τεχνολογίες, που αναλύθηκαν προηγουμένως.

Από το διάγραμμα (7) που έπεται συμπεραίνεται πως μέχρι το 2012, αναφορικά με τις κατασκευές έδρασης, η θεμελίωση με μονό πυλώνα είναι η πιο διαδεδομένη, ενώ ταυτόχρονα ξεκινούν σε Ευρώπη, Αμερική και Ιαπωνία οι πρώτες πλωτές εγκαταστάσεις.

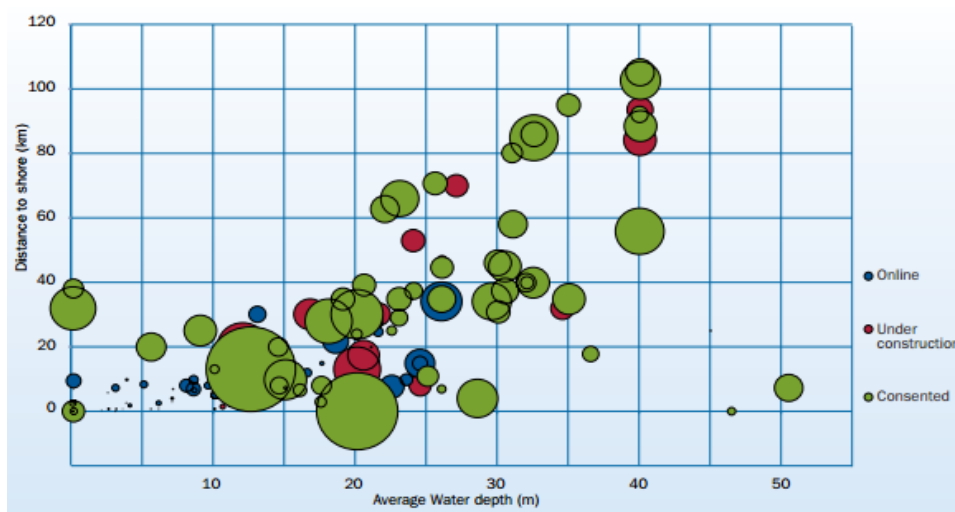
Διάγραμμα 7: Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες για συνδεδεμένα υπεράκτια αιολικά πάρκα παγκοσμίως για το 2012



Πηγή: European Wind Energy Association, 2013

Από το διάγραμμα (8) που ακολουθεί γίνεται αντιληπτό, πως τα υφιστάμενα θαλάσσια αιολικά ή όσα βρίσκονται ήδη σε φάση κατασκευής, βρίσκονται, κατά κύριο λόγο σε βάθη μεταξύ 10 έως 30 μέτρων.

Διάγραμμα 8: Διαγραμματική συσχέτιση βάθους και απόστασης από την ακτή των θαλάσσιων αιολικών πάρκων



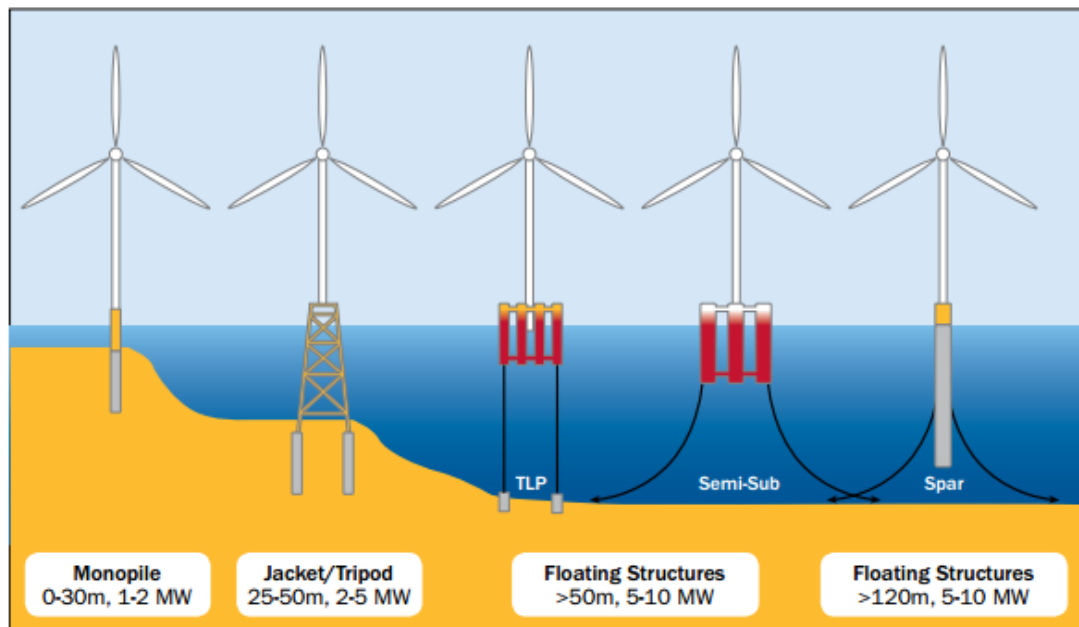
Πηγή: European Wind Energy Association, 2013



Σε ότι αφορά τις πλωτές κατασκευές πρέπει να τονιστεί πως η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται σε υψηλότερες τιμές, καθώς εκτιμάται στη διπλάσια τιμή από την παραγόμενη ενέργεια των σταθερών εδράσεων. Ακόμα, στις πλωτές κατασκευές το 40 έως 50% του κόστους επένδυσης αποτελούν τα σύστημα πρόσδεσης και πλεύσης. Επιπρόσθετα, μπορούν να τοποθετηθούν σε βάθη από 75 έως και 500 μέτρα, αξιοποιώντας σαφώς ισχυρότερους ανέμους, παράλληλα όμως πρόβλημα δημιουργείται από τη μεγάλη απόσταση από το δίκτυο διασύνδεσης (Soker and all, 2000).

Η εικόνα (15) στη συνέχεια τοποθετείται προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι διαφορές ανάλογα με τις διάφορες τεχνολογίες, την ηλεκτρική ισχύ που μπορούν να παράγουν οι ανεμογεννήτριες των θαλάσσιων πάρκων και τα βάθη, στα οποία ενδείκνυται η χρησιμοποίηση της εκάστοτε κατασκευής έδρασης:

Εικόνα 15: Αντίστοιχη τεχνολογία έδρασης με θαλάσσια βάθη και παραγόμενη ισχύ



Πηγή: European Wind Energy Association, 2013

Συμπεραίνεται, πως οι σταθερές κατασκευές έδρασης, οι οποίες έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν ήδη σε αρκετά υπεράκτια αιολικά πάρκα, αφορούν αφενός μικρότερα βάθη και αφετέρου μικρότερη παραγόμενη ισχύ. Από την άλλη πλευρά, οι πλωτές πλατφόρμες μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερα βάθη, παράγοντας μεγαλύτερα ποσά ηλεκτρικής ισχύος αλλά και σε μεγαλύτερη απόσταση από το δίκτυο διασύνδεσης των ακτών.

### 1.3.4 Εμπειρικό Παράδειγμα: Υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Thanet”

Η Αγγλία στοχεύει μέχρι το 2020 το 15% της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και λίγα χρόνια πριν ξεκίνησε να αξιοποιεί την υπεράκτια αιολική ενέργειά της. Η Αγγλία είναι πρωτοπόρος καθώς βρίσκεται στην πρώτη θέση παγκοσμίως στον τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, αριθμώντας συνολικά 15 θαλάσσιους σταθμούς, οι οποίοι παράγουν ηλεκτρική ενέργειας ισχύος 1,8 GW. Παράλληλα, η χώρα διαθέτει 250 χερσαία αιολικά πάρκα (Γιαννακά, 2010, Παπακωνσταντίνου, 2012).

Έτσι, 11 χιλιόμετρα από την ακτή Kent βρίσκεται το δωδέκατο μεγαλύτερο θαλάσσιο αιολικό πάρκο παγκοσμίως, ονομαζόμενο “Thanet”, ακολουθώντας τα επίσης αγγλικά υπεράκτια: “London Array” και “Walney Wind Farm”. Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Thanet” έχει ονομαστική ισχύ 300 MW και το κόστος κατασκευής του υπολογίζεται στα 925 εκατομμύρια ευρώ (Wiersma and all, 2011).

Εικόνα 16: Υπεράκτιο αιολικό πάρκο “Thanet”



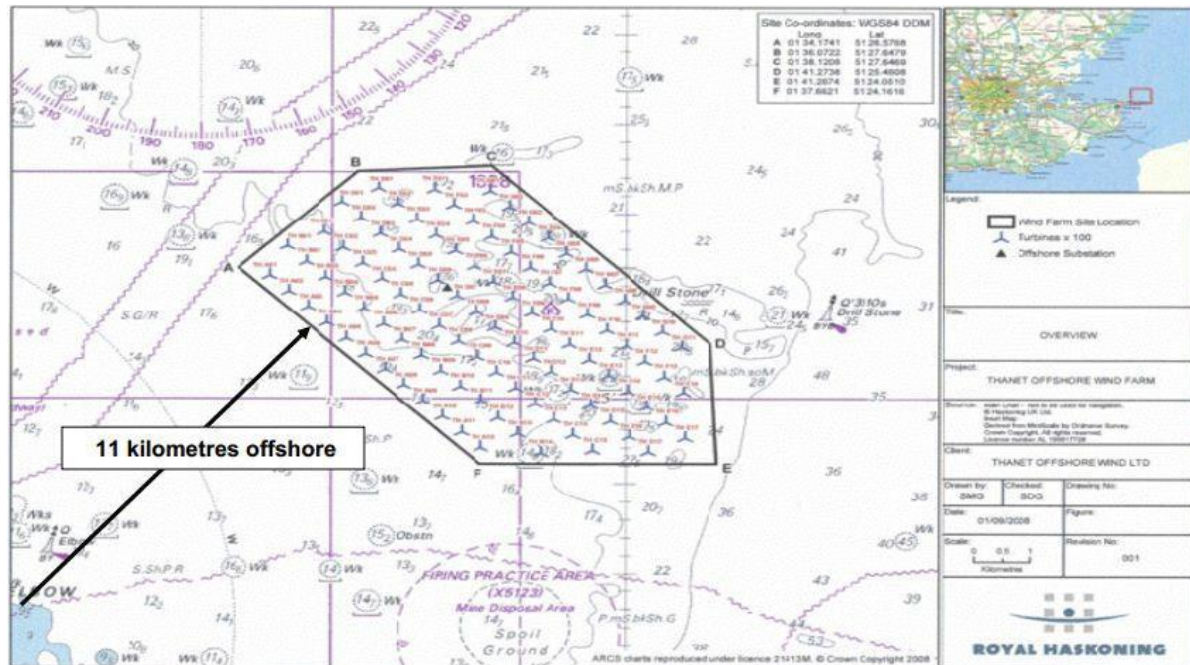
Πηγή: <https://corporate.vattenfall.co.uk/>, 2016

Ο συγκεκριμένος αιολικός σταθμός κατασκευάστηκε από την εταιρεία “Crown Estate”, η οποία διαχειρίζεται το σύνολο των εκτάσεων της βασιλικής οικογένειας της Αγγλίας, έχοντας ουσιαστικά στην ιδιοκτησία της όλο το θαλάσσιο βυθό της χώρας. Η “Crown Estate” παραχωρεί έναντι μίσθωσης τμήματα του βυθού σε ιδιωτικές επιχειρήσεις και φορείς που δραστηριοποιούνται στην επένδυση και δημιουργία υπεράκτιων αιολικών πάρκων (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Το πάρκο “Thanet” κατασκευάστηκε από τον δημόσιο σουηδικό όμιλο “Vattenfall” με την κατασκευή να ξεκινάει τον Ιανουάριο του 2008 και να ολοκληρώνεται το Ιούνιο του 2010, σε μία έκταση 35 στρεμμάτων. Τοποθετήθηκαν 100 ανεμογεννήτριες, διατεταγμένες σε σειρές, τύπου “Vestas V90”, 3 MW η κάθε μία. Οι σειρές αποτελούνται από διατεταγμένες ανεμογεννήτριες σε μια νοητή ευθεία, που έχουν απόσταση 500 μέτρων μεταξύ τους, ενώ η κάθε σειρά έχει απόσταση από την επόμενη 800 μέτρα. Οι ανεμογεννήτριες είναι τριών πτερυγίων με 90 μέτρα διάμετρο και με κατασκευή έδρασης μονού πυλώνα, αφού το βάθος της θαλάσσιας έκτασης

κυμαίνεται από 14 έως 23 μέτρα. Το αιολικό πάρκο παράγει 960 GWh ανά έτος ηλεκτρική ενέργεια που καλύπτει τις ανάγκες 240.000 νοικοκυριών της Αγγλίας (Thanet offshore wind Ltd, 2005).

Χάρτης 5: Χαρτογραφική απεικόνιση υπεράκτιου αιολικού πάρκου “Thanet”



Πηγή: Thanet offshore wind Ltd, 2005

Δύο υπόγεια καλώδια συνδέουν τις ανεμογεννήτριες του πάρκου με σταθμό στην ακτή, όπου γίνεται η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Εν συνεχεία, το ηλεκτρικό ρεύμα διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο της Αγγλίας.

Αναφορικά με τις συνέπειες του σταθμού “Thanet” στα φυσικό περιβάλλον και τους οργανισμούς του, παρατηρήθηκε πως αναφορικά με τα πτηνά, οι επιδράσεις είναι αμελητέες καθώς στην περιοχή πετούν ελάχιστα πουλιά. Για τα θαλάσσια οικοσυστήματα, πραγματοποιήθηκαν περιβαλλοντικές μελέτες που υπέδειξαν τη χωροθέτηση των κατασκευών έδρασης στο βυθό με τις μικρότερες συνέπειες στους θαλάσσιους οργανισμούς, ενώ εκτιμάται πως δεν μεταβλήθηκε το θαλάσσιο περιβάλλον και η βιοποικιλότητά του (Thanet offshore wind Ltd, 2005).

Επιπλέον, η περιοχή δεν χαρακτηριζόταν από έντονη αλιευτική δραστηριότητα, ενώ κατά τη φάση κατασκευής του πάρκου χρησιμοποιήθηκαν, όσο το δυνατόν μέσα και πρακτικές που δεν δημιουργούσαν μεγάλο πρόβλημα θορύβου στα ψάρια της περιοχής (Thanet offshore wind Ltd, 2005). Ακόμα, η επιλεγμένη περιοχή δεν επηρεάζει τις ακτοποικικές μετακινήσεις.

Τέλος, για τη δημιουργία του υπεράκτιου αιολικού πάρκου προσφέρθηκαν 800 νέες θέσεις εργασίας για χρονική περίοδο δύο ετών, ενώ μετά την ολοκλήρωση του έργου, δημιουργήθηκαν 20 μόνιμες θέσεις για τη λειτουργία και τη συντήρηση του θαλάσσιου σταθμού (Παπακωνσταντίνου, 2012).

## 1.4 Αντίλογος: Μειονεκτήματα και Επιπτώσεις Αιολικής Ενέργειας

Σε αυτή την ενότητα της εργασίας τίθενται τα ζητήματα που στην ουσία αποτελούν τον αντίλογο αναφορικά με την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Επιχειρείται η ταξινόμηση των ζητημάτων αυτών σε μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας, αρνητικές συνέπειες και ανασταλτικούς παράγοντες, οι οποίοι να μπορούν να σταθούν εμπόδιο στη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου σε μία δεδομένη περιοχή. Ακόμα, διερευνάται εάν οι επιπτώσεις είναι σημαντικότερες από τα οφέλη που αποκομίζονται από την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ και συγκεκριμένα θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

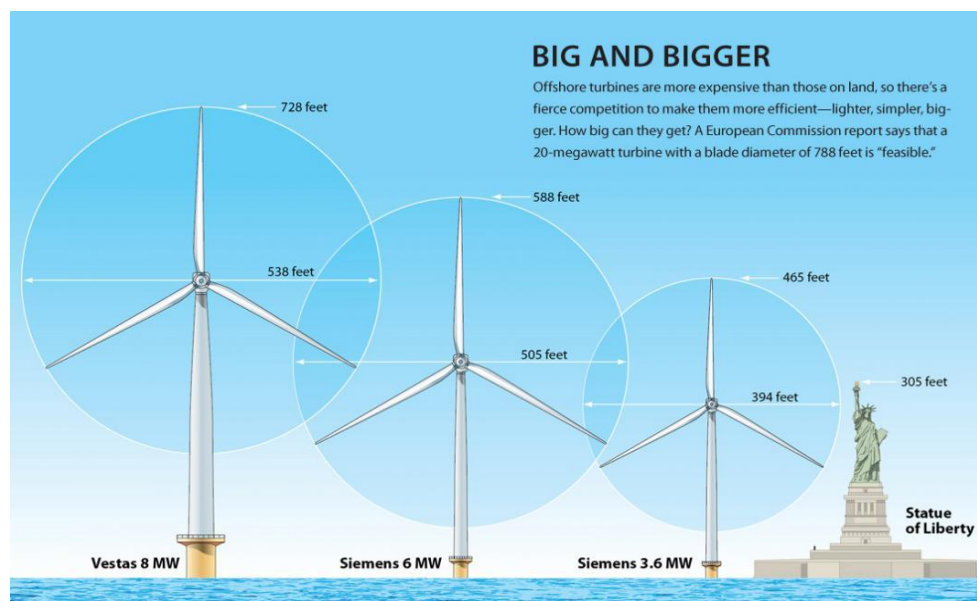
### 1.4.1 Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

Μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι σίγουρα η πλήρης εξάρτηση από τον άνεμο. Επεξηγηματικά, δημιουργούνται προβλήματα ελλείμματος ενέργειας σε περιόδους άπνοιας ή πολύ υψηλούς ταχύτητας ανέμων. Για τη δημιουργία αιολικού πάρκου απαιτείται μία ταχύτητα ανέμου, συνήθως, άνω των 6 m/s (P.A.E, 2001).

Πολύ σημαντικό μειονέκτημα για τη δημιουργία έργων ΑΠΕ είναι το υψηλό κόστος, που είναι συνάρτηση του κόστους επένδυσης και συντήρησης της αιολικής μονάδας. Πιο αναλυτικά, το κόστος επένδυσης αποτελείται από το κόστος αγοράς των ανεμογεννητριών, το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης καθώς και το κόστος λειτουργίας. Επιπρόσθετα πρέπει να υπολογίζεται το κόστος ελέγχου και συντήρησης (Κορωναίος, 2012).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως η δημιουργία ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου στοιχίζει σχεδόν 50% περισσότερο από ένα αιολικό στη ξηρά παρόμοιας ισχύος (Γιαννακά, 2010). Πρέπει να προστεθεί πως η Ευρωπαϊκή Ένωση προσφέρει σημαντικές χρηματοδοτικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ (<http://europa.eu/>, 2016).

Εικόνα 17: Αύξηση μεγέθους και ισχύος για υπερράκτιες ανεμογεννήτριες



Πηγή: <http://www.sierraclub.org/sierra/2015-1-january-february/feature/leading-edge>, 2016

Σε κάθε περίπτωση, στα πλαίσια της συζήτησης για το κόστος των αιολικών πάρκων, πρέπει να τονιστεί πως η αιολική ενέργεια αποτελεί σημαντικό πόρο για την Ελλάδα, η αξιοποίηση του οποίου μειώνει την εξάρτηση της χώρας από τα ακριβά εισαγόμενα καύσιμα (Γιαννακά, 2010).

Επιπλέον, η αιολική ως μορφή ενέργειας παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα και έχει αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης της τάξης του 30%, για παράδειγμα το υπεράκτιο αιολικό “Thanet” που μελετήσαμε, προηγουμένως, έχει συντελεστή απόδοσης περίπου 35% (Παπακωνσταντίνου, 2012). Συνεπώς, απαιτούνται πολλές ανεμογεννήτριες για την παραγωγή αξιόλογης ισχύος, κάτι που μεταφράζεται σε ανάγκη μεγάλων τμημάτων της επιφάνειας της γης. Για αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιείται, κυρίως, σαν συμπληρωματική πηγή ενέργειας (Παπαδόπουλος, 1998, Γελεγένης κ.α., 2005).

Δεδομένου ότι συζητάμε για θαλάσσια αιολικά πάρκα, αυτά απαιτούν ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι ανθεκτικές σε θύελλες, πολύ υψηλά κύματα και στην αλμυρότητα του νερού. Λόγω κόστους έχει προβλεφθεί υψηλότερη τιμή πώλησης του ρεύματος προς την ΔΕΣΜΗΕ, η οποία είναι 93 ευρώ/ MWh, ενώ στα διασυνδεδεμένα χερσαία αιολικά η τιμή ανέρχεται στα 75,82 ευρώ/ MWh και 87,42 για μη διασυνδεδεμένα, όπως αυτά των νησιών (Γιαννακά, 2010).

#### **1.4.2 Περιβαλλοντικές και Λοιπές Επιπτώσεις**

Οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον διαταράσσει την ισορροπία των οικοσυστημάτων του. Τα έργα ΑΠΕ γεννούν με τη σειρά τους περιβαλλοντικές συνέπειες, αλλοιώσεις του φυσικού και ανθρωπογενούς τοπίου και μεταβολές στη βιοποικιλότητα.

##### ***Επιπτώσεις στα πουλιά***

Οι ενάντιοι των αιολικών πάρκων έχουν ως πρώτο επιχείρημα τις θανατηφόρες επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στα πουλιά και στους μεταναστευτικούς πληθυσμούς. Όντως, θάνατοι προέρχονται από σύγκρουση των πουλιών με τα πτερύγια και τα καλώδια. (<http://www.ornithologiki.gr/>, 2016).

Βέβαια, ο σκοπός της δημιουργίας των έργων ΑΠΕ είναι η αναστροφή της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με την κλιματική αλλαγή, φαινόμενο που είναι ο κυριότερος λόγος μεταβολής της χλωρίδας και της πανίδας της γης. Παρ’ όλα αυτά, το 99% των θανάτων των πουλιών έγκειται σε ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως το κυνήγι, οι καταστροφές σε οικοσυστήματα, η δημιουργία πετρελαιοκηλίδων κ.α. (Greenpeace, 2007).

Το 2001, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής έλαβε χώρα μία έρευνα για τη διερεύνηση αυτού ακριβώς του φαινομένου, δηλαδή κατά πόσο αληθεύει πως οι ανεμογεννήτριες μειώνουν το πληθυσμό των πτηνών και υπολογίστηκε πως για κάθε μία ανεμογεννήτρια αντιστοιχούν 2,2 θάνατοι πουλιών σε ετήσια βάση. Προκειμένου να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης υπολογίστηκε πως περίπου 100 με 1000 εκατομμύρια πουλιών πεθαίνουν κάθε χρόνο από συγκρούσεις με αυτοκίνητα, κτίρια, από ηλεκτροπληξία ή και από άλλες κατασκευές. Συνεπώς οι θάνατοι των πουλιών εξαιτίας των ανεμογεννητριών αντιπροσωπεύουν το 0,01- 0,02 % των συνολικών θανάτων (Κορωναίος, 2012).

Επιπρόσθετα, πρέπει να τονιστεί πως αφού απαγορεύεται η χωροθέτηση αιολικών πάρκων σε περιοχές Natura, περιοχές ειδικής ζώνης προστασίας (SPA), τόπους κοινοτικής σημασίας (sci) και καταφύγια άγριας ζωής, προστατεύονται οι ευαίσθητες οικολογικά περιοχές και κατ' επέκταση οι πληθυσμοί τους.

### **Οπτική όχληση**

Οι ανεμογεννήτριες των αιολικών πάρκων, η πυκνή στοίχισή τους και η περιστροφή των πτερυγίων υποβαθμίζει το τοπίο και την αισθητική του. Η ομορφιά του τοπίου εξαρτάται από την αντίληψη του καθένα και τα αισθητικά του πρότυπα, ενώ η αισθητική όχληση άπτεται υποκειμενικών κριτηρίων. Με σωστή χωροθέτηση (σύμφωνα με τα κριτήρια της κάθε χώρας) τα αιολικά πάρκα διαθέτουν συγκεκριμένη απόσταση από το οικιστικό δίκτυο, από σημεία ενδιαφέροντος πολιτισμού, θρησκευτικά κλπ. Ακόμα, οι ανεμογεννήτριες νέας τεχνολογίας γίνονται όλο και μεγαλύτερες τόσο σε μέγεθος όσο και σε ισχύ και συνεπώς αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο μέσα σε ένα τοπίο. Ταυτόχρονα η απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών μεγαλώνει και άρα μειώνεται η πυκνότητα τους σε μια δεδομένη περιοχή. Συνεπώς, θα μπορούσε να υποστηριχτεί πως η ανάπτυξη της τεχνολογίας μειώνει τις οπτικές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών (Κορωνάιος, 2012).

Επιπρόσθετα, πρέπει να αναφερθεί πως για παράδειγμα στο υπεράκτιο αιολικό “Swaffham” του Norfolk, στην Αγγλία, πάνω από 50.000 τουρίστες έχουν αναρριχηθεί στο πύργο της ανεμογεννήτριας, σε ειδική πλατφόρμα που έχει δημιουργηθεί, για να απολαύσουν τη θέα από 70 μέτρα ύψος (Γιαννακά, 2010). Στο “Middelgrunden” κοντά στην Κοπεγχάγη, εκδηλώθηκε έντονο τουριστικό ενδιαφέρον για την παρατήρηση του, και οι Δανοί δεν έχασαν την ευκαιρία να αναπτύξουν τουριστικές δραστηριότητες. Ταξιδιωτικά πρακτορεία οργανώνουν επισκέψεις με πλοία στο σημείο αυτό, το οποίο αποτελεί πλέον τουριστικό θέρετρο για τους επισκέπτες (Wiersma and all, 2011). Με άλλα λόγια, αυτό που για κάποιους αποτελεί οπτική όχληση, για άλλους αποτελεί σημείο παρατήρησης και ενδιαφέροντος. Δεν πρέπει να παραλείπεται η αναφορά στα επιπρόσθετα έσοδα που δημιουργούνται από την τουριστική αξιοποίηση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

Τέλος, δεν πρέπει να λησμονείται πως στον αντίποδα των έργων ΑΠΕ, βρίσκονται οι θερμοηλεκτρικοί (λιγνιτικοί, ανθρακικοί, πετρελαϊκοί και φυσικού αερίου) και οι πυρηνικοί σταθμοί · οι οποίοι δεν πρόκειται να προσελκύσουν ποτέ το τουριστικό ενδιαφέρον!

Επιπλέον, η τέχνη έχει ξεκινήσει να εισέρχεται στο σχεδιασμό και στην αισθητική αναβάθμιση των ανεμογεννητριών. Πλέον, σχεδιάζονται συστήματα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας που εναρμονίζονται με το φυσικό ή με το ανθρωπογενές τοπίο (ορισμένα σχεδιάζονται με τρόπο έτσι ώστε να ταιριάζουν ακόμη και σε αστικό περιβάλλον), αν και λιγότερο αποδοτικά συγκριτικά με τις τυπικές ανεμογεννήτριες (Ρόκου, 2016). Εναλλακτικά, βάφονται κάνοντας χρήση φιλικών και ευχάριστων χρωμάτων, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:

Εικόνα 18: Χρωματισμός Ανεμογεννητριών για αισθητική βελτίωση



Πηγή: <http://www.simelas.com/>, 2016

### **Θόρυβος**

Ο θόρυβος αναγνωρίζεται ως μία από τις κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας. Εξάλλου, αποτελεί και τη βασικότερη αιτία περιορισμού της εγκατάστασης αιολικών πάρκων. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι θορύβου: ο μηχανικός, που οφείλεται στην κίνηση των συστατικών του καλύμματος και από το κιβώτιο ταχυτήτων και ο αεροδυναμικός, ο οποίος οφείλεται σε διαταραχές του αέρα στα άκρα των περυγίων (Κορωναίος, 2012).

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν μειώσει σε πολύ μεγάλο βαθμό το μηχανικό τους θόρυβο ενώ ο αεροδυναμικός θόρυβος σχετίζεται με παράγοντες όπως η ταχύτητα του αέρα, η υγρασία ή η ύπαρξη φυσικών εμποδίων (Greenpeace, 2007).

Ο θόρυβος μετριέται σε decibel (dB) και οι παράγοντες με τη μεγαλύτερη επίδραση στη διασπορά του θορύβου είναι η απόσταση της πηγής από τον παρατηρητή και ο τύπος της πηγής (Κορωναίος, 2012). Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα επίπεδα θορύβου σε κάποιους ήχους:

Πίνακας 3: Επίπεδα ήχου για διάφορες πηγές σε συνάρτηση με την απόσταση

Πηγή	Απόσταση από πηγή (m)	Επίπεδα Θορύβου (dB)
Απογείωση Αεροπλάνου	61	120
Σειρήνα Ασθενοφόρου	31	90
Ήπια Κυκλοφορία	312	50
Τρυπάνι	15	80
Οικιακή Σκούπα	31	60
Ανεμογεννήτρια > 1 MV	200	49

Πηγή: Greenpeace, 2007

Γίνεται αντιληπτό πως η απόσταση παίζει σημαντικό ρόλο στα επίπεδα θορύβου. Ακόμα, ο θόρυβος από μία ανεμογεννήτρια εκτιμάται λίγο κάτω από τα 50 dB, αν και κατά κανόνα ο θόρυβος που παράγεται εξαρτάται από την απόσταση, τον τύπο, την τεχνολογία, την ονομαστική ισχύ της και την ταχύτητα του ανέμου. Επιπλέον, τα εδώ εντοπίζουμε άλλο ένα πλεονέκτημα των υπεράκτιων αιολικών σταθμών συγκριτικά με τους χερσαίους, καθώς ο παραγόμενος ήχος δεν φτάνει στα αυτιά των κατοίκων των παράκτιων περιοχών, ενώ δεν επιφέρει αρνητικές επιδράσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα (Soker and all, 2000).

#### **Ηλεκτρομαγνητικές Παρεμβολές**

Οι ανεμογεννήτριες ή και ο υπόλοιπος εξοπλισμός μπορούν να παρεμβάλουν στα συστήματα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Αυτό προκαλείται κυρίως από τα πτερύγια τα οποία διασκορπίζουν το σήμα καθώς περιστρέφονται. Επίσης επηρεάζεται η λήψη τηλεοπτικού σήματος καθώς και τα συστήματα επικοινωνίας αεροσκαφών (Κορωναίος, 2012). Το πρόβλημα αυτό εντοπίστηκε στις πρώτες ανεμογεννήτριες που κυκλοφόρησαν και έχει πλέον λυθεί με τη μη χρήση μεταλλικών πτερυγίων αλλά αποκλειστικά συνθετικών υλικών, τα οποία έχουν μηδαμινές επιπτώσεις στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (Γιαννακά, 2010). Αξίζει να σημειωθεί επίσης, ότι σε ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των Α/Γ όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία (Greenpeace, 2007).

#### **Αντανεκλάσεις**

Τα περιστρεφόμενα πτερύγια μπορεί να δημιουργήσουν κινούμενες σκιές που επιδρούν στους γύρω κατοίκους. Παράλληλα, μπορεί να προκαλέσουν στιγμιαίες λάμπες (λόγω ήλιου) καθώς περιστρέφονται. Οι επιπτώσεις ποικίλουν από χώρα σε χώρα αναλόγως των καιρικών συνθηκών (ηλιοφάνεια ή όχι) αλλά και λόγω διαφορετικού γεωγραφικού πλάτους (Κορωναίος, 2012). Πάντως, οι αντανεκλάσεις δεν δημιουργούν ιδιαίτερη όχληση στον άνθρωπο ή στα οικοσυστήματα.



### *Ξεχωριστές Επιδράσεις Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων*

Στη συγκεκριμένη παράγραφο, τίθενται ειδικά ζητήματα πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη δημιουργία και λειτουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων. Αναλυτικά, σε ότι σχετίζεται με τη διαταραχή του νερού και των θαλάσσιων ρευμάτων, έχει διαπιστωθεί πως οι διαταράξεις είναι πολύ μικρές λόγω εμποδίων (εγκαταστάσεις και συστήματα έδρασης ανεμογεννητριών) και εξαρτώνται από την εποχικότητα, δηλαδή είναι εντονότερες σε χρονικές περιόδους όπου τα ρεύματα είναι πιο έντονα (Soker and all, 2000).

Οι αναταραχές στο θαλάσσιο βυθό και τα οικοσυστήματα εξαρτώνται από το μέγεθος των κατασκευών θεμελίωσης. Πρέπει να αναφερθεί πως σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται μία κάλυψη με ακτίνα περίπου 10 μέτρων από χαλίκι ή τεχνητά φύκια για τον περιορισμό των μεταβολών που επέρχονται κατά τη φάση της εγκατάστασης των υποθαλάσσιων πυλώνων. Στις πλωτές κατασκευές η συγκεκριμένη επίπτωση δεν υφίσταται (Soker and all, 2000).

Επιπλέον, ελλοχεύει ο κίνδυνος μόλυνσης του περιβάλλοντος από υλικά, λόγω πιθανής διαρροής λιπαντικών ή καυσίμων ή υλικών από το κιβώτιο ταχυτήτων των ανεμογεννητριών. Παρ' όλα αυτά, παίρνονται οι κατάλληλες τεχνικές προφυλάξεις ενώ χρησιμοποιούνται, όσο το δυνατόν, βιοαποικοδομήσιμα καύσιμα για την εξάλειψη της πιθανότητας δηλητηρίασης των θαλάσσιων οργανισμών (Soker and all, 2000).

Αναφορικά τώρα με τις βενθικές βιοκοινότητες, οι κατασκευές θεμελίωσης μπορεί να προκαλέσουν τον αποικισμό τους δημιουργώντας αρνητικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Αν και οι επιπτώσεις αυτές αναμένεται να έχουν πολύ μικρή επίδραση και εξαιρετικά περιορισμένη έκταση (σε καμία περίπτωση δεν παρατηρούνται σε όλη την έκταση του αιολικού πάρκου), η χρήση μη σκληρού υποστρώματος οδηγεί στη διατήρηση των βενθικών οικοσυστημάτων. Επιπλέον, γεννάται η ανάγκη για έρευνα και παρακολούθηση των ειδών και της ποικιλότητάς τους. Εξάλλου για πλωτές κατασκευές, πάλι, η συγκεκριμένη επίπτωση δεν υφίσταται (Soker and all, 2000).

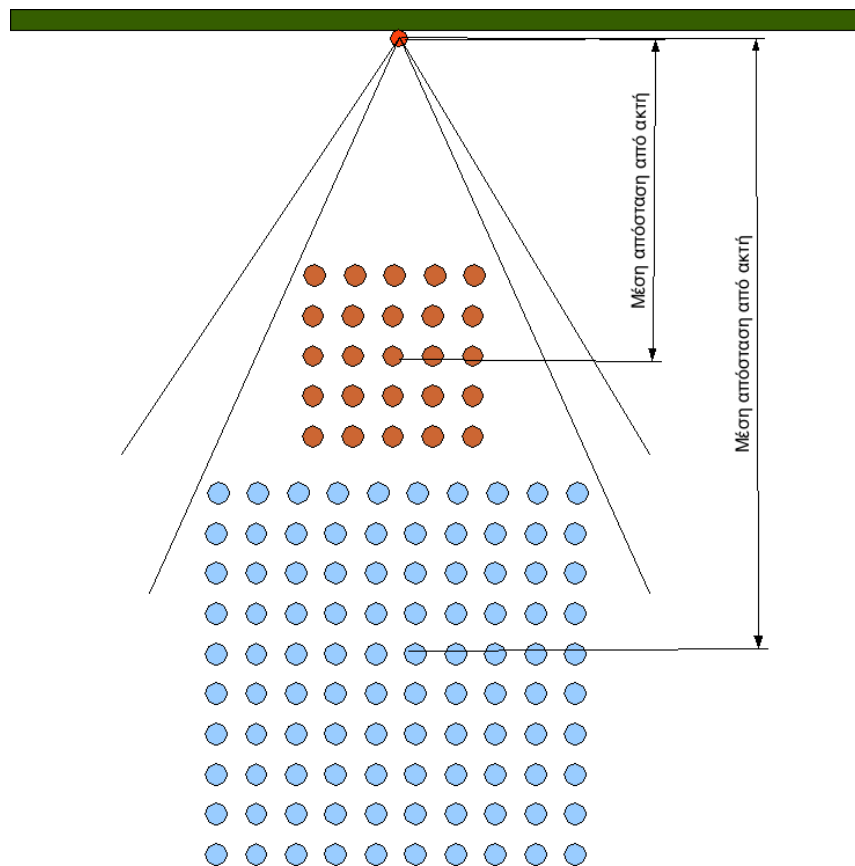
Για τα ψάρια, τώρα, κατά τη φάση κατασκευής του αιολικού πάρκου, παρατηρούνται προσωρινοί εκτοπισμοί πληθυσμών λόγω των κραδασμών και του θορύβου. Στη φάση λειτουργίας του σταθμού, ενδεχομένως, οι αντανάκλασεις του φωτός από τα πτερύγια να δημιουργούν προβλήματα, ενώ όσον αφορά το παραγόμενο θόρυβο, δεν είναι, ακόμη, σαφές εάν οι συγκεκριμένες συχνότητες γίνονται αντιληπτές από τα ψάρια. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να παίρνονται τα κατάλληλα μέσα για ελαχιστοποίηση των θορύβων και των δονήσεων (Soker and all, 2000).

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα εκτός από τις (α)πιθανές συγκρούσεις με τα διάφορα πουλιά (που αναλύθηκαν προηγουμένως), εγκυμονούν όντως κινδύνους για τα μεταναστευτικά πουλιά, τα οποία καταναλώνουν επιπρόσθετη ενέργεια για να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες, ενώ ενδέχεται να χάσουν τον προσανατολισμό τους λόγω του νυχτερινού υποχρεωτικού φωτισμού των ανεμογεννητριών (European Commission, 2010).

Σε ότι σχετίζεται τώρα με την ακουστική όχληση στον άνθρωπο, έχει εκτιμηθεί πως εφ' όσον οι ανεμογεννήτριες είναι σε απόσταση άνω των 200 μέτρων, ο θόρυβος

παύει να αποτελεί ενόχληση (Γιαννακά, 2010). Η οπτική όχληση αναλύθηκε προηγουμένως και εξαρτάται σε τόσο μεγάλο βαθμό από υποκειμενικά κριτήρια, όσο κάποιοι να εναντιώνονται ενώ την ίδια ώρα άλλοι να θεωρούν ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο ως σημείο θαυμασμού και τουριστικού ενδιαφέροντος. Σε κάθε περίπτωση, όμως, πρέπει οι μελέτες χωροθέτησης να επιδιώκουν τη μείωση της οπτικής όχλησης. Η μείωση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της γνώσης των τεχνικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών του τύπου ανεμογεννήτριας που θα εγκατασταθεί και των αποστάσεων θέασης των ανεμογεννητριών από τη θέση του παρατηρητή. Στην εικόνα παρουσιάζεται ο υπολογισμός της μέσης απόστασης και της οπτικής θέασης τυπικών αιολικών πάρκων από την ακτή:

Εικόνα 19: Υπολογισμός μέσης απόστασης από την ακτή



Πηγή: Κ.Α.Π.Ε, 2012

Τέλος, επισημαίνεται πως η δημιουργία ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου επιδρά και στην τοπική οικονομία, καθώς παρεμποδίζεται η αλιεία στη συγκεκριμένη περιοχή και δυσχεραίνεται η πιθανή εκμετάλλευση ορυκτού πλούτου. Επιπλέον, πρέπει να διασφαλίζεται η άρτια κυκλοφορία των θαλάσσιων και εναέριων μεταφορών. Περιοχές που αποτελούν διαδρομές διέλευσης πλοίων πρέπει να εξαιρούνται, ενώ προσοχή απαιτείται σε περιοχές που χρησιμοποιούνται για στρατιωτικές ασκήσεις και εγκαταστάσεις (Γιαννακά, 2010). Στο σημείο αυτό αναδεικνύεται η σημασία της σωστής χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους.

### 1.4.3 Ανασταλτικοί Παράγοντες

Σε ορισμένες χώρες, όπως και στην Ελλάδα, εντοπίζονται προβλήματα με το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο, τους κανόνες χωροθέτησης, τη γραφειοκρατία και τις διαδικασίες αδειοδότησης για κατασκευή και λειτουργία αιολικών σταθμών. Συγκεκριμένα για τη χώρα μας, περιοριστικοί παράγοντες είναι η πολιτική αστάθεια και η παρατεταμένη οικονομική κρίση. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, καθυστερείται η ανάπτυξη έργων ΑΠΕ, χάνεται το επενδυτικό ενδιαφέρον και οι εταιρείες ή οι φορείς αποφασίζουν να επενδύσουν είτε σε διαφορετικούς τομείς είτε σε άλλα κράτη, με ξεκάθαρο θεσμικό πλαίσιο και χωρίς τέτοιου είδους δυσκολίες.

Συμπληρωματικά, πολλά καθορίζει η τοπική αντίδραση και κοινωνική αποδοχή προς τα έργα ΑΠΕ. Για παράδειγμα, σε μικρά νησιά με άφθονο ηλιακό και αιολικό ή ακόμη και γεωθερμικό δυναμικό που έχουν προταθεί μεγάλα έργα, οι αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία είναι πολύ έντονες προς επενδυτές ή διάφορους φορείς. Βασικότερος λόγος για τις αντιδράσεις αυτές είναι η ελλιπής ενημέρωση του κοινού για τις ΑΠΕ και εξοικείωση του με αυτές (Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου, 2011).

Συμπληρωματικά σε κατοίκους μικρών νησιών, όπως σε ορισμένα των Κυκλάδων (που αποτελεί και περιοχή μελέτης για την εργασία) εντοπίζεται η «νοοτροπία» άρνησης (ή και φόβου) προς κάτι νέο. Ο συγκεκριμένος τρόπος σκέψης αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως NIMBY ("Not In My Back Yard") syndrome, δηλαδή εναντίωση σε μη οικείους τρόπους ανάπτυξης και σε αναπτυξιακά έργα ([en.wikipedia.org/wiki/NIMBY](http://en.wikipedia.org/wiki/NIMBY)). Απορρέει από μειωμένη εξωστρέφεια, για παράδειγμα νησιά με αυξημένη τουριστική κίνηση εμφανίζουν μεγαλύτερη δεκτικότητα από μικρά πληθυσμιακά νησιά χωρίς ιδιαίτερη τουριστική ανάπτυξη. Ακόμη, έντονες αντιδράσεις από τον τοπικό πληθυσμό έχουν προκύψει για τα αιολικά πάρκα, καθώς κάτοικοι των περιοχών θεωρούν πως αλλοιώνουν το φυσικό τοπίο, μειώνουν την αισθητική του τόπου και μπορούν να επιφέρουν δόμηση σε ανεκμετάλλευτες «παρθένες» περιοχές (συγκεκριμένα παραδείγματα στις Κυκλάδες: η Άνδρος και η Κύθνος) (Kaldellis, 2005).

Εκτιμάται πως η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση της τοπικής κοινωνίας αποτελεί πρωταρχικό βήμα για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πιστεύεται πως η ανάπτυξη έργων ΑΠΕ πρέπει να είναι αποτέλεσμα είτε συμμετοχικού σχεδιασμού είτε ανοικτού διαλόγου και δημόσιας διαβούλευσης ανάμεσα σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη και ιδίως των ντόπιων κατοίκων. Ο πολίτης πρέπει να έχει ολοκληρωμένη ενημέρωση για όλα τα στάδια υλοποίησης ενός τέτοιου έργου και βήμα για δημόσια έκφραση των απόψεων του.

### 1.4.4 Συμπεράσματα

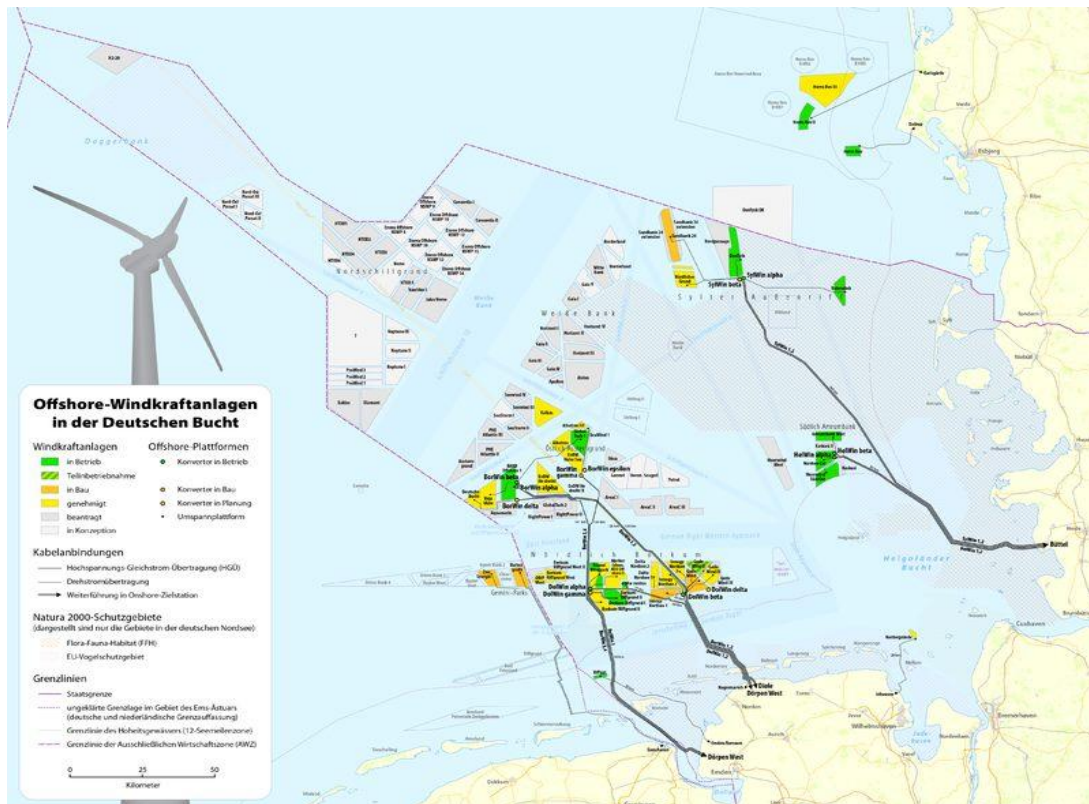
Βέβαια για όλα τα παραπάνω δεν πρέπει να ξεχνάμε τη συμβολή της τεχνολογικής προόδου, που βαθμιαία μειώνει τα κόστη επένδυσης και συντήρησης των αιολικών σταθμών, αυξάνοντας ταυτόχρονα την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ. Πλέον, υπάρχουν δυνατότητες αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε περιπτώσεις όπου η αιολικοί σταθμοί δεν είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο. Ακόμα, αναφορικά με τα θαλάσσια αιολικά πάρκα, οι ανεμογεννήτριες τους έχουν αυξημένο χρόνο ζωής, ο οποίος εκτιμάται πως είναι μεγαλύτερος κατά 25 χρόνια συγκριτικά με τις αντίστοιχες στα χερσαία. Επιπλέον, η έλλειψη διαθέσιμου χώρου στη στεριά και οι

πολύαριθμοι χωροταξικοί περιορισμοί αναδεικνύουν τη σημασία ανάπτυξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων (Γιαννακά, 2010). Η δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων πρέπει να προσμετρά άμεσους και έμμεσους παράγοντες που επηρεάζονται (φυσικό περιβάλλον, βιοποικιλότητα, οχλήσεις, σημεία πολιτισμού, οικιστικά δίκτυα, ανθρωπογενείς δραστηριότητες) καθώς και τα ιδιαίτερα χωρικά γνωρίσματα της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Δεν πρέπει να λησμονείται πως ο σκοπός για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ανάπτυξης των έργων ΑΠΕ είναι η σταδιακή μείωση, μέχρι την τελική απεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, οι οποίες επιφέρουν πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα, είναι υπαίτιες για την κλιματική αλλαγή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τη μείωση της βιοποικιλότητας στον πλανήτη. Επιπρόσθετα, η αιολική ενέργεια είναι η μόνη από τις ανανεώσιμες μορφές που ανταγωνίζεται τις συμβατικές πηγές ως προς την αποδοτικότητά της (Παπαδόπουλος, 1997). Συμπερασματικά, οι επιπτώσεις που αναλύθηκαν προηγουμένως (*η αρνητική επίδραση των οποίων μπορεί να μειωθεί με τη βελτίωση της αιολικής τεχνολογίας, την πρόληψη για αποφυγή ανεπιθύμητων καταστάσεων, τον έλεγχο λειτουργίας και τη σωστή συντήρηση*) είναι πολύ μικρής σημασίας σε σχέση με τις θετικές επιπτώσεις της χρήσης της αιολικής ενέργειας.

Τέλος, αναφορικά με τις αντιδράσεις που εκφράζονται από τις τοπικές κοινωνίες, η στοχευόμενη στρατηγική με δράσεις ενημέρωσης για τα πλεονεκτήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ, ανάδειξης της σημασίας για δυναμική αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων, όπως η κλιματική αλλαγή, και τα οικονομικά οφέλη που μπορούν να αποκομιστούν, μπορεί να άρει τον αρνητισμό και την καχυποψία (<http://www.aegean-energy.gr/>, 2016).

## 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο και Χωροταξικός Σχεδιασμός για Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα



Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής περιγράφεται το θεσμικό πλαίσιο και ο χωροταξικός σχεδιασμός αναφορικά με τα αιολικά πάρκα. Αρχικά, παρουσιάζονται τόσο οι ευρωπαϊκές κατευθύνσεις όσο και οι εθνικές για την προγραμματική περίοδο 2014-2020 και στη συνέχεια αναλύεται το ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρα.

Στη συνέχεια, καταγράφονται οι στόχοι του χωροταξικού σχεδιασμού αναλύοντας διεξοδικά το σύνολο των κριτηρίων που καθορίζουν τη χωροθέτηση ενός αιολικού σταθμού. Γίνεται ειδική αναφορά στις ελάχιστες αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται για την οριοθέτηση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, παρουσιάζεται το σχέδιο δημιουργίας ΘΑΠ στον εθνικό θαλάσσιο χώρο καθώς και η αδειοδοτική διαδικασία.

Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται μέσω κριτικής προσέγγισης στον χωροταξικό σχεδιασμό των ΑΠΕ και ιδίως σε ότι σχετίζεται με τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Γίνεται σύγκριση με χωροταξικούς κανόνες άλλων ευρωπαϊκών χωρών και επισημαίνονται εργαλεία που μπορούν να αξιοποιηθούν για την προκαταρκτική χωροθέτηση ΘΑΠ. Τέλος, ακολουθεί σχολιασμός του εθνικού σχεδίου δημιουργίας ΘΑΠ, καταγράφοντας τις κυριότερες απόψεις της WWF Ελλάς.

## 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Θεσμικό Πλαίσιο και Χωροταξικός Σχεδιασμός για Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα

Στην Ευρώπη οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζονται από τη δεκαετία του '70 στην έρευνα, ενώ από τη δεκαετία του '80 ξεκίνησε βαθμιαία η ανάπτυξή τους (Παπακωνσταντίνου, 2012). Στην επόμενη δεκαετία περνάμε στο στάδιο της εφαρμογής, έχοντας ως κύριο γνώμονα πλέον τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, οι οποίες δίνουν γενικές κατευθύνσεις, που προσαρμόζονται όμως ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε κράτους – μέλους. Οι χώρες που πρωτοστατούν διαχρονικά στην αξιοποίηση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι η Γερμανία, η Αγγλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Σουηδία, η Δανία και η Ολλανδία (EWEA, 2014).

### 2.1 Στρατηγικές Κατευθύνσεις

#### 2.1.1 Ευρωπαϊκό Επίπεδο

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 1972, ξεκίνησε η πολιτική περιβάλλοντος σε μια προσπάθεια κοινής αντιμετώπισης περιβαλλοντικών προβλημάτων και προκλήσεων του ευρωπαϊκού χώρου. Οι περιορισμοί της ρύπανσης και η θέσπιση ειδικών μέτρων και προδιαγραφών, αναφορικά με ζητήματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ρύπανση των υδάτων και η διαχείριση των αποβλήτων, γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί (Ψύλλος, 2012).

Η Λευκή Βίβλος δημοσιεύτηκε από την Ε.Ε το 1997 και αποτέλεσε σημαντικό σχέδιο περιβαλλοντικής προστασίας και προώθησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Ως κύριο στόχο έθετε το διπλασιασμό του μεριδίου των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας και συγκεκριμένα το 6% του 1997 παρότρυνε να φτάσει στο 12% το 2010. Επιπλέον, το εν λόγω έγγραφο εμπεριείχε ποσοτικοποιημένους αλλά μη δεσμευτικούς στόχους για κάθε κατηγορία ανανεώσιμων πηγών συνολικά σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (White Paper for a Community Strategy and Action Plan, 1997).

Το 2007, η Ε.Ε παρουσιάζει το «Χάρτη πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», προσπαθώντας να οριοθετήσει με πιο αυστηρό τρόπο την αξιοποίηση των ΑΠΕ στα κράτη – μέλη. Η Λευκή Βίβλος αν και αύξησε το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δεν κατάφερε αυτό να γίνει ισομερώς στα ευρωπαϊκά κράτη, αντίθετα παρατηρήθηκε πως ορισμένες χώρες έκαναν σημαντικά βήματα προόδου στην συγκεκριμένη κατεύθυνση, τα οποία μάλιστα είχαν από πριν ξεκινήσει να επενδύουν σε «καθαρές τεχνολογίες».

Μέσο του το «Χάρτη πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» αποφασίστηκε, λοιπόν, η εκπόνηση σχεδίου δράσης αναφορικά με την πορεία ανάπτυξης των ΑΠΕ για κάθε χώρα – μέλος. Η κάθε χώρα, ανάλογα με τη θέση και τα γεωφυσικά της πλεονεκτήματα, αποφασίζει σε ποιες κατηγορίες ΑΠΕ μπορεί να στηριχτεί. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί, πως αυτή τη φορά, διατυπώθηκαν υποχρεωτικοί και δεσμευτικοί στόχοι για τα ευρωπαϊκά κράτη, προκειμένου η Ευρώπη να εκπληρώσει το στόχο της, δηλαδή το 20% της ενεργειακής κατανάλωσης να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (COM, 2010).

Το σχέδιο της Ευρώπης 2020, έχει ως αντικείμενο την ανάπτυξη και την απασχόληση με χρονικό ορίζοντα το 2020. Με την έναρξη των διαβουλεύσεων η Ε.Ε έθεσε κάποιους πρωταρχικούς στόχους, οι οποίοι προέβλεπαν τις αποτελεσματικότερες

επενδύσεις στην εκπαίδευση, την έρευνα και την καινοτομία, όπως και την προαγωγή μιας ανάπτυξης έξυπνης και βιώσιμης μέσω της μετάβασης σε μια οικονομία με χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα και χωρίς αποκλεισμούς. Μια τέτοιου είδους ανάπτυξη, θα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία θέσεων εργασίας, τη μείωση της φτώχειας, την προώθηση της έρευνας και της καινοτομίας καθώς και την περιβαλλοντική προστασία στην ευρωπαϊκή ήπειρο (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010).

Προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, οι ευρωπαίοι φορείς έθεσαν πέντε (5) στόχους σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ο τρίτος από αυτούς προβλέπει την μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την ενίσχυση της ενεργειακής βιωσιμότητας. Αναλυτικότερα, η Επιτροπή επιδιώκει την μείωση των εκπομπών άνθρακα (αερίων του θερμοκηπίου) κατά 20%, ή και 30% δεδομένων των συνθηκών σε σχέση με το 1990, την εξασφάλιση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ), καθώς και την αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης (COM, 2010).

Η Στρατηγική 2020 αποτελεί σημαντικό βήμα για τους μακροπρόθεσμους ευρωπαϊκούς στόχους του 2050, της ασφαλούς και ανταγωνιστικής ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα αναφορικά. Σε μία κατεύθυνση για τη σταδιακή απεξάρτηση της ηπείρου από τα συμβατικά καύσιμα, ενέχονται η αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, η αξιοποίηση της τεχνολογικής καινοτομίας, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των πολιτών με την ενεργειακή πολιτική «εξευρωπαϊσμού» και η διαμόρφωση τιμών αγοράς που θα ευνοούν τη παραγόμενη ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα εκδώσει νέο χάρτη πορείας ενεργειακής πολιτικής για το 2050 με αποφασιστικότερα βήματα (COM, 2010).

Συμπληρωματικά, η περιφερειακή πολιτική της Ε.Ε για την επικείμενη προγραμματική περίοδο (2014-2020), κατευθύνεται από την Συνθήκη της Λισσαβώνας (2007). Η συνθήκη αυτή, πέρα από τις μεταρρυθμίσεις που ενέχει για τα όργανα της Ε.Ε. και πέρα από τις στρατηγικές για την νέα προγραμματική περίοδο, εστιάζει σε ζητήματα όπως της προστασίας του περιβάλλοντος, τη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την προώθηση της καινοτομίας, της γνώσης, της πληροφόρησης και των νέων τεχνολογιών ([http://ec.europa.eu/regional\\_policy/](http://ec.europa.eu/regional_policy/), 2016).

Η πολιτική συνοχής, λοιπόν, επικεντρώνεται στους ακόλουθους στόχους (Πολιτική Συνοχής 2014-2020):

- εστίαση στις προτεραιότητες της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη·
- επιβράβευση επιδόσεων·
- στήριξη ολοκληρωμένου προγραμματισμού·
- έμφαση στα αποτελέσματα – παρακολούθηση της προόδου για την επίτευξη των καθορισμένων στόχων·
- ενίσχυση εδαφικής συνοχής· και
- απλούστευση της διαδικασίας εφαρμογής

Εικόνα 20: Κατευθύνσεις της πολιτικής συνοχής της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πηγή: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/what/future/index\\_el.cfm](http://ec.europa.eu/regional_policy/what/future/index_el.cfm), 2016

Έχοντας ως αντικείμενο μελέτης τα υπεράκτια αιολικά πάρκα, δεν γίνεται να παραλείψουμε τη Γαλάζια Ανάπτυξη, η οποία είναι μια μακροπρόθεσμη πολιτική για την στήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης του θαλάσσιου και ναυτιλιακού τομέα, μέσω της ήπιας αλιείας και των ιχθυοκαλλιεργειών, τη διατήρηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, την προστασία των υδάτινων πόρων και την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ σε θαλάσσιες – υπεράκτιες περιοχές. Μεταξύ άλλων μέσω της “Blue Growth”, προωθείται η αντιμετώπιση προβλημάτων μέσω της δικτύωσης, δηλαδή των συνεργασιών μεταξύ των νησιωτικών περιοχών με παρόμοια περιβαλλοντικά προβλήματα. Προτείνεται, επίσης, η υιοθέτηση καλών πρακτικών και επιτυχημένων παραδειγμάτων για το σύνολο των κατευθύνσεων που προωθεί. Τέλος, η «Γαλάζια» οικονομία αντιπροσωπεύει 5,4 εκατομμύρια θέσεις εργασίας κι ακαθάριστη προστιθέμενη αξία σχεδόν 500 δις ετησίως ([http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue\\_growth/](http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth/), 2016).

### 2.1.2 Εθνική Στρατηγική

Σε ότι αφορά τώρα τις εθνικές πολιτικές κατευθύνσεις αυτές ακολουθούν τις πολιτικές αναπτυξιακές κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την τρέχουσα προγραμματική περίοδο, 2014-2020.

Αναλυτικότερα, οι θεματικοί στόχοι που εντοπίζονται στο νέο Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς για το 2014 - 2020 είναι οι ακόλουθοι ([http://www.espa.gr/elibrary/PA\\_ESPA\\_2014\\_2020.pdf](http://www.espa.gr/elibrary/PA_ESPA_2014_2020.pdf), 2016):

1. ενίσχυση της έρευνας, της τεχνολογικής ανάπτυξης και της καινοτομίας
2. βελτίωση της πρόσβασης σε Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), της χρήσης και της ποιότητάς τους
3. βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των μικρομεσαίων επιχειρήσεων συμπεριλαμβανομένων και αυτών του γεωργικού τομέα (για το ΕΓΤΑΑ) και του τομέα της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας (για το ΕΤΘΑ)



4. υποστήριξη της μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε όλους τους τομείς
5. προώθηση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και της πρόληψης των κινδύνων
6. διατήρηση και προστασία του περιβάλλοντος και προώθηση της αποδοτικής χρήσης των πόρων
7. προώθηση των βιώσιμων μεταφορών και άρση των εμποδίων σε βασικές υποδομές δικτύων
8. προώθηση της βιώσιμης και ποιοτικής απασχόλησης και υποστήριξη της κινητικότητας των εργαζομένων
9. προώθηση της κοινωνικής ένταξης και της καταπολέμησης της φτώχειας και κάθε διάκρισης
10. επένδυση στην εκπαίδευση και κατάρτιση για την απόκτηση δεξιοτήτων και στη δια βίου μάθηση
11. ενίσχυση της θεσμικής ικανότητας των δημόσιων υπηρεσιών και των φορέων, καθώς και της αποτελεσματικής δημόσιας διοίκησης

Έτσι, ο προγραμματισμός της Ελλάδας προωθεί την έρευνα, την καινοτομία, τις νέες τεχνολογίες, το σεβασμό προς το περιβάλλον, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σαφώς την τόνωση της απασχόλησης και της ανταγωνιστικότητας.

Εικόνα 21: Στρατηγικές Επιδιώξεις του Νέου ΕΣΠΑ (2014 - 2020)



Πηγή: <http://www.espa.gr/el/Pages/staticNewProgrammingPeriod.aspx>, 2016

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα θεωρείται μία πολλά υποσχόμενη προοπτική, καθώς η χώρα διαθέτει υψηλό ηλιακό και αιολικό δυναμικό. Η επικαιροποίηση της νομοθεσίας στα Ευρωπαϊκά πρότυπα άνοιξε τον δρόμο για τις πρώτες σημαντικές επενδύσεις στον τομέα αυτόν, σε μεγάλο βαθμό και λόγω των οικονομικών κινήτρων που δόθηκαν από την ΕΕ, παρά την παγκόσμια οικονομική ύφεση. Η συμβολή των ΑΠΕ στο μέλλον μπορεί να βοηθήσει στην απεξάρτηση από τον λιγνίτη, του οποίου η αξιοποίηση είναι δαπανηρή και ρυπογόνος. Τα οικονομικά πρόστιμα που ήδη επιβάλλονται, και τα οποία είναι ευθέως συσχετισμένα με τα επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αναμένεται να αυξήσουν την επένδυση σε τεχνολογίες ΑΠΕ (<http://www.econews.gr/>).

## 2.2 Θεσμικό Πλαίσιο

### 2.2.1 Νομοθετικό Πλαίσιο Ευρώπης

Οι στρατηγικές κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεταφράστηκαν σε συγκεκριμένους νόμους. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αναγνωρίζοντας την αναγκαιότητα σταδιακής απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, θεσπίζει μία σειρά από κοινοτικές οδηγίες, οι οποίες παρατίθενται στη συνέχεια (Μάρκου, 2013):

- Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ (Προαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ.)
- Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ (Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων)
- Η Οδηγία 2003/30/ΕΚ (Προώθηση Βιοκαυσίμων και ΑΠΕ. για τις μεταφορές)
- Η Οδηγία 2003/87/ΕΚ (Θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του Θερμοκηπίου)
- Η Οδηγία 2004/8/ΕΚ (Προώθηση Συμπαραγωγής Ενέργειας για θερμική ανάκτηση)
- Η Οδηγία 2006/32/ΕΚ (Ενεργειακές Υπηρεσίες)

Η περιορισμένη αποτελεσματικότητα των παραπάνω νομοθετημάτων οδήγησε το 2007 στη σύνταξη του Σχεδίου Δράσης. Το Σχέδιο περιείχε σημαντικούς στόχους όπως αυτόν της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 20% το 2020, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% της ολικής ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020 και τέλος τη χρήση βιοκαυσίμων σε ποσοστό 10% επί των υγρών καυσίμων στις οδικές μεταφορές έως το 2020. Οι ανωτέρω στόχοι εντάχθηκαν στην Οδηγία 2009/28/ΕΚ, η οποία αναίρεσε προηγούμενες οδηγίες και δέσμευσε σημαντικά τα εθνικά κοινοβούλια των κρατών-μελών προς υλοποίηση των στόχων έως το χρονικό ορίζοντα του 2020. Επιπρόσθετα, δόθηκε προτεραιότητα στην έγχυση της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ψύλλος, 2012).

Σε θεσμικό επίπεδο προέκυψε το ζήτημα της εγκαθίδρυσης ανεξάρτητου ρυθμιστικού φορέα σε επίπεδο Ε.Ε. Προς το σκοπό αυτόν και μέσω του κανονισμού 713/2009, ιδρύθηκε ο Οργανισμός Συνεργασίας Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (Ο.Σ.Ρ.Α.Ε.), ο οποίος διαθέτει γνωμοδοτικό, εποπτικό και συμβουλευτικό χαρακτήρα. Συμπληρωματικά, η Ε.Ε. χρησιμοποιεί συγκεκριμένα οικονομικά εργαλεία για την προώθηση των εφαρμογών ΑΠΕ Αυτά είναι κυρίως τα τιμολόγια τροφοδότησης (feed in tariffs), οι διαδικασίες δημοπρασίας, τα φορολογικά κίνητρα (συναλλαγές, μειώσεις, επιστροφή φορολογικών εισφορών), οι ποσοστώσεις ή τα πράσινα πιστοποιητικά (quotas/green certificates) (Μάρκου, 2013).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι βαρύνοντα ρόλο στην πολιτική της Ε.Ε. διαδραματίζει το Δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το εν λόγω δικαστήριο παρέχει νομική πρόσπιση στις πρωτοβουλίες ανάπτυξης έργων ΑΠΕ, όταν βέβαια τηρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις και οι νόμιμες διαδικασίες. Σε πολλές περιπτώσεις έχει εκδώσει αποφάσεις σε υποθέσεις σύγκρουσης υπέρ των επενδυτών ΑΠΕ και επομένως κατά των διαφόρων νομικών -κυρίως- προσώπων (π.χ. κράτη) (Μάρκου, 2013).

### 2.2.2 Νομοθετικό Πλαίσιο Ελλάδας

Στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο, οι ΑΠΕ εντάσσονται για πρώτη φορά το 1985 με τον νόμο Ν.1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις». Ο νόμος χαρακτηρίστηκε ως πρωτοποριακός για την εποχή και τα ελληνικά δεδομένα, παρ' όλα αυτά, όμως, δεν επέφερε μεγάλες αλλαγές καθώς η Δ.Ε.Η κατέχοντας το μονοπώλιο, επέβαλε χαμηλές τιμές πώλησης στο ρεύμα από ΑΠΕ, σε μια προσπάθεια αποθάρρυνσης των ανταγωνιστών της και των αυτοπαραγωγών (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Η θεσμοθέτηση του νόμου Ν.2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» καθόρισε σταθερή τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ΑΠΕ, ίσο με το 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωσε την Δ.Ε.Η. να δώσει προτεραιότητα στην αγορά ενέργειας από ΑΠΕ καθώς και να συνάπτει συμβόλαια σε σταθερές τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (Ψύλλος, 2012).

Ο νόμος 2773/99 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις», προέκυψε έπειτα από εναρμόνιση με την οδηγία 92/96 της Ε.Ε. για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στα κράτη-μέλη της Ε.Ε. και ουσιαστικά ήταν το νομοσχέδιο που «άνοιξε» την αγορά του ηλεκτρισμού στην Ελλάδα. Αποτέλεσμα ήταν η ίδρυση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή καθώς και στην ίδρυση μιας ανεξάρτητης εταιρίας για την διαχείριση του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Μπαϊλάς, 2008).

Ο νόμος 3468 του 2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις», αποτέλεσε εφελκυστικό για την ανάπτυξη στην Ελλάδα του τομέα της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας. Ο νόμος αυτός, σύμφωνα με το Γερμανικό μοντέλο, υιοθέτησε την τιμολογιακή πολιτική “feed-in tariff” με βάση την οποία θέσπισε σταθερές (υψηλές) τιμές πώλησης της ανανεώσιμης ενέργειας (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Ο τελευταίος νόμος που αφορά τις ΑΠΕ, είναι ο 3851 του 2010, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής». Σε αυτόν αναφέρεται ο εθνικός στόχος, δηλαδή μέχρι το 2020, το 20% ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας να καλύπτεται από τις ΑΠΕ.

Τέλος, να αναφέρουμε το ρόλο δύο φορέων: της Ρ.Α.Ε (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) και της Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας).

Η Ρ.Α.Ε. έχει την γενική εποπτεία του ηλεκτρικού συστήματος, φροντίζει, εισηγείται και προωθεί τον υγιή ανταγωνισμό και γνωμοδοτεί για την χορήγηση των αδειών παραγωγής και προμήθειας σε τομείς της αγοράς. Συγκεκριμένα για τις ΑΠΕ, η Ρ.Α.Ε. είναι υπεύθυνη για όλα τα θέματα που αφορούν την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ρόλος της είναι να ελέγχει όλα τα στοιχεία που προσκομίζει

ο αιτούμενος και να αποφασίζει την έκδοση ή μη της άδειας παραγωγής (<http://www.rae.gr/>, 2016).

Αντίστοιχα, η Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του συστήματος μεταφοράς του ρεύματος από τους παραγωγούς στο δίκτυο (<http://www.desmie.gr/>, 2016).

Με την ίδρυση του Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε, ουσιαστικά καταργείται το μονοπώλιο της Δ.Ε.Η μιας και μπορεί οποιαδήποτε εταιρία να διοχετεύσει το ρεύμα που παράγει στην ελληνική αγορά (Παπακωνσταντίνου, 2012).

## **2.3 Χωροταξικός Σχεδιασμός και ΑΠΕ**

### **2.3.1 Χωροταξικός Σχεδιασμός**

Ο χωροταξικός σχεδιασμός εισάγεται στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο μέσω του νόμου 2742/99 ενέχοντας εθνικές στρατηγικές κατευθύνσεις και προωθώντας την αειφόρο χωρική ανάπτυξη. Σκοπός του νόμου είναι: *«η θέσπιση θεμελιωδών αρχών και η θεσμοθέτηση σύγχρονων οργάνων, διαδικασιών και μέσων άσκησης χωροταξικού σχεδιασμού που προωθούν την αειφόρο και ισόρροπη ανάπτυξη, κατοχυρώνουν την παραγωγική και κοινωνική συνοχή, διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο του εθνικού χώρου και στις επιμέρους ενότητες του και ενισχύουν τη θέση της χώρας στο διεθνές και ευρωπαϊκό πλαίσιο».*

Το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008) εμπεριέχει γενικές κατευθύνσεις αειφόρου χωρικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής προστασίας, που υιοθετούνται τόσο στα Ειδικά Χωροταξικά (ΑΠΕ, τουρισμού, βιομηχανίας, ιχθυοκαλλιέργειας, σωφρονιστικών καταστημάτων) όσο και στα Περιφερειακά Πλαίσια.

### **2.3.2 Χωροθέτηση Έργων ΑΠΕ**

Αρχικά, η χωροθέτηση των έργων ΑΠΕ ρυθμιζόταν από τα δώδεκα (12) Περιφερειακά Πλαίσια που εκδόθηκαν το 2003, ενώ το 2008 δημοσιεύτηκε το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις ΑΠΕ. Το πλαίσιο αυτό καθορίζει πλέον το σύνολο των κανόνων και κριτηρίων για τη χωροθέτηση των έργων ΑΠΕ. Επιπλέον, στο πλαίσιο αυτό καθορίζονται οι ενδεδειγμένες περιοχές στις οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν οι ανανεώσιμες πηγές, προασπίζοντας την περιβαλλοντική προστασία και δίνοντας ευκαιρίες προσέλκυσης επενδύσεων για το συγκεκριμένο τομέα. Ακόμη, το Ειδικό για τις ΑΠΕ συνδράμει στην εκπλήρωση εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων, σε ότι σχετίζεται με την αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο τέταρτο άρθρο του εν λόγω πλαισίου περιγράφονται οι στόχοι του (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008):

1. Στον εντοπισμό, με βάση τα στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους τη λειτουργία αιολικών εγκαταστάσεων και την επίτευξη οικονομικών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα.
2. Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και

αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο.

3. Στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.”

Όσον αφορά τη χωροθέτηση μεμονωμένων αιολικών μονάδων, δηλαδή μεμονωμένης ανεμογεννήτριας, υπολογίζονται τα εξής τέσσερα κριτήρια:

1. Προσδιορίζονται οι κατάλληλες αποστάσεις για την διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των ανεμογεννητριών.
2. Τήρηση ελάχιστης απόστασης από τα όρια ζωνών ασυμβατότητας/αποκλεισμού. Εντός των ζωνών αυτών απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών.
3. Προσδιορίζεται η επιτρεπόμενη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά κατηγορία χώρου, με στόχο την αποφυγή “μονοκαλλιέργειας” από δραστηριότητες ΑΠΕ
4. Προσδιορίζονται κανόνες ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο, ώστε να αμβλύνεται το πρόβλημα της οπτικής όχλησης και υποβάθμισης του τοπίου.

Τα παραπάνω κριτήρια ισχύουν καθολικά για όλες τις κατηγορίες του εθνικού χώρου, οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια.

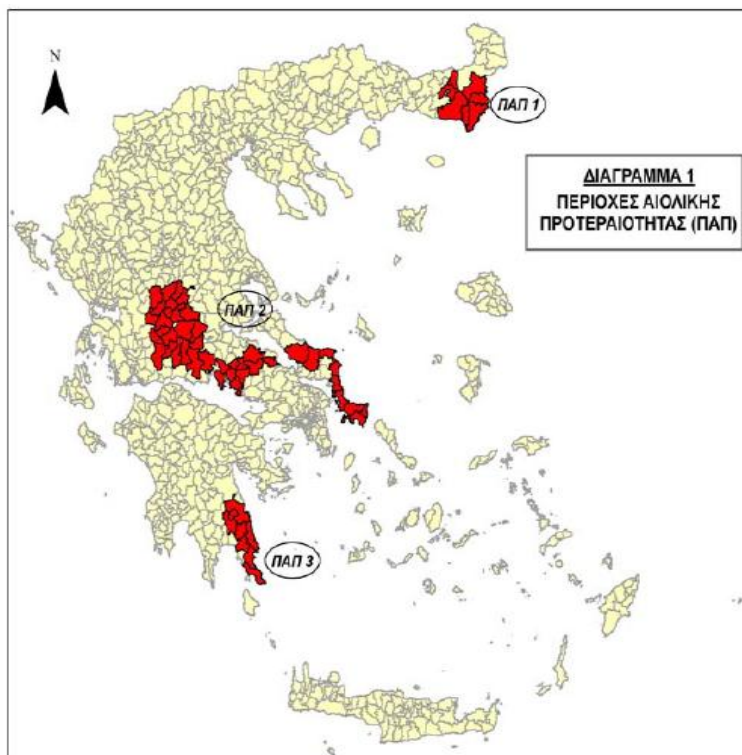
Σε ότι σχετίζεται τώρα με τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων διακρίνεται ο εθνικός χώρος σε κατηγορίες και διευκρινίζονται τα κριτήρια χωροθέτησης μεμονωμένων αιολικών μονάδων.

Με βάση περιβαλλοντικά και χωροταξικά κριτήρια προέκυψε η παρακάτω κατηγοριοποίηση του εθνικού χώρου στις εξής τέσσερις κατηγορίες (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008):

1. Ηπειρωτική χώρα, στην οποία συμπεριλαμβάνεται και η Εύβοια λόγω του μεγέθους της και της κοντινής απόστασης με την υπόλοιπη χώρα. Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται σε περιοχές αιολικής προτεραιότητας (Π.Α.Π.) και σε περιοχές αιολικής καταλληλότητας (Π.Α.Κ.).
2. Αττική, λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της, αντιμετωπίζεται ξεχωριστά από την υπόλοιπη ηπειρωτική χώρα.
3. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης.
4. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες

Οι περιοχές αιολικής προτεραιότητας (Π.Α.Π) είναι περιοχές με αξιόλογο αιολικό δυναμικό και προσφέρονται για την επίτευξη εθνικών χωροταξικών στόχων. Από την άλλη, οι περιοχές αιολικής καταλληλότητας (Π.Α.Κ) είναι μεμονωμένες περιοχές με ικανοποιητικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. Στο χάρτη (6) που ακολουθεί παρουσιάζονται οι περιοχές αιολικής προτεραιότητας:

Χάρτης 6: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας στην Ελλάδα



Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/index.htm>, 2016

### 2.3.3 Κριτήρια Αποστάσεων για Έργα ΑΠΕ

Στη συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζονται οι απαιτούμενες αποστάσεις για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών. Σε όλες τις περιοχές πρέπει να τηρούνται οι ελάχιστες προβλεπόμενες αποστάσεις από τεχνικές υποδομές, ανθρωπογενείς δραστηριότητες και συγκεκριμένες χρήσεις γης. Έπεται αναλυτική παρουσίασή τους σε μορφή πινάκων (Ασημακόπουλος, 2007):

Πίνακας 4: Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας των έργων και απόδοσης των αιολικών πάρκων

Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	Για εγκατεστημένη ισχύ/μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε Π.Α.Π. και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης Σε άλλες εκτός Π.Α.Π. περιοχές: 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα
Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	Όπως ορίζει ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η Δ.Ε.Η. (μέση και χαμηλή τάση)
Ελάχιστη απόσταση (A) μεταξύ των ανεμογεννητριών	2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ( $A=2,5d$ )

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Πίνακας 5: Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος

ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΧΡΗΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη Ε.Π.Μ. ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική Κ.Υ.Α. (ν. 3044/02)
Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στο προηγούμενο εδάφιο. Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/Ε.Κ. της Επιτροπής (Ε.Ε. L 259 της 21.9.2006, σ. 1)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της Ε.Π.Ο
Αξιόλογες ακτές και παραλίες	1.000 μ.
Περιοχές Ζ.Ε.Π. ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της Ε.Π.Ο., μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Πίνακας 6: Αποστάσεις<sup>2</sup> από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς

ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΧΡΗΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ιστορικοί τόποι. της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	$A=7d$ , όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	$A=7d$ , όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

<sup>2</sup> Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη σε περιπτώσεις όπου η άτρακτος της ανεμογεννήτριας δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση

Πίνακας 7: Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες

<b>ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΧΡΗΣΗ</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ</b>
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, ή και τουριστικοί ή και αξιόλογοι	1.000 μ από το όριο του οικισμού ή του σχεδίου πόλης
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο του οικισμού
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α΄ ή Β΄ κατοικίας (Π.Ε.Ρ.Π.Ο., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β΄ κατοικίας	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη νόμιμη κατοικία	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε άλλες δύο πιθανές περιπτώσεις. Πρώτον, εάν δεν έχει οριοθετηθεί ο οικισμός τότε η απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του προσαυξημένη κατά 500 μέτρα και σε κάθε περίπτωση μεγαλύτερη των 500 μέτρων από το τελευταίο σπίτι του οικισμού. Δεύτερον, εφ' όσον υπάρχει ήδη αιολική εγκατάσταση σε απόσταση μικρότερη των 1.500 μέτρων, τότε ορίζεται ως ελάχιστη απόσταση τα 2.500 μέτρα (Ασημακόπουλος, 2007).

Πίνακας 8: Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και τεχνικές χρήσεις

<b>ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΧΡΗΣΗ</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ</b>
Οδικό Δίκτυο (Κύριοι άξονες, οδικό αρμοδιότητας Ο.Τ.Α, σιδηροδρομικές γραμμές)	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες, Radar)	Έπειτα από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Έπειτα από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα
Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες	Απόσταση ασφαλείας 1,5 d από τα όρια της χερσαίας και της θαλάσσιας ζώνης τουριστικού λιμένα.

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)



Πίνακας 9: Αποστάσεις από ζώνες / εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων

ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΧΡΗΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφάλειας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας	Απόσταση ασφάλειας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφάλειας 1,5d
Λειτουργούσες λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία
Μεμονωμένες βιομηχανικές/ βιοτεχνικές μονάδες	απόσταση ασφάλειας 1,5d
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές, εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ, και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης Α/Γ: 1.000 μ. από τα όρια της ζώνης/ περιοχής
Τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές	1.000 μ.
Λοιπά τουριστικά καταλύματα και εγκαταστάσεις	500 μ.

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Υποσημειώνεται πως για τις περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων κλπ η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στην περίπτωση που η άτρακτος της ανεμογεννήτριας δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση. Επίσης, οι αναφερόμενες αποστάσεις μπορούν να μειώνονται με τη σύμφωνη γνώμη του φορέα της ασύμβατης χρήσης.

Σύμφωνα με τη μελέτη του Ασημακόπουλου (2007), για την εκτίμηση της επίπτωσης ενός υπό αδειοδότηση αιολικού πάρκου στο τοπίο, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή του Α/Π από τα σημεία «ιδιαίτερου ενδιαφέροντος», που ευρίσκονται εντός του προσδιορισμένου κύκλου, ανάλογα με την απόστασή τους από το έργο. Η

απόσταση αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του σημείου «ιδιαίτερου ενδιαφέροντος» και ανάλογα με την κατηγορία του χώρου που εμπίπτει ο υπό εξέταση αιολικός σταθμός. Στη συνέχεια μέσω του πίνακα 10 ορίζονται οι μέγιστες αποστάσεις, πέραν από τις οποίες η οπτική όχληση του έργου κρίνεται αμελητέα.

Πίνακας 10: Μέγιστες αποστάσεις (σε μέτρα) για την αποφυγή της οπτικής όχλησης

<b>Σημεία Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος</b>	<b>Εντός Αττικής και Θαλάσσιου Χώρου</b>	<b>Κατοικημένα Νησιά</b>
Πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων	6.000 μέτρα	6.000 μέτρα
Θεσμοθετημένο πυρήνα Εθνικού Δρυμού, ή αισθητικού δάσους ή άλλου σημείου ιδιαίτερου φυσικού ενδιαφέροντος	800 μέτρα	1.000 μέτρα
Πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6.000 μέτρα	6.000 μέτρα
Πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	2.000 μέτρα	3.000 μέτρα
Πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2.000 μέτρα	3.000 μέτρα

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Επίσης, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών καθορίζεται από τη θέση ως εξής (Ασημακόπουλος, 2007):

- Με ανάπτωμα κάθετα στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 3 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ( $A=3d$ )
- Με ανάπτωμα παράλληλο στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 7 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ( $A= 7d$ )

Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας των αιολικών εγκαταστάσεων ενός Ο.Τ.Α. υπολογίζεται με τον τύπο  $E_{ισ} = (N_{ισ}) \times 75,86$  στρέμματα, όπου  $E_{ισ}$  συμβολίζεται η αναλογούσα στην ανεμογεννήτρια επιφάνεια κάλυψης χώρου.

Τα αρχικά  $N_{ισ}$  ισούνται με  $D$  προς  $D_t$ , δηλαδή διάμετρος ρότορα εγκατεστημένης ανεμογεννήτριας προς διάμετρο τυπικής ανεμογεννήτριας. Η τυπική ανεμογεννήτρια έχει οριστεί με διάμετρο ρότορα 85 μέτρα και ονομαστική ισχύ 2 MW.

Όσο αφορά τις Π.Α.Π. έχει καθοριστεί από το Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α. για τις ΑΠΕ ο μέγιστος αριθμός ανεμογεννητριών που δύναται να χωροθετηθούν εντός τους, σύμφωνα με την φέρουσα ικανότητα τους. Ενδέχεται όμως κάποιες περιοχές οι οποίες εντάσσονται στις Π.Α.Π. να παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες τουριστικοποίησης ή αστικοποίησης δημιουργώντας προβλήματα ασυμβατότητας χρήσεων γης. Για τον παραπάνω λόγω καθορίζονται από το Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α. για τις ΑΠΕ τα παρακάτω κριτήρια πυκνότητας ανεμογεννητριών (Ασημακόπουλος, 2007):

1. «8% στην Αττική και σε Ο.Τ.Α. που περιλαμβάνονται σε Π.Α.Π. και δεν έχουν υψηλό δείκτη “τουριστικοποίησης”. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.
2. 5% σε Ο.Τ.Α του ηπειρωτικού χώρου εκτός Π.Α.Π. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ..
3. 4% σε Ο.Τ.Α. που περιλαμβάνονται σε ΠΑΠ με υψηλό δείκτη “τουριστικοποίησης” καθώς και στους Ο.Τ.Α. του νησιωτικού χώρου. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.»

Συμπληρωματικά, πρέπει να αναφερθούν κριτήρια αναφορικά με τη μέγιστη δυνατή πυκνότητα ανεμογεννητριών. Σε περίπτωση όπου τμήμα ή ολόκληρη η αιολική εγκατάσταση βρίσκεται εντός του νοητού κύκλου που ορίζεται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα τις παραπάνω αποστάσεις λαμβάνονται υπόψη δύο κριτήρια-απαιτήσεις με της οποίες το έργο οφείλει να συμμορφωθεί. Το κριτήριο αφορά την συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών που βρίσκονται εντός του νοητού κύκλου. Ο κύκλος χωρίζεται σε τρία ομόκεντρα τμήματα (ζώνες Α,Β,Γ) στα οποία ανάλογα με την απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος αλλά και την σημασία του σημείου καθορίζονται οι κατά περίπτωση επιτρεπόμενες πυκνότητες.

Πίνακας 11: Ακτίνες ζωνών πυκνότητας ανεμογεννητριών (σε χλμ)

Σημεία Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Εντός Αττικής και Θαλάσσιου Χώρου			Κατοικημένα Νησιά		
	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ
Ζώνες						
Όρια εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων	3	4,5	6	3	4,5	6
Θεσμοθετημένο πυρήνα Εθνικού Δρυμού, ή αισθητικού δάσους ή άλλου σημείου ιδιαίτερου φυσικού ενδιαφέροντος	0,2	0,8	-	0,3	1	-
Ζώνη απόλυτου προστασίας αρχαιολογικών χώρων	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	1	2	-	1	3	-
Όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής, τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές	1	1,5	2	1	2	3

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Εν συνεχεία, καταγράφονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες ανεμογεννητριών για κάθε ζώνη, ανάλογα με την κατηγορία χώρου:

Πίνακας 12: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη (πλήθος Α/Γ ανά τ.χλμ)

<b>Ζώνες</b>	<b>Εντός ΠΑΠ Αττικής &amp; Θαλάσσιου Χώρου</b>	<b>Εκτός ΠΑΠ /ΠΑΚ</b>	<b>Κατοικημένα Νησιά</b>
<b>A</b>	0	0	0
<b>B</b>	4	3	2
<b>Γ</b>	7	6	4

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Το κριτήριο αυτό εφαρμόζεται αποκλειστικά σε περιπτώσεις όπου υφίσταται υπέρβαση των ορίων του προηγούμενου κριτηρίου (πίνακας 11). Εξετάζεται η παρεμβολή των ανεμογεννητριών στον οπτικό ορίζοντα ενός παρατηρητή που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται σε γωνία 360 μοιρών γύρω από τον εαυτό του.

Επιπρόσθετα, για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων.

Για να ληφθεί υπόψη η απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, λαμβάνονται υπόψη οι ίδιες ομόκεντρες ζώνες Α,Β,Γ και καθορίζονται «συντελεστές βαρύτητας» ανά ζώνη, που εφαρμόζονται επί του άθροισματος των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης (Ασημακόπουλος, 2007). Παρατίθεται ο πίνακας με τους συντελεστές βαρύτητας των γωνιών οπτικής κάλυψης:

Πίνακας 13: Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης

<b>Ζώνες</b>	<b>Εντός ΠΑΠ Αττικής &amp; Θαλάσσιου Χώρου</b>	<b>Εκτός ΠΑΠ /ΠΑΚ</b>	<b>Κατοικημένα Νησιά</b>
<b>A</b>	1	1	1
<b>B</b>	0,5	0,7	0,8
<b>Γ</b>	0,3	0,5	0,7

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Όταν το άθροισμα των γωνιών επί τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας δεν υπερβαίνει τα αντίστοιχα ποσοστά οπτικής κάλυψης του ορίζοντα για κάθε κατηγορία χώρου, το κριτήριο τηρείται και η ένταξη των Α/Γ στο τοπίο θεωρείται ομαλή. Διαφορετικά απαιτείται συμμόρφωση με τους θεσμοθετημένους κανόνες χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων. Ακολουθεί πίνακας με το ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα:

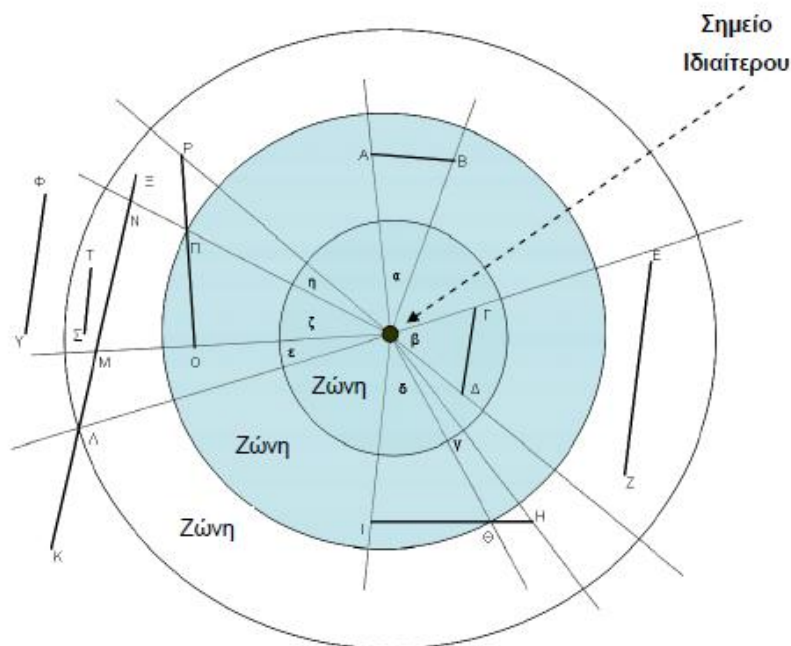
Πίνακας 14: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα

Εντός ΠΑΠ Αττικής & Θαλάσσιου Χώρου	Εκτός ΠΑΠ /ΠΑΚ	Κατοικημένα Νησιά
30%	20%	15%

Πηγή: Ασημακόπουλος, 2007 (ιδία επεξεργασία)

Η διαφοροποίηση των τιμών ανταποκρίνεται στους χωροταξικούς περιορισμούς ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των εγκαταστάσεων εντός των περιοχών υψηλού αιολικού δυναμικού (Π.Α.Π, Αττική, θαλάσσιος χώρος) αλλά παράλληλα προσμετρά τις ιδιαιτερότητες του νησιωτικού χώρου. Έπεται ενδεικτική εφαρμογή των κανόνων ένταξης των αιολικών πάρκων στο τοπίο:

Εικόνα 22: Ενδεικτική εφαρμογή των κανόνων ένταξης των αιολικών πάρκων στο τοπίο



Πηγή: Γιαννακά, 2010

### 2.3.4 Ειδικά Κριτήρια για Χωροθέτηση Θαλάσσιων Πάρκων

Για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων προβλέπονται συγκεκριμένα κριτήρια, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008):

- 1) Επιτρέπεται η χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές με προϋποθέσεις αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Οι περιοχές αυτές δεν πρέπει να εντάσσονται σε κάποιο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές ναυσιπλοΐας.
- 2) Να τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και της αποδοτικότητας των αιολικών σταθμών όπως αυτές καταγράφηκαν στον πίνακα 4.
- 3) Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1.500 μέτρων από τις ακτές που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε
- 4) Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος μικρότερο των 1.500 μέτρων.
- 5) Ορίζεται ελάχιστη απόσταση από περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος σύμφωνα με τον πίνακα 5.
- 6) Ορίζεται ελάχιστη απόσταση από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς όπως αυτές παρουσιάστηκαν στον πίνακα 6.
- 7) Ορίζεται ελάχιστη απόσταση από οικιστικές περιοχές, όπως αναλύθηκε στον πίνακα 7.
- 8) Να τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στον πίνακα 9, αναφορικά με παραγωγικές ζώνες και δραστηριότητες του τριτογενή τομέα παραγωγής.
- 9) Ορίζεται ως μέγιστη απόσταση 20 χλμ. χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης.
- 10) Να εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου (αποφυγή οπτικής όχλησης) όπως παρουσιάστηκαν στον πίνακα 10.
- 11) Πρέπει να εξασφαλίζεται με την κατασκευή του θαλάσσιου αιολικού πάρκου η επαρκής διασύνδεση και η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας είτε με το σύστημα της ηπειρωτικής χώρας είτε με το δίκτυο των μη διασυνδεδεμένων νησιών.
- 12) Η τρέχουσα τεχνολογικά και οι αντίστοιχες μελέτης στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς καθορίζουν το επιτρεπόμενο βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας.

### 2.3.5 Διαδικασία Αδειοδότησης Θαλάσσιων Αιολικών

Σύμφωνα με το νόμο 3851/2010 (αρθ.6) για τις ΑΠΕ, προκειμένου να προχωρήσει η διαδικασία αδειοδότησης για τα θαλάσσια αιολικά απαιτείται προκαταρκτική αδειοδότηση των περιοχών ενδιαφέροντος, οι οποίες προκύπτουν από την προκαταρκτική χωροθέτηση. Για τις περιοχές αυτές γίνονται μετά αναλυτικότερες μελέτες και έπεται η εκπόνηση Στρατηγικών Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και η υποβολή τους σε στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση με σκοπό τον καθορισμό της ακριβούς θέσης των πάρκων, την θαλάσσια έκταση που

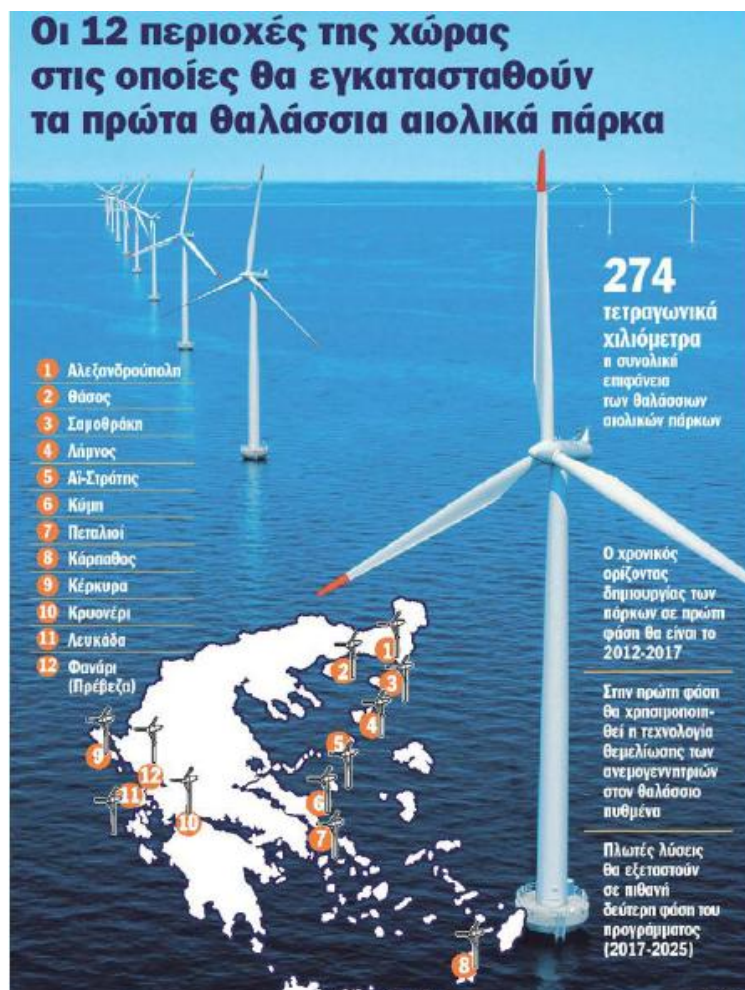
καταλαμβάνουν και τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς τους. Ακολουθεί προκήρυξη των θέσεων, με αντικείμενο την προσφερόμενη τιμή πώλησης μεγαβατώρας στο σύστημα ή το ετήσιο μίσθωμα που θα καταβάλλει στο δημόσιο ο παραχωρησιούχος.

Τα επόμενα βήματα περιλαμβάνουν την έγκριση με Προεδρικά Διατάγματα των τελικών οριστικών σχεδίων, την έκδοση των αδειών εγκατάστασης των εγκεκριμένων θαλάσσιων Αιολικών πάρκων και την προκήρυξη ανοιχτού δημόσιου διαγωνισμού για την κατασκευή αυτών και των έργων σύνδεσής τους με το εθνικό δίκτυο. Η χρηματοδότησή τους θα γίνει είτε με τη συμμετοχή δημόσιων κεφαλαίων, είτε με ίδιους πόρους του αναδόχου, με αντάλλαγμα την παραχώρηση σε αυτόν, εν όλων ή εν μέρει, της εκμετάλλευσής του για ορισμένο χρόνο (<http://www.desmie.gr/>, 2016).

### 2.3.6 Σχέδιο Δημιουργίας Θαλάσσιων Αιολικών στην Ελλάδα

Η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Εθνικού Προγράμματος Ανάπτυξης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων (ΘΑΠ) (2012) σύμφωνα με τα προβλεπόμενα του νόμου 3851/2010, προκρίνει δώδεκα (12) θαλάσσιες περιοχές ως υποψήφιες για τη χωροθέτηση και ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων από το 2012 έως το 2017.

Εικόνα 23: Οι δώδεκα περιοχές ανάπτυξης ΘΑΠ στην Ελλάδα



Πηγή: Κ.Α.Π.Ε, 2012



Οι περιοχές που έχουν προεπιλεγεί, αφορούν την 1<sup>η</sup> φάση του προγράμματος των θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων (2012-2017). Για να εξασφαλιστούν η βιωσιμότητα των εγκαταστάσεων, η αξιοπιστία και η ταχύτητα της ανάπτυξης, επιλέγησαν ανεμογεννήτριες που πακτώνονται στον πυθμένα της θάλασσας και περιοχές με μικρά (<30 m) και μέσα (<50 m) βάθη, αποκλείοντας τους πλωτούς τύπους των οποίων η τεχνολογία δεν κρίθηκε αρκετά ώριμη, καθώς και τα μεγάλα βάθη. Πλωτές λύσεις θα εξεταστούν σε πιθανή δεύτερη φάση του προγράμματος (2017-2025), εφόσον αυτό κριθεί σκόπιμο (Κ.Α.Π.Ε, 2012).

Τα κριτήρια για την χωροθέτηση των θαλάσσιων πάρκων για αυτή την 1<sup>η</sup> φάση είναι:

- ✓ Το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό,
- ✓ Η συμβατότητα της ανάπτυξης των πάρκων με άλλες χρήσεις του συγκεκριμένου χώρου εντός 6 ναυτικών μιλίων,
- ✓ Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (εξαίρεσης περιοχών Natura),
- ✓ Η τεχνική δυνατότητα εγκατάστασης στην συγκεκριμένη θέση (σε μικρότερα βάθη των 50 μέτρων)
- ✓ Η ευκολία σύνδεσης με το δίκτυο και τις μελετώμενες επεκτάσεις του (απόσταση 1,5 km από την ακτή),
- ✓ Η ελαχιστοποίηση της οπτικής όχλησης και
- ✓ Αποκλεισμός περιοχών που δεσμεύονται από τις Ένοπλες Δυνάμεις

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα οι προτεινόμενες περιοχές εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών και το εμβαδόν τους, ο προτεινόμενος αριθμός ανεμογεννητριών και η αναμενομένη παραγόμενη ισχύς:

Πίνακας 15: Χαρακτηριστικά Προτεινόμενων Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων

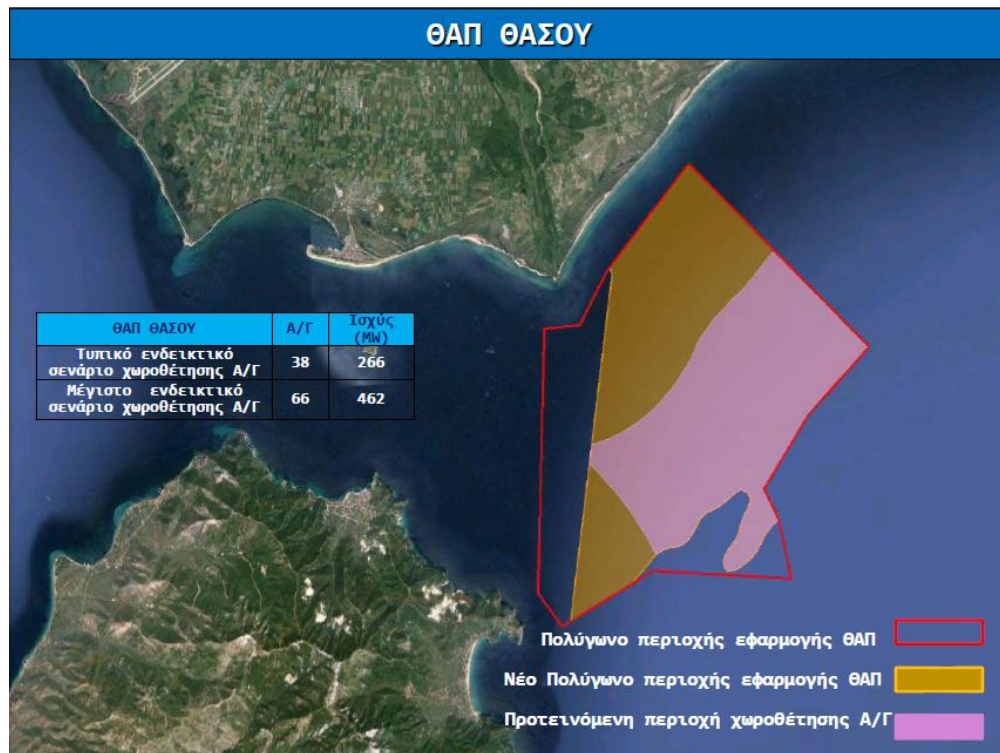
A/A	Όνομα ΘΑΠ	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Αριθμός Α/Γ	Ισχύς (MW)
1	Αλεξανδρούπολης	116,01	75	375
2	Σαμοθράκης	48,58	45	225
3	Φαναρίου	89,65	52	260
4	Θάσου	56,01	48	240
5	Βόρειας Λήμνου	45,65	44	220
6	Νότιας Λήμνου	14,37	27	135
7	Αη Στράτη	8,66	9	45
8	Κύμης	18,88	15	75
9	Πεταλίων	0,65	36	180
10	Καρπάθου	4,24	8	40
11	Λευκάδας	10,99	14	70
12	Οθωνών	24,17	18	90

Πηγή: Κ.Α.Π.Ε, 2012 (ιδία επεξεργασία)

Σε ότι σχετίζεται με την πυκνότητα των αιολικών πάρκων, για κάθε περιοχή εξετάστηκαν δύο σενάρια. Υπολογίστηκε ότι χρησιμοποιήθηκε ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 7 MW (και όχι 5 MW, όπως είχε γίνει ο αρχικός υπολογισμός και φαίνεται και από τον πίνακα 15), με ύψος πυλώνα 125 m και με τη διάμετρο του

ρότορα (D) στα 154 m. Στο Α' σενάριο, που αποτελεί το τυπικό ενδεικτικό σενάριο χωροθέτησης, η απόσταση ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες ορίζεται ως 8 D ενώ στο Β', δηλαδή στο μέγιστο ενδεικτικό σενάριο, η απόσταση ορίζεται στα 6 D (Κ.Α.Π.Ε, 2012). Στη συνέχεια, παρουσιάζεται, ενδεικτικά, η προτεινόμενη χωροθέτηση του ΘΑΠ Θάσου:

Εικόνα 24: Προτεινόμενο Θαλάσσιο Αιολικό στη Θάσο



Πηγή: Κ.Α.Π.Ε, 2012

Επίσης, παρουσιάζεται η Φωτορεαλιστική απεικόνιση του ΘΑΠ Θάσου σε απόσταση 6 χιλιομέτρων από την ακτή, για το ενδεικτικό σενάριο χωροθέτησης με απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών στα 8 D (με D =154m).

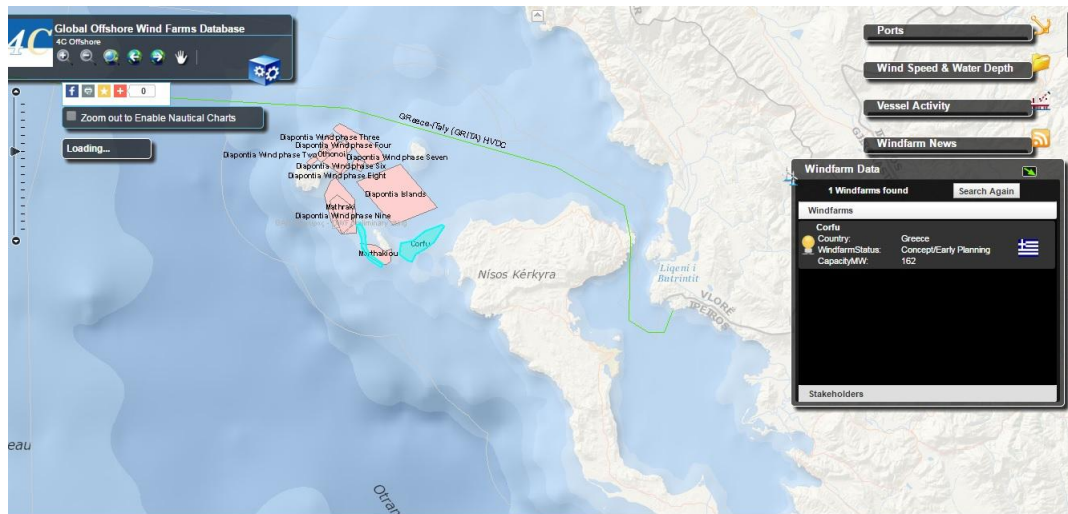
Εικόνα 25: Φωτορεαλιστική Απεικόνιση ΘΑΠ Θάσου



Πηγή: Κ.Α.Π.Ε, 2012

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η προτεινόμενη θέση του θαλάσσιου αιολικού πάρκου στα βορειοδυτικά της Κέρκυρας:

Εικόνα 26: Προτεινόμενο ΘΑΠ Κέρκυρα

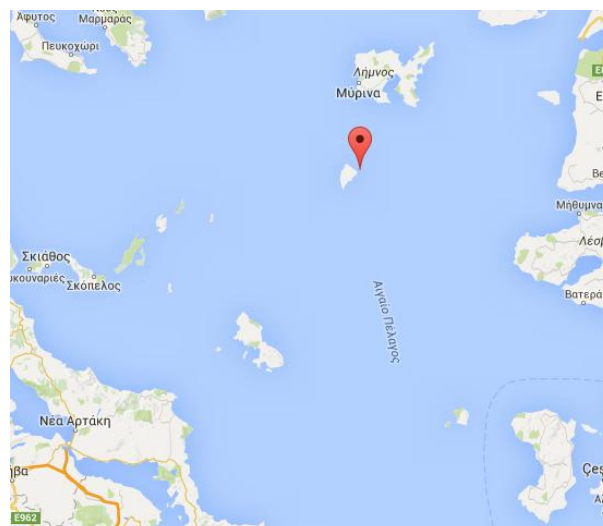


Πηγή: <http://www.4coffshore.com/>, 2016

Πρόκειται για υπεράκτιο αιολικό σταθμό, ο οποίος απέχει 1 km από τις ακτές του νησιού και οι ανεμογεννήτριες θα τοποθετηθούν σε σειρά, σε θαλάσσια βάθη μέχρι 50 μέτρων. Θα εγκατασταθούν 45 ανεμογεννήτριες συνολικής ονομαστικής ισχύος 162 MW. Επιπλέον, για τη συγκεκριμένη περιοχή έγιναν μετρήσεις για χρονικό διάστημα 10 ετών, από το 2000 έως το 2009 και η μέση ταχύτητα του ανέμου υπολογίστηκε στα 8,08 m/s (<http://www.4coffshore.com/>, 2016).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η προτεινόμενη δομή του θαλάσσιου αιολικού πάρκου στα ανατολικά του Άη Στράτη:

Εικόνα 27: Προτεινόμενο ΘΑΠ Άγιος Ευστράτιος



Πηγή: <http://www.thewindpower.net/>, 2016

Αφορά αιολικό σταθμό στα ανατολικά του νησιού με 7 ανεμογεννήτριες, συνολικής ονομαστικής ισχύος 24,5 MW. Οι εγκαταστάσεις θα τοποθετηθούν σε βάθη από 5 έως 25 μέτρα, ενώ η απόσταση από την ακτή έχει υπολογιστεί στα 30 km και η ταχύτητα του ανέμου μετρήθηκε στα 8,33 m/s (<http://www.thewindpower.net/>, 2016).

## 2.4 Κριτική στο χωροταξικό σχεδιασμό για ΑΠΕ

Η συγκεκριμένη παράγραφος της παρούσας διπλωματικής στοχεύει στην εποικοδομητική κριτική στη διαδικασία του χωροταξικού σχεδιασμού αναφορικά με τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ και ιδίως αιολικών εφαρμογών. Παρουσιάζεται, εν συντομία, το μοντέλο άλλων ευρωπαϊκών κρατών και επισημαίνονται κάποια τεχνολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν για την αποτελεσματικότερη χωροθέτηση αιολικών σταθμών. Τέλος, ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο Σχέδιο Δημιουργίας θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, τονίζοντας τη στάση της WWF Ελλάς σε αυτό.

### 2.4.1 Ο χωροταξικός σχεδιασμός στις ευρωπαϊκές χώρες

Οι κατευθυντήριες γραμμές των εθνικών χωροταξικών σχεδίων ευρωπαϊκών χωρών στερούνται δεσμευτικού χαρακτήρα και υλοποιούνται μέσω περιφερειακών πλαισίων και σχεδίων δράσης, τα οποία εκπονούνται από τοπικές κοινότητες (Ολλανδία, Βέλγιο, Γαλλία και Δανία). Οι ελάχιστες αποστάσεις από συγκεκριμένες χρήσεις υπολογίζονται με βάση τις χωρικές ιδιαιτερότητες (γεωμορφολογία, φυσικό περιβάλλον, οικιστικό δίκτυο και τεχνικά δίκτυα) (PREDAC, 2003). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ελάχιστες αποστάσεις που απαιτούνται από συγκεκριμένες χρήσεις για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων στη Γαλλία, στη Δανία, στην Ολλανδία και στο Βέλγιο συγκριτικά με την Ελλάδα:

Πίνακας 16: Ελάχιστες αποστάσεις για χωροθέτηση αιολικών πάρκων

Χώρες	Γαλλία	Δανία	Ολλανδία	Βέλγιο	Ελλάδα
<b>Οικισμοί</b>	Δεν επιτρέπεται	4 d	-	250 m	500-1.500 m
<b>Τηλεπικοινωνίες</b>	-	300 m	30 m	100 m	Αρμόδιος Φορέας
<b>Ιστορικοί Χώροι</b>	500 m	100 m	Ρυθμίζονται	-	500 – 3.000 m
<b>Προστατευόμενες Περιοχές</b>	-	300 m	Απαγορεύεται	200 – 700 m	N. 1650/86
<b>Οδικό Δίκτυο – Μεταφορές</b>	100 m	4 d	30 m	H <sup>3</sup>	3 d
<b>Ακτές – Υδάτινες Επιφάνειες</b>	500 m	150 m	50 m	d	1.000 m

Πηγή: Παπακωνσταντίνου, 2012

Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό πως κράτη με μεγάλη εμπειρία σε έργα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θεσμοθετούν συγκριτικά μικρότερες αποστάσεις. Επιπρόσθετα, παρατηρείται πως χώρες με σημαντική τουριστική ανάπτυξη όπως η Ελλάδα και η Γαλλία, ορίζουν περισσότερα κριτήρια προκειμένου να προφυλαχτούν οι τουριστικές περιοχές και η ακτογραμμή τους.

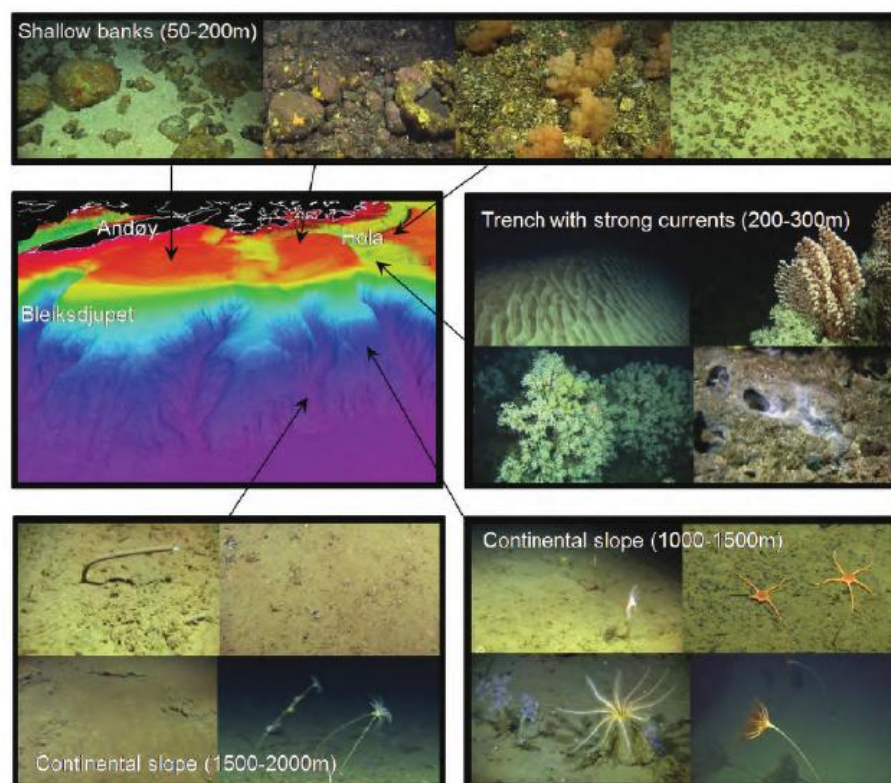
<sup>3</sup> H: Ύψος Ανεμογεννήτριας, d: Διάμετρος Ρότορα Ανεμογεννήτριας

Η βασικότερη αντίθεση, όμως, έγκειται στο γεγονός πως στα ευρωπαϊκά κράτη (που αναφέρθηκαν προηγουμένως) ο χωροταξικός σχεδιασμός πραγματοποιείται από κατώτερα επίπεδα χωροταξικού σχεδιασμού. Κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι τοπικές κοινότητες και οι δήμοι για την αποτελεσματική επίλυση χωρικών ζητημάτων. Επιπλέον, πολύ σημαντική κρίνεται η διαδικασία της δημόσιας διαβούλευσης, προκειμένου να λαμβάνεται υπόψη η γνώμη της τοπικής κοινωνίας, αναφορικά με τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Συμπληρωματικά, οι ευρωπαϊκές χώρες, που επενδύουν στην αξιοποίηση της θαλάσσιας αιολικής ενέργειας, χρησιμοποιούν τεχνολογικά εργαλεία, έτσι ώστε η χωροθέτηση να πραγματοποιείται προσμετρώντας όλα τα απαραίτητα δεδομένα, ενώ ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην περιβαλλοντική προστασία, στην αισθητική του τοπίου και στην κοινωνική αποδοχή (Norden, 2009).

Επεξηγηματικά, εντοπίζεται έντονη χαρτογράφηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της βιοποικιλότητας, όπως των μετακινήσεων των πληθυσμών και της συγκέντρωσης των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, αποσκοπώντας στην αξιοποίηση των πληροφοριών για περιβαλλοντικούς σκοπούς και ορθολογικές χωροθετήσεις. Παράλληλα, αξιοποιούνται νέες τεχνολογίες και επιστήμες, όπως η τηλεπισκόπηση και η τηλεμετρία, για τον προσδιορισμό του βάθους της θάλασσας, την επίδραση του αέρα από ένα αιολικό πάρκο σε γειτονικές περιοχές, καθώς επίσης και για την παρακολούθηση της λειτουργίας των αιολικών σταθμών (Bay Hasager et al, 2012).

Εικόνα 28: Θαλάσσια είδη σε προτεινόμενη θέση για δημιουργία ΘΑΠ



Πηγή: Norden, 2009

Επιπρόσθετα, επισημαίνεται η ανάγκη για ανάπτυξη συνεργασιών. Αυτές μπορεί να είναι διαπεριφερειακές - δηλαδή με περιοχές που έχουν αναπτύξει με επιτυχία έργα ΑΠΕ για την υιοθέτηση καλών πρακτικών - ή με την επιστημονική κοινότητα,

προκείμενου η έρευνα να συμβάλει αποτελεσματικά στις διαδικασίες χωροθέτησης, εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης των αιολικών πάρκων (Norden, 2009).

Αναφορικά με την οπτική όχληση, στη Γαλλία, κατά τη φάση σχεδιασμού των αιολικών εγκαταστάσεων συμμετέχουν πολιτιστικοί φορείς, όπως λόγω χάρη το γραφείο αρχιτεκτονικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, με σκοπό την αρτιότερη ένταξη των έργων ΑΠΕ στο τοπίο (Παπακωνσταντίνου, 2012).

Τέλος, τονίζεται η σημασία της αποδοχής από την τοπική κοινωνία και η προσπάθεια επίτευξης συνεργασιών με επαγγελματίες εμπλεκόμενων κλάδων, όπως ντόπιους ψαράδες, επαγγελματίες του τουριστικού κλάδου και φορείς των ακτοπλοϊκών συνδέσεων. Συχνά, η επιβράβευση της συμμετοχής του κοινού σε διαδικασίες πληροφόρησης, ενημέρωσης και διαβούλευσης έχει διαπιστωθεί πως επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην συναίνεση του τοπικού πληθυσμού για την ανάπτυξη εφαρμογών ΑΠΕ (Norden, 2009).

#### **2.4.2 Κριτική στο Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ**

Όπως είδαμε σε προηγούμενες ενότητες της εργασίας, άλλα ευρωπαϊκά κράτη εδώ και χρόνια αξιοποιούν τη θαλάσσια αιολική ενέργεια και έχουν αναπτύξει υπεράκτια αιολικά πάρκα. Η αξιοποίηση της θαλάσσιας αιολικής ενέργειας αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα της Ελλάδας και μπορεί να συμβάλει στην αποκέντρωση της ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που θεωρείται πολύ σημαντικό, λαμβάνοντας υπόψη τη ξεχωριστή γεωμορφολογία της χώρας. Η αποκέντρωση της ενέργειας αναμένεται να δημιουργήσει θετικά οφέλη για τις τοπικές κοινωνίες μέσω της μείωσης των αναγκών και του κόστους μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από την ηπειρωτική χώρα. Επιπρόσθετα, έπειτα από μελέτη υπολογίστηκε πως η εγκατάσταση 500 ανεμογεννητριών στο Αιγαίο Πέλαγος θα καλύψει τουλάχιστον το 10% των συνολικών αναγκών της χώρας σε ενέργεια. Βέβαια, προϋποθέτει τη διασύνδεση των νησιών και των θαλάσσιων περιοχών με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο (Γιαννακά, 2010).

Σε γενικές γραμμές το σχέδιο δημιουργίας ΘΑΠ επιδιώκει τη χωροθέτηση με σχετικά μικρό κόστος επένδυσης, απλή αδειοδοτική διαδικασία επιδιώκοντας ταυτόχρονα την ευρύτερη κοινωνική συναίνεση σε όσο το δυνατόν συντομότερο χρονικό διάστημα. Προτείνονται περιοχές με μικρά βάθη μικρότερων των 50 ή ακόμα σε κάποιες περιπτώσεις μικρότερων των 30 μέτρων για την τοποθέτηση κατασκευών έδρασης στο πυθμένα των επιλεγμένων θαλάσσιων εκτάσεων. Οι πλωτές κατασκευές προτείνεται να αξιοποιηθούν, εάν κριθεί σκόπιμο, στην επόμενη φάση του σχεδίου, από το 2017 έως το 2025. Βέβαια, πρέπει να αναφέρουμε εδώ πως οι συγκεκριμένες τεχνολογίες περιορίζουν τις χωροθετήσεις αφού η δημιουργία των υπεράκτιων γίνεται σε σχετικά κοντινές αποστάσεις από την ακτογραμμή, αυξάνοντας κατ' επέκταση και τις αντιδράσεις αναφορικά με την οπτική όχληση.

Συμπληρωματικά, η «WWF Ελλάς» βλέπει θετικά το Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ στον εθνικό θαλάσσιο χώρο και κρίνει πως έχουν προταθεί οι βέλτιστες δυνατές χωροθετήσεις για τις επιλεγμένες περιοχές, καθώς ο εν λόγω φορέας υποστηρίζει με σθένος την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, εκφράζει ενστάσεις για συγκεκριμένες περιοχές (ΘΑΠ Αλεξανδρούπολης, Σαμοθράκης, Λήμνου, Λευκάδας και Φαναρίου) αναφορικά με τη διατάραξη της θαλάσσιας βιοποικιλότητας και των λιβαδιών Ποσειδωνίας<sup>4</sup> που εντοπίζονται στις παραπάνω

---

<sup>4</sup> Η Ποσειδωνία (Posidonia oceanica) είναι ένα θαλάσσιο φυτό με το σπάνιο χαρακτηριστικό να δημιουργεί υποθαλάσσια λιβάδια και αναγνωρίζεται σαν ένα από τα πιο σημαντικά είδη του

περιοχές. Επιπλέον, η «WWF Ελλάς» προτείνει τη δημιουργία μίας διαφανούς θεσμικής πλατφόρμας, ως προϋπόθεση για τη νόμιμη και ισότιμη ανάπτυξη των εφαρμογών ΑΠΕ και τη μετάβαση σε ένα νέο αναπτυξιακό μοντέλο της χώρας (WWF, 2010).

Μελετώντας το σχέδιο γίνεται αντιληπτό πως τα περιβαλλοντικά κριτήρια περιορίζονται στον αποκλεισμό μόνο των περιοχών Natura. Επομένως, σε ότι σχετίζεται με την περιβαλλοντική προστασία πρέπει να συνεκτιμώνται η ύπαρξη λιβαδιών Ποσειδωνίας<sup>5</sup>, οι περιοχές με σημαντικά θαλάσσια οικοσυστήματα (π.χ περιοχές αναπαραγωγής γόνου), οι περιοχές ορνιθοπανίδας και τα μεταναστευτικά περάσματα πουλιών (WWF, 2010).

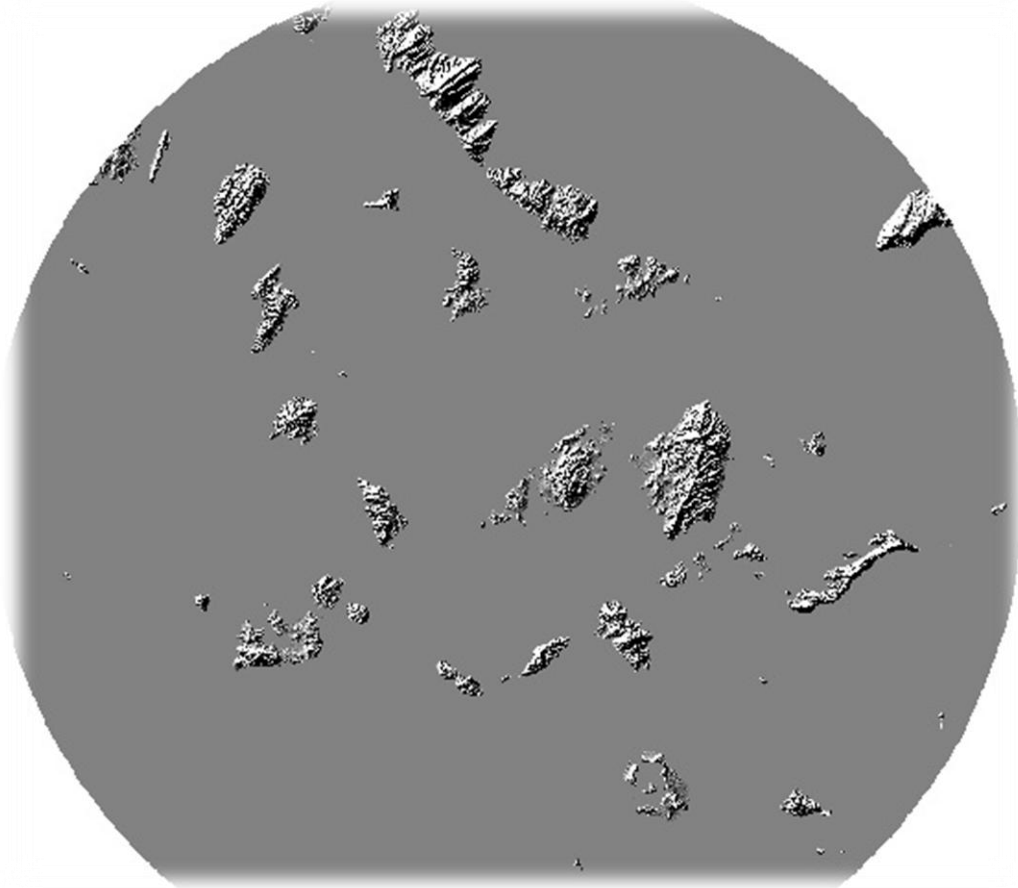
Τέλος, κρίνεται εύλογο αλιευτικές περιοχές, τουριστικές ζώνες και θαλάσσιες εκτάσεις υψηλού τουριστικού ενδιαφέροντος να αποτελούν ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

---

μεσογειακού παράκτιου περιβάλλοντος. Τα θαλάσσια λιβάδια της Ποσειδωνίας αποτελούν καταφύγιο και περιοχή ανάπτυξης για περισσότερα από 1200 θαλάσσια είδη, είναι ένας φυσικός σύμμαχος ενάντια στις κλιματικές αλλαγές επειδή παράγουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου απορροφώντας διοξείδιο του άνθρακα, προστατεύουν τις ακτές από τη διάβρωση και προσφέρουν ενέργεια στην τροφική αλυσίδα (Greenpeace, 2009).

<sup>5</sup> Να σημειώσουμε πως στην Ελλάδα, η χαρτογράφηση των λιβαδιών Ποσειδωνίας ολοκληρώθηκε μόλις το Νοέμβριο του 2015, εκπληρώνοντας την υπόσχεση ως κράτος μέλος της Ε.Ε (<http://atlantea.news/>, 2016).

### Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Περιοχής Μελέτης: Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων



Σκοπός του τρίτου κεφαλαίου της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης, έχοντας ως κεντρικό πυλώνα όμως τις ενεργειακές ανάγκες της περιοχής.

Αρχικά, επιχειρείται μία σύντομη αλλά περιεκτική καταγραφή στα κυριότερα στοιχεία που συνθέτουν τη φυσιογνωμία της περιοχής αναφοράς, παραθέτοντας πληθυσμιακά, γεωγραφικά, χωροταξικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα. Αμέσως μετά, αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση παροχής ηλεκτρισμού, παρουσιάζοντας παράλληλα, τις ανάγκες και τη ζήτηση ηλεκτρικού ρεύματος στα νησιά, θίγοντας και ζητήματα ενεργειακής διασύνδεσης. Ακόμη, σκιαγραφούνται οι δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης έργων ΑΠΕ στα νησιά των Κυκλάδων, μέσω της παράθεσης του αιολικού και ηλιακού δυναμικού της περιοχής.

Η καταγραφή των εξελικτικών τάσεων: δημογραφική αύξηση, ενεργειακές ανάγκες, μεταβολή του αναπτυξιακού προφίλ και οικιστική εξάπλωση, υποδεικνύει πως οι Κυκλάδες οφείλουν να επενδύσουν, πολύ παραπάνω από ότι μέχρι πρότινος, στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και δη στην αιολική ενέργεια. Ο περιορισμένος χερσαίος χώρος, το καλύτερο αιολικό δυναμικό στη θάλασσα και οι τεχνολογικές εξελίξεις αποτελούν τους κύριους λόγους ανάπτυξης θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων.



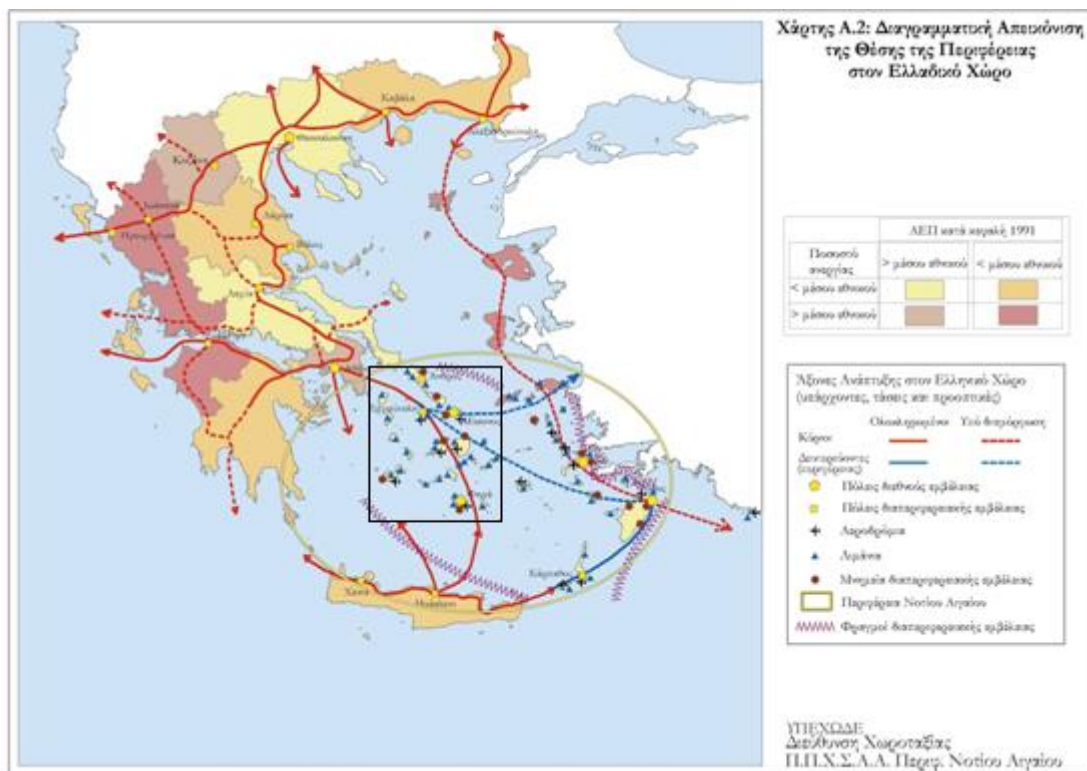
### 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Ανάλυση Περιοχής Μελέτης: Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων Κυκλάδων

Για τη συγκεκριμένη ενότητα αξιοποιήθηκαν δεδομένα και στοιχεία από την εργασία: «Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου – Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων» που εκπονήθηκε στα πλαίσια του «Μαθήματος Εισαγωγή στις Επιστήμες της Ανάπτυξης και του Περιβάλλοντος» τον Απρίλιο του 2016.

#### 3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Κυκλάδων

Το νησιωτικό σύμπλεγμα Κυκλάδων καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα των Νησιών του Αιγαίου, έχοντας έκταση 2.572 km<sup>2</sup> (συντεταγμένες στον χάρτη: μεταξύ των 36ου και 38ου βόρειων παραλλήλων και μεταξύ των 24ου και 26ου ανατολικών μεσημβρινών). Βρέχεται βόρεια, ανατολικά και νότια από το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ στα δυτικά από το Μυρτώο (<https://el.wikipedia.org/wiki/>).

Χάρτης 7: Χωροταξική ένταξη Κυκλάδων στον ελλαδικό χώρο



Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003 (ΠΠΧΣΑΑ Νοτίου Αιγαίου)

Οι Κυκλάδες εντάσσονται στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου μαζί με τα νησιά των Δωδεκανήσων. Έδρα της περιφέρειας είναι η Ερμούπολη της Σύρου. Η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου από άποψη διοικητικής δομής, σύμφωνα με το Ν.3852/10, συνίσταται από τις ακόλουθες 13 Περιφερειακές Ενότητες (Π.Ε.): Σύρου, Άνδρου, Θήρας, Καλύμνου, Καρπάθου, Κύθνου, Κω, Μήλου, Μυκόνου, Νάξου, Πάρου, Ρόδου, Τήνου. Κύριο γεωγραφικό χαρακτηριστικό της είναι η πολυνησία: πλήθος νησίδων και βραχονησίδων και τεράστιο μήκος ακτογραμμής (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003).

Η Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων περιλαμβάνει 24 κατοικημένα νησιά καθώς και δεκάδες μικρότερων νησιών και βραχονησίδων. Στον πίνακα (17) που ακολουθεί

καταγράφονται όλα τα κατοικημένα νησιά, οι πρωτεύουσες του, η έκταση και ο πληθυσμός τους:

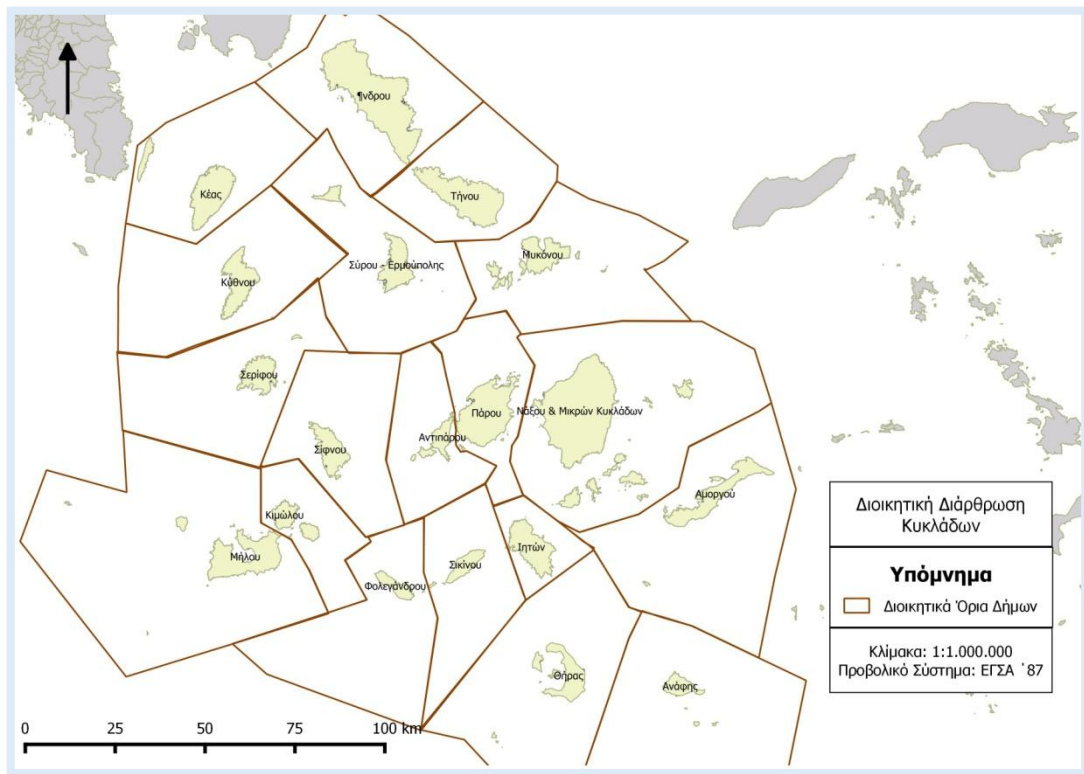
Πίνακας 17: Τα νησιά των Κυκλάδων

<b>Νησιά</b>	<b>Πρωτεύουσα</b>	<b>Έκταση σε km<sup>2</sup></b>	<b>Πληθυσμός (2011)</b>
<b>1. Νάξος</b>	Νάξος	429,785	18.864
<b>2. Άνδρος</b>	Άνδρος	379,21	9.221
<b>3. Πάρος</b>	Παροικιά	196.308	13.715
<b>4. Τήνος</b>	Τήνος	194,59	8.636
<b>5. Μήλος</b>	Πλάκα	158,403	4.977
<b>6. Κέα</b>	Ιουλίδα	131,693	2.455
<b>7. Αμοργός</b>	Αμοργός	121,464	1.973
<b>8. Ίος</b>	Ίος	108,713	2.024
<b>9. Κύθνος</b>	Κύθνος	99,432	1.456
<b>10. Μύκονος</b>	Μύκονος	86,125	10.134
<b>11. Σύρος</b>	Ερμούπολη	84,069	21.507
<b>12. Σαντορίνη (Θήρα)</b>	Φηρά	76,19	18.883
<b>13. Σέριφος</b>	Σέριφος	75,207	1.420
<b>14. Σίφνος</b>	Απολλωνία	73,942	2.625
<b>15. Σίκινος</b>	Σίκινος	41,676	273
<b>16. Ανάφη</b>	Ανάφη	38,636	271
<b>17. Κίμωλος</b>	Κίμωλος	37,426	910
<b>18. Αντίπαρος</b>	Αντίπαρος	35,09	1.211
<b>19. Φολέγανδρος</b>	Φολέγανδρος	32,384	765
<b>20. Μακρόνησος</b>	-	18,427	9
<b>21. Πολύαιγος</b>	-	18,146	2
<b>22. Ηρακλεία</b>	-	18,078	141
<b>23. Γυάρος</b>	-	17,574	0
<b>24. Θηρασιά</b>	-	9,246	319
<b>25. Δονούσα</b>	Δονούσα	13,652	167
<b>26. Σχοινούσα</b>	Σχοινούσα	8,144	256
<b>27. Αντίμηλος</b>	-	8	0
<b>28. Δεσποτικό</b>	-	7,754	0
<b>29. Άνω Κουφονήσι</b>	Κουφονήσι	5,77	399
<b>30. Κάτω Κουφονήσι</b>	-	3,898	0
<b>31. Δήλος</b>	-	3,536	0

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki>, 2016

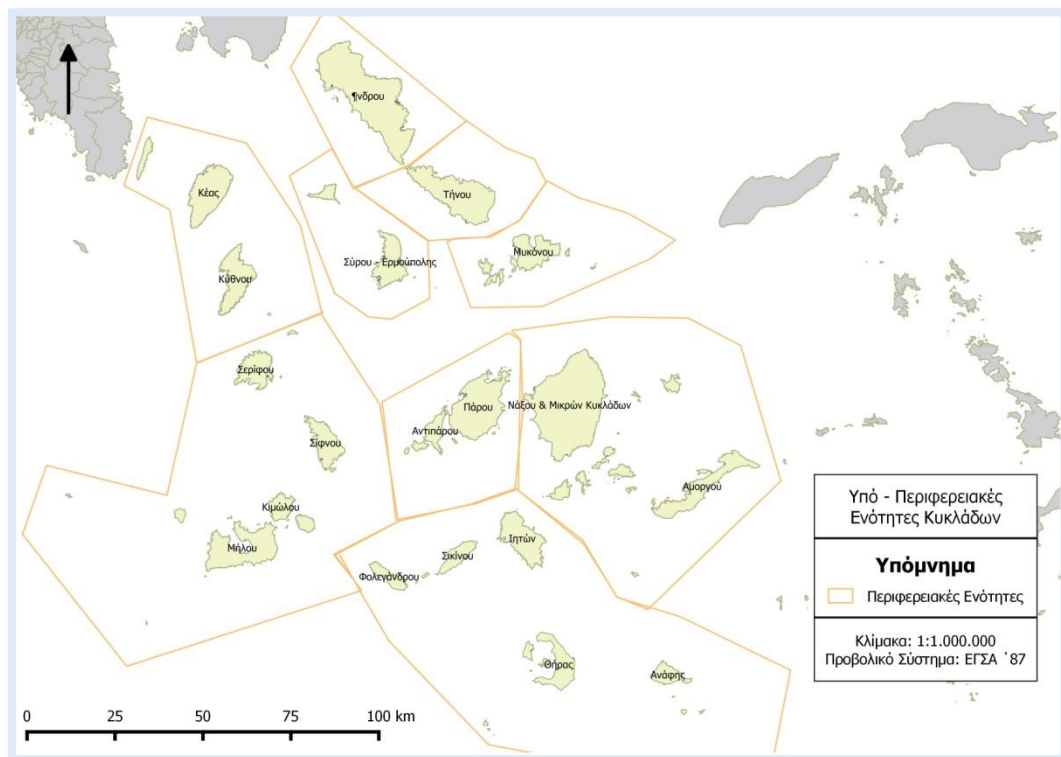
Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η διοικητική διάρθρωση της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων, όπου εντοπίζονται 19 Δήμοι και 9 υπό – περιφερειακές ενότητες στο εσωτερικό (Νόμος 3852/2010):

Χάρτης 8: Η διοικητική διάρθρωση των Κυκλάδων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Χάρτης 9: Υπό – Περιφερειακές Ενότητες Κυκλάδων



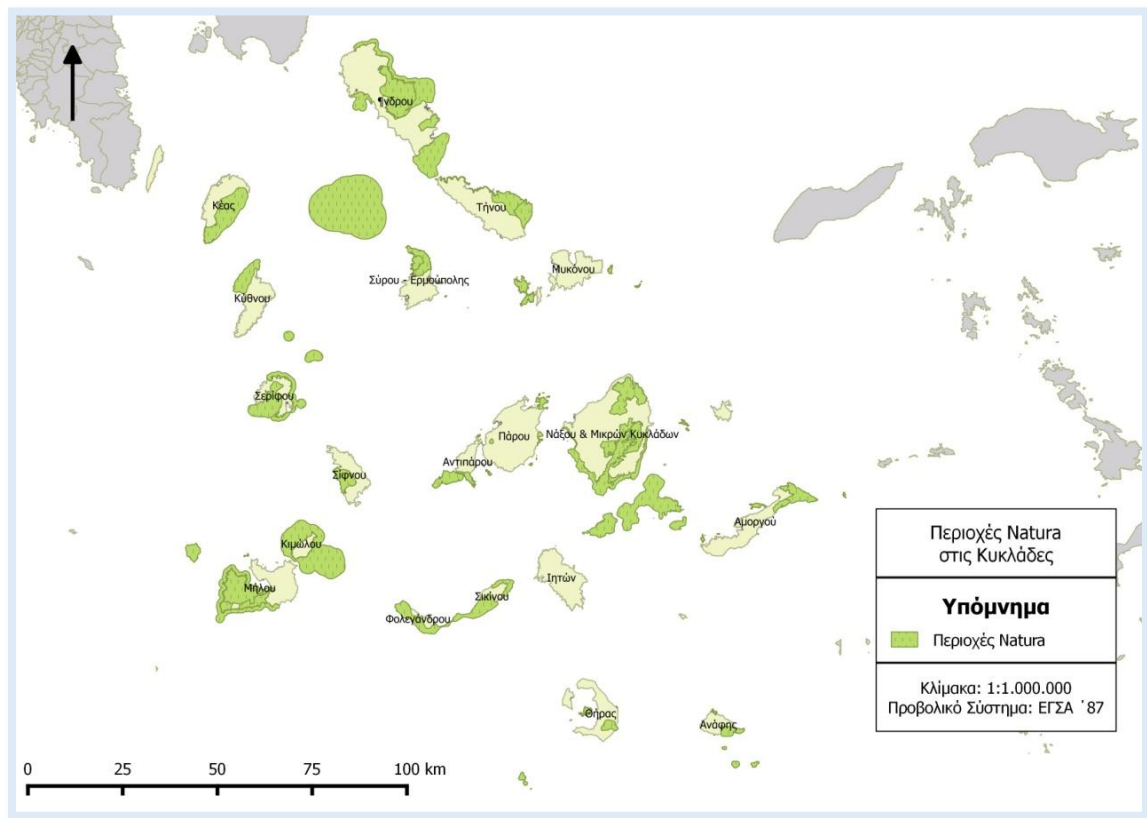
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από μορφολογικής άποψης το έδαφος των νησιών των Κυκλάδων είναι άγονο και κυρίως ορεινό, με μικρές καλλιεργήσιμες πεδινές εκτάσεις. Παράλληλα, παρατηρούνται μεγάλα ύψη, ιδίως στη Νάξο και στην Άνδρο (Υδρογραφική Υπηρεσία, 2004). Επιπλέον, οι Κυκλάδες διαθέτουν γεωλογικό πλούτο, όπου τα περισσότερα πετρώματα είναι ηφαιστιογενή, εκρηξιογενή και μεταμορφωμένα (Αναθεωρημένο Τεύχος Περιφερειακού Σχεδίου Νοτίου Αιγαίου, 2012).

Αν και η βλάστηση δεν είναι πυκνή στα νησιά των Κυκλάδων, παρ' όλα αυτά εντοπίζεται πλούσια ποικιλία οικοσυστημάτων καθώς και σημαντική πανίδα. Ακόμη, η περιοχή μελέτης διαθέτει σημεία φυσικού κάλλους και αρκετές προστατευόμενες περιοχές, ενταγμένες στο δίκτυο Natura 2000 (Αναθεωρημένο Τεύχος Περιφερειακού Σχεδίου Νοτίου Αιγαίου, 2012).

Στο χάρτη (10) παρουσιάζονται οι προστατευόμενες περιοχές των Κυκλάδων:

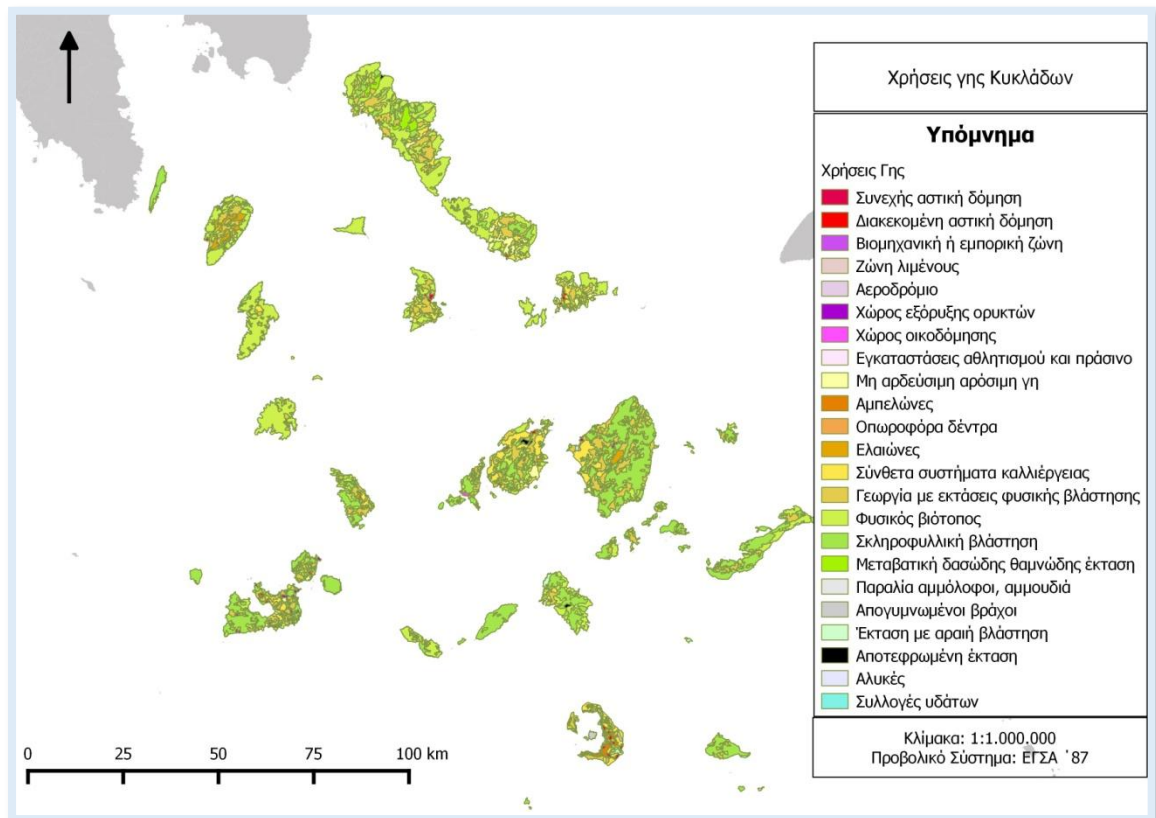
Χάρτης 10: Περιοχές Natura στις Κυκλάδες



Πηγή: Δεδομένα [GEODATA.gov.gr](http://GEODATA.gov.gr), 2016, ίδια επεξεργασία

Επιπλέον, στο χάρτη 11 παρουσιάζονται όλες οι χρήσεις γης που συναντώνται στην περιοχή μελέτης:

Χάρτης 11: Χρήσεις γης Κυκλάδων



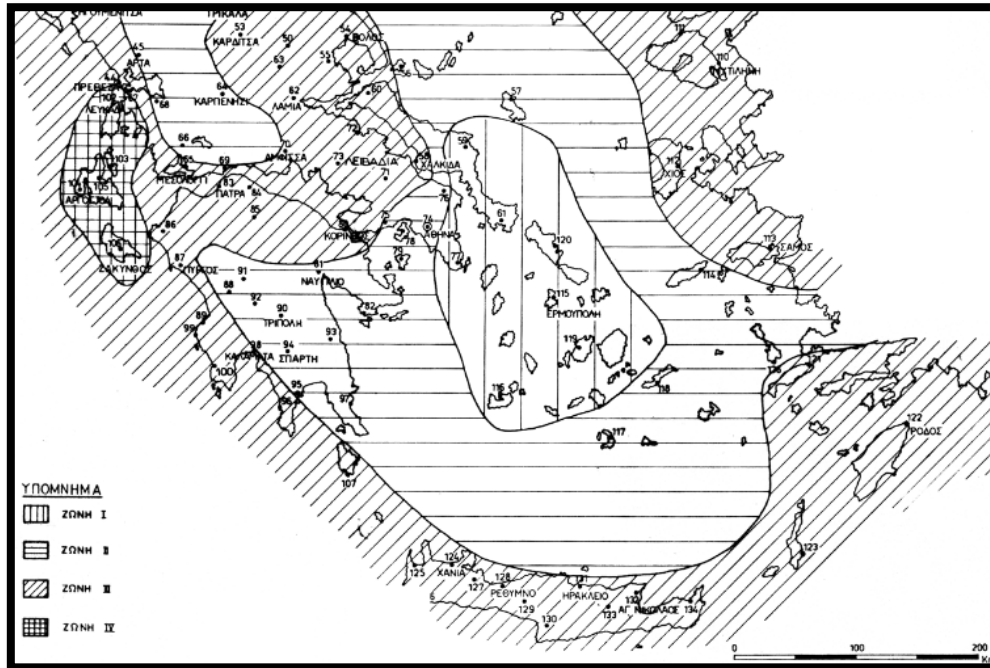
Πηγή: Corine 2000 από <http://geodata.gov.gr/>, 2016, Ιδία επεξεργασία

Στα περισσότερα νησιά κυριαρχούν σήμερα τα φρύγανα, οι μικροί θάμνοι, το θυμάρι, βότανα με σπάνιες φαρμακευτικές ιδιότητες και ποώδη φυτά - είδη που αντέχουν στις ξερικές συνθήκες του μεσογειακού καλοκαιριού και στην έλλειψη νερού. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η υποθαλάσσια χλωρίδα των Κυκλάδων, με πολύ χαρακτηριστικό είδος τα λιβάδια της Ποσειδωνίας στους βυθούς της Κέας και άλλων νησιών.

Το κλίμα των Κυκλάδων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί εύκρατο προς θαλάσσιο, με την μέση ετήσια θερμοκρασία να κυμαίνεται γύρω στους 18-19° C. Η εν λόγω περιοχή, μάλιστα, συνθέτει μία από τις πιο ξηρές και ανεμώδεις περιοχές ολόκληρης της χώρας, με δροσερά καλοκαίρια λόγω των χαρακτηριστικών «μελετεμιών» και ήπιο χειμώνα (<http://www.dafni.net.gr/gr/home.htm>, 2016).

Η χώρα, σύμφωνα με τον οργανισμό αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας, υποδιαιρείται σε τέσσερις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας.

Χάρτης 12: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας



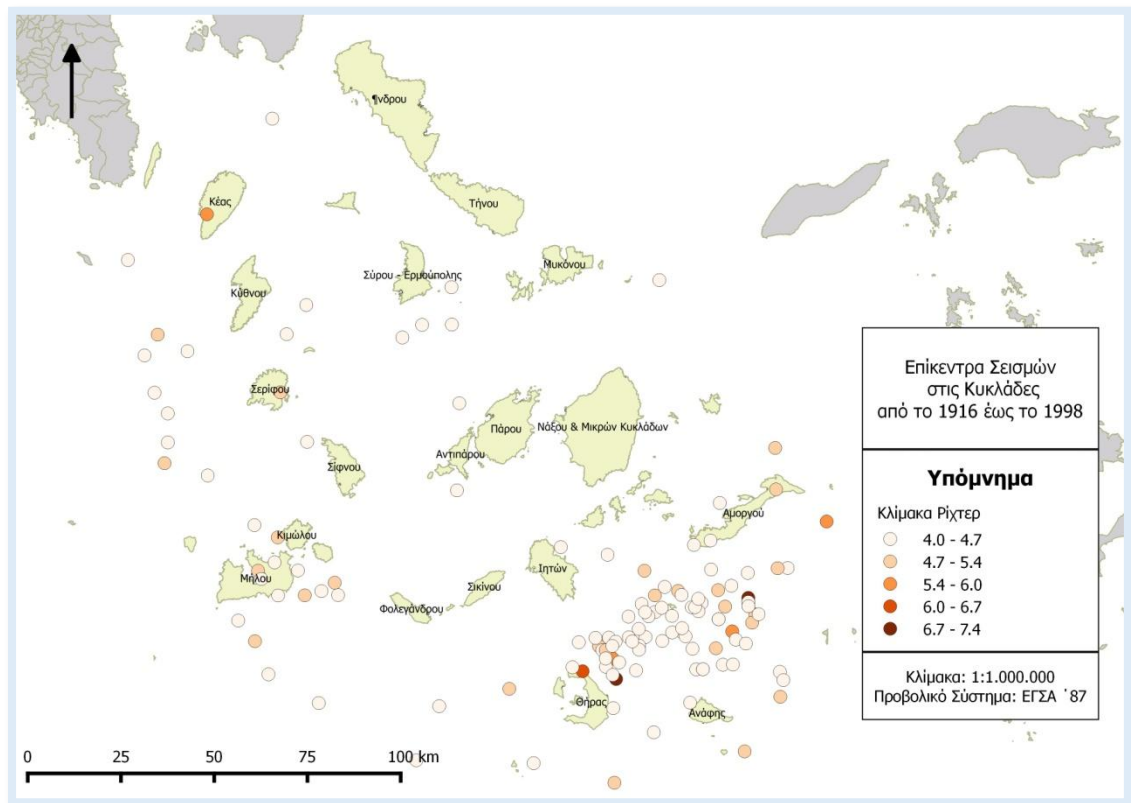
Πηγή: Οργανισμός Αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας, 2001

Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους των οποίων οι τιμές εκτιμώνται σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα και με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια (Οργανισμός Αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας, 2001).

Από τον χάρτη (12) προκύπτει ότι το σύμπλεγμα των κυκλαδικών νήσων ανήκουν στην ζώνη χαμηλής σεισμικότητας με εξαίρεση την Θήρα, Αμοργό και Ανάφη που εντάσσονται στην δεύτερη ζώνη. Στους ιστορικούς χρόνους είναι ελάχιστοι στην ευρύτερη περιοχή των Κυκλάδων. Γενικά, οι σεισμοί που σημειώνονται στην περιοχή είναι ενδιάμεσου βάθους της τάξης των 100 έως και 180 km και μεγέθους της τάξης των 6,5R. (Δίκτυο Αειφόρων Νήσων, 2007).

Στο χάρτη (13) παρουσιάζονται τα επίκεντρα των σεισμών στην περιοχή μελέτης, από το 1916 έως το 1998 κατηγοριοποιημένα με βάση την ένταση των σεισμών της κλίμακας Ρίχτερ (Richter).

Χάρτης 13: Επίκεντρα σεισμών στις Κυκλάδες 1916 έως το 1998



Πηγή: Δεδομένα ΕΜΠ, ίδια επεξεργασία

Η χαμηλή σεισμικότητα της περιοχής επιτρέπει την απρόσκοπτη ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

Η οικονομία των νησιών στηρίζεται, κατά βάση, στον τριτογενή τομέα, κυρίως λόγω της τουριστικής αύξησης των τελευταίων δεκαετιών. Αυτό συνεπάγεται άμεσο περιορισμό του πρωτογενή και δευτερογενή τομέα. Ο τομέας των υπηρεσιών είναι κυρίαρχος στην ευρύτερη περιοχή των Κυκλαδονήσων, ακολουθούν ο τομέας της βιομηχανίας και των κατασκευών, ενώ η γεωργία και η κτηνοτροφία καταλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό συγκριτικά με τους υπόλοιπους τομείς που προαναφέρθηκαν (Αναθεωρημένο Τεύχος Περιφερειακού Σχεδίου Νοτίου Αιγαίου, 2012). Ακολουθεί η χαρτογραφική αναπαράσταση των παραγωγικών τομέων ανά νησί των Κυκλάδων:

Βέβαια, τα νησιά των Κυκλάδων εξακολουθούν να παράγουν μοναδικά αγροδιατροφικά αγαθά και προϊόντα μεταποίησης, ενώ ιδιαίτερα σημαντικός παρουσιάζεται ο κλάδος της αλιείας.

Έπεται πίνακας με την οικονομική διάρθρωση των κατοίκων των Κυκλαδονήσων:

Πίνακας 18: Απασχολούμενοι ανά παραγωγικό τομέα

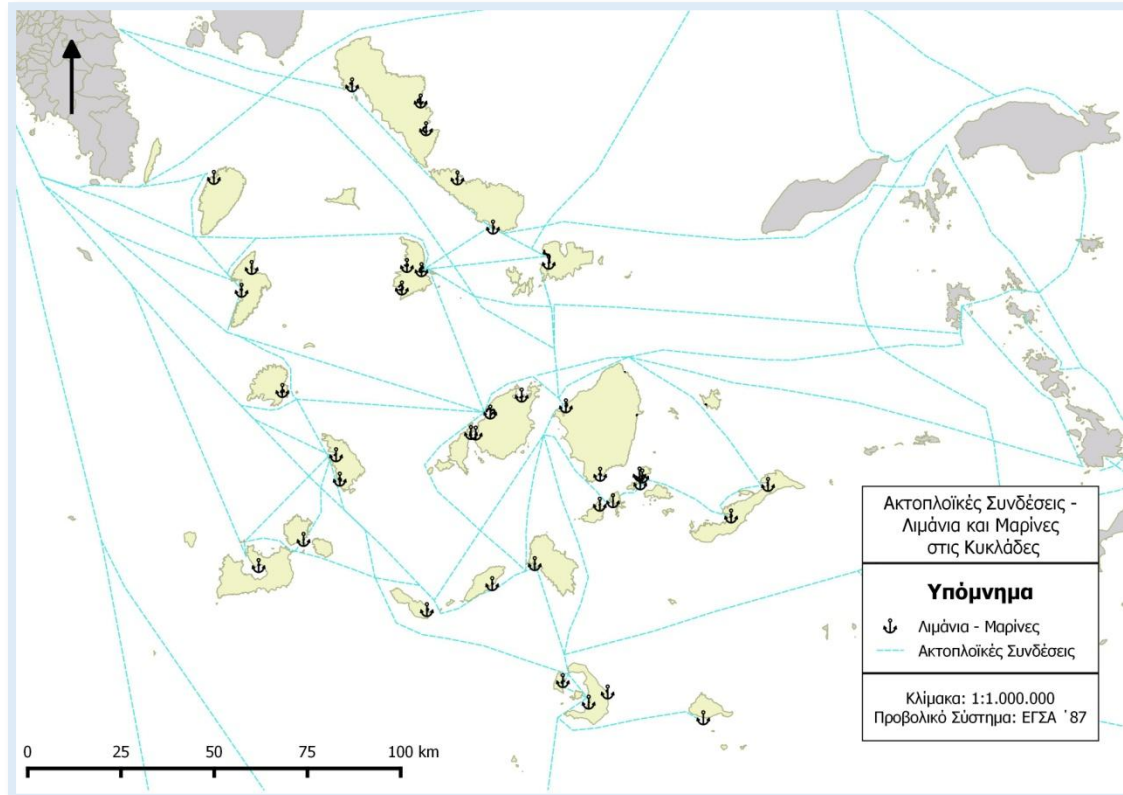
	Πρωτογενής Τομέας	Δευτερογενής Τομέας	Τριτογενής Τομέας	Καμιά Απασχόληση	Σύνολο
Κυκλάδες	5.234	12.083	24.793	4.074	46.184
Ποσοστό συμμετοχής στο ΑΕΠ	11%	26%	54%	9%	

Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011

Η ανεργία αποτελεί μία πολύ σημαντική παράμετρο στην τοπική οικονομία των νησιών, καθώς πλέον η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου παρουσίαζε ποσοστό ανεργίας 20,2%, ενώ το 2013 ανήλθε στο 23,1%. Χαρακτηριστικά της είναι η εποχιακή ανεργία, οι χρόνια άνεργοι αλλά το φαινόμενο αυτό πλήττει κυρίως τους νέους (Αλατζάς κ.α, 2016).

Τέλος, λόγω της γεωγραφικής ιδιαιτερότητας της περιοχής, τα νησιά συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με άλλες περιοχές (π.χ Πειραιά) μέσω ακτοπλοϊκών συνδέσεων. Σχεδόν όλα τα νησιά διαθέτουν λιμάνι και μαρίνες. Το σύνολο των ακτοπλοϊκών συνδέσεων καθώς και οι θέσεις των λιμένων και των μαρίνων της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται στο χάρτη:

Χάρτης 14: Ακτοπλοϊκές συνδέσεις, λιμάνια και μαρίνες στις Κυκλάδες

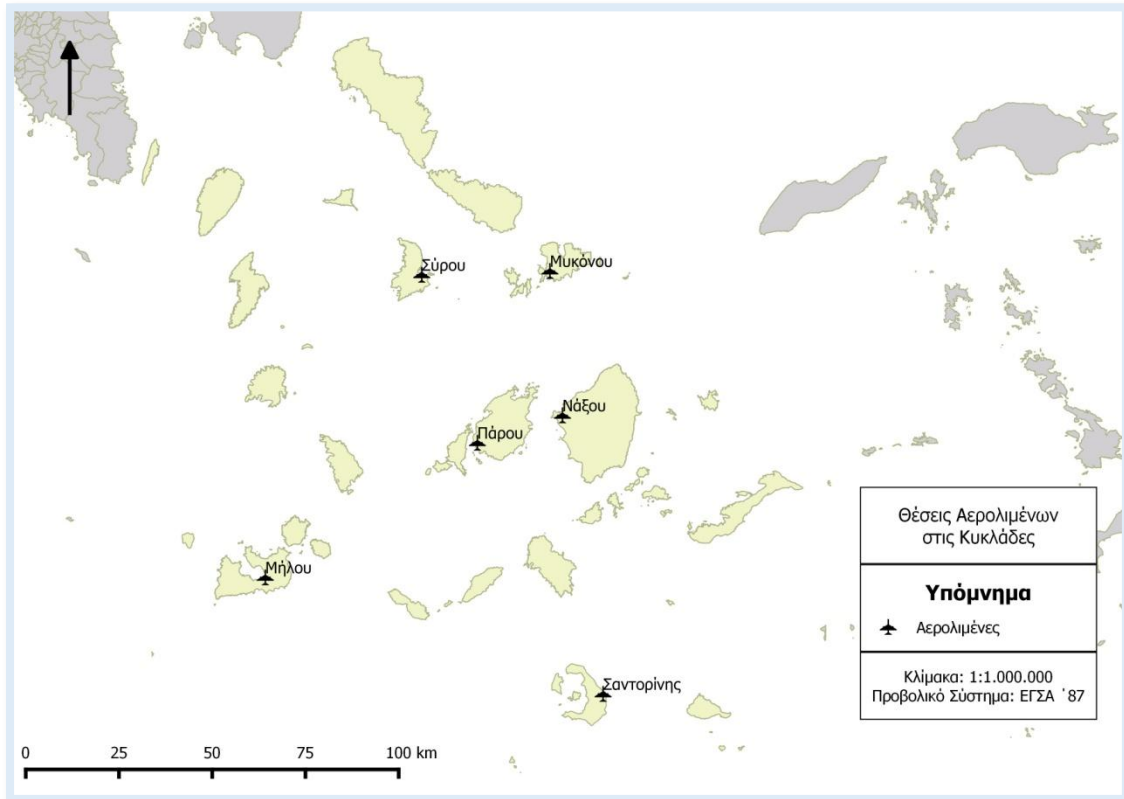


Πηγή: <https://www.google.gr/maps>, ίδια επεξεργασία



Τα τελευταία χρόνια, επίσης, έχουν αναπτυχθεί οι εναέριες μεταφορές, μέσω αεροπλάνων και ελικοπτέρων, καθώς αρκετά νησιά πλέον διαθέτουν αεροδρόμιο (<http://www.dafni.net.gr/gr/home.htm>, 2016). Ο χάρτης 15 υποδεικνύει τις θέσεις των έξι αεροδρομίων στα νησιά: Σύρο, Μύκονο, Πάρο, Νάξο, Σαντορίνη, Μήλο και Σαντορίνη:

Χάρτης 15: Θέσεις Αερολιμένων στις Κυκλάδες



Πηγή: google maps, ίδια επεξεργασία

### 3.2 Η ηλεκτρική ενέργεια στις Κυκλάδες

#### 3.2.1 Παροχή Ηλεκτρικής Ενέργειας στις Κυκλάδες – Υφιστάμενη Κατάσταση

Οι ανάγκες για ηλεκτρισμό στα νησιά των Κυκλάδων καλύπτονται από τους τρεις (3) Αυτόνομους Σταθμούς Παραγωγής (ΑΣΠ), της Πάρου, της Μυκόνου και της Σύρου, από μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος από την ηπειρωτική χώρα μέσω καλωδίων και από μεμονωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά και ανεμογεννήτριες).

Οι ΑΣΠ χρησιμοποιούνται ως σταθμοί βάσης στα νησιά των Κυκλάδων και είναι οι πλέον οικονομικότεροι σταθμοί παραγωγής για μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Στη Ελλάδα χρησιμοποιούν ως καύσιμο κυρίως το λιγνίτη, που βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφός της και λιγότερο το πετρέλαιο. Κυριότεροι είναι ο ΑΣΠ Άνδρου με ισχύ 18,1 MW, ο ΑΣΠ Πάρου με ισχύ 74 MW, ο ΑΣΠ Μυκόνου με ισχύ 55 MW και ο ΑΣΠ Σύρου με ισχύ 407 MW (Δεκαετής Πρόγραμμα Ανάπτυξης Συστήματος Μεταφοράς, 2013).

Πίνακας 19: Νησιωτικό σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Ηλεκτρικό Σύστημα Νησιών	Θερμικοί Σταθμοί	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	ΑΠΕ (MW)			Μέγιστη Ζήτηση (kW)	Ετήσια Ζήτηση Ενέργειας (MWh)
			Αιολικά	ΦΒ	Σύνολο		
Αμοργός	ΤΣΠ Αμοργού	4,925	-	0,300	0,300	2,190	6,295
Ανάφη	ΤΣΠ Ανάφης	0,872	-	-	-	340	607
Δονούσα	ΤΣΠ Δονούσας	0,568	-	-	-	150	284
Θήρα – Θηρασιά	ΑΣΠ Θήρας	80,187	-	0,250	0,250	22,700	67,122
Κέα <sup>6</sup>		-	-	-	-	-	-
Κύθνος	ΤΣΠ Κύθνου	5,920	-	0,240	0,240	1,960	5,216
Μύκονος – Δήλος – Ρηνεία	ΑΣΠ - Μυκόνου	59,585	1,200	1,040	2,240	17,500	51,802
Σέριφος	ΤΣΠ Σερίφου	6,690	-	0,100	0,100	1,900	4,777
Σίφνος	ΤΣΠ Σίφνου	10,200	-	0,200	0,200	6,350	7,151
Σύρος	ΑΣΠ Σύρου	45,100	2,840	0,990	3,830	20,600	85,117
Άνδρος – Τήνος	ΑΣΠ Άνδρου	18,1	3,75	-	3,75	9,300	32,613
Μήλος – Κίμωλος	ΑΣΠ Μήλου	22,975	2,650	0,620	3,270	12,000	23,912
Πάρος – Νάξος – Αντίπαρος – Ηρακλεία – Σχοινούσα - Κουφονήσια Ίος – Σίκινος – Φολέγανδρος	ΑΣΠ Πάρου	79,384	12,960	4,210	17,170	70,000	117,513

Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ, 2015

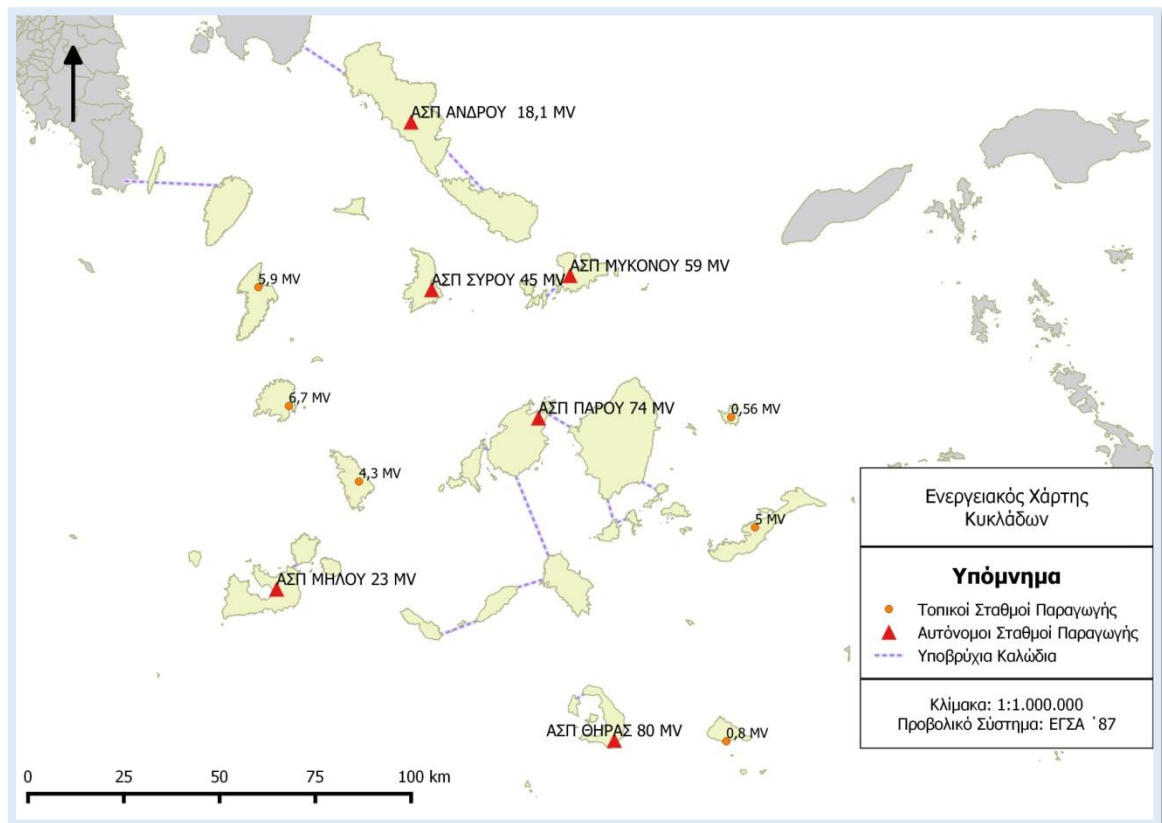
Στο χάρτη 16 παρουσιάζεται το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο των Κυκλάδων στο οποίο παρατηρούμε ομάδες νησιών συνδεδεμένες με υποβρύχια καλώδια και αρκετά αυτόνομα με δικούς τους Τοπικούς Σταθμούς Παραγωγής (ΤΣΠ), ενώ στα μεγαλύτερα νησιά συναντάμε τους Αυτόνομους Σταθμούς Παραγωγής (ΑΣΠ), οι οποίοι έχουν, κατά βάση, μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ:

<sup>6</sup> Ο σταθμός έπαυσε τη λειτουργία του και αποξηλώθηκε

Διακρίνονται οι συνδέσεις (<http://www.desmie.gr/>, 2016):

- Αντίπαρος – Πάρος – Ίος – Φολέγανδρος – Σίκινος – Νάξος – Ηρακλεία – Σχοινούσα - Κουφονήσι,
- Μύκονος - Δήλος,
- Σαντορίνη - Θηρασιά,
- Άνδρου - Τήνου – ηπειρωτικό δίκτυο
- και Κέας με ηπειρωτικό δίκτυο

Χάρτης 16: Ενεργειακός Χάρτης Κυκλάδων

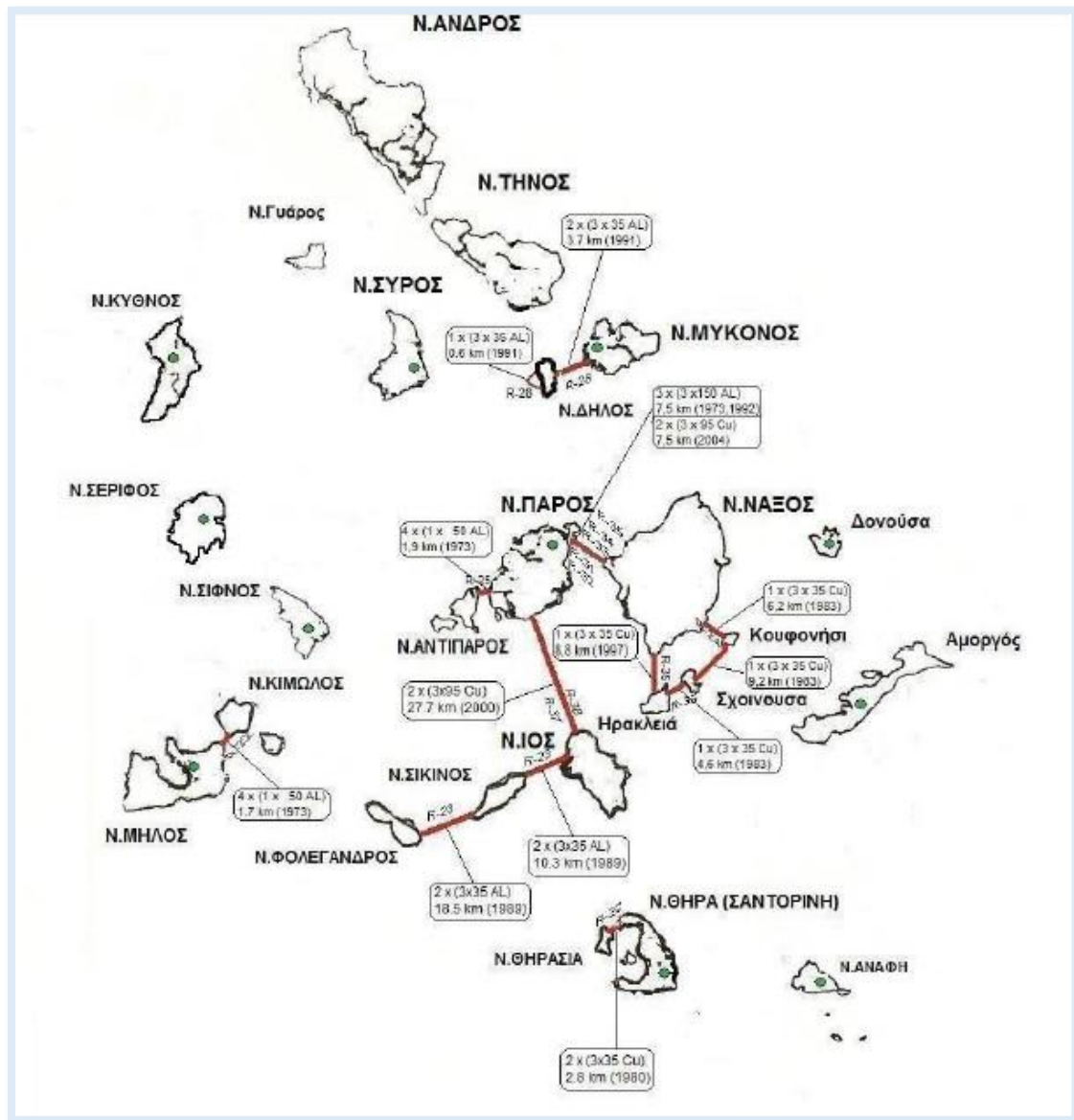


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο χάρτη 16 επισημαίνεται η σχετική θέση των αυτόνομων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αναγράφοντας την παραγόμενη ισχύ των σημαντικότερων. Συμπεριλαμβάνονται επίσης οι διασυνδέσεις μέσω των υποβρύχιων καλωδίων στην περιοχή μελέτης.

Στον επόμενο χάρτη (17) παρουσιάζεται η υποβρύχια διασύνδεση στο εσωτερικό της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων καθώς και τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε μίας σύνδεσης:

Χάρτης 17: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Υποβρύχιων Διασυνδέσεων



Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ, 2015

Έπεται ο αναλυτικός πίνακας για κάθε μία από τις ηλεκτρικές διασυνδέσεις μεταξύ των νησιών:

Πίνακας 20: Ηλεκτρικές Διασυνδέσεις Θήρας – Θηρασίας και Μήλου - Κιμώλου

Θερμικός Σταθμός	Διασυνδεδεμένα Νησιά	Πλήθος και τύπος υποβρυχίων καλωδίων διασύνδεσης	Δυνατότητα μέγιστης φόρτισης ανά φάση (A)	Ικανότητα μεταφοράς ισχύος καλωδίου υπό τάση λειτουργίας 15 kV (kW)	Μεταφερόμενη ισχύς κατά την αιχμή του 2020 (kW)	Έτος πόντισης	Μήκος καλωδίου (km)	Πλήθος ευθέων συνδέσεων	Πλήθος βλαβών (2001-2014)
ΑΣΠ Θήρας	Θήρα – Θηρασιά	2 x (3 x 35 Cu)	190	7.900	500	1980	2,8	4	2
ΑΣΠ Μήλου	Μήλος – Κίμωλος	4 x (1 x 50 Al)	203	5.625	2.000	1973	1,9	8	3

Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ, 2015

**Πίνακας 21: Λοιπές Ηλεκτρικές Διασυνδέσεις Κυκλάδων**

Θερμικός Σταθμός	Διασυνδεθέντα Νησιά	Πλήθος και τύπος υποβρυχίων καλωδίων διασύνδεσης	Δυνατότητα μέγιστης φόρτισης ανά φάση (A)	Ικανότητα μεταφοράς ισχύος καλωδίου υπό τάση λειτουργίας 15 kV (kW)	Μεταφερόμενη ισχύς στο σύνολο των ηλεκτροδοτούμενων νησιών κατά την αιχμή του 2020 (kW)	Έτος πόντισης	Μήκος καλωδίου υ (km)	Πλήθος ευθέων συνδέσεων	Πλήθος βλαβών (2001-2014)
ΑΣΠ Πάρου	Πάρος – Νάξος	2 x (3 x 150 Al)	300	33.250 { 12.500 6.250 14.500	31.850	1973	7,5	2	1
		1 x (3 x 150 Al)	300			1992	7,111	0	0
		2 x (3 x 95 Cu)	350			2006	7,47	2	1
	Πάρος – Αντίπαρος	4 x (1 x 50 Al)	203	4.220	4.000	1973	1,9	2	1
	Πάρος – Ίος	2 x (3 x 95 Cu)	350	14.550	8.400	2000	27,84	0	0
	Ίος – Σίκινος	2 x (3 x 35 Al)	145	6.025	2.400	1989	10,34	8	5
	Σίκινος – Φολεγανδρος	2 x (3 x 35 Al)	145	6.025	1.800	1989	18,5	0	0
	Νάξος – Ηρακλειά	1 x (3 x 35 Cu)	190	4.000	350	1997	8,92	6	7
	Σχοινούσα – Ηρακλειά	1 x (3 x 35 Cu)	190	4.000	0	1983	4,6	0	0
Κουφονήσι – Σχοινούσα	1 x (3 x 35 Cu)	190	4.000	500	1983	9,2	6	1	
Νάξος – Κουφονήσι	1 x (3 x 35 Cu)	190	4.000	1.500	1983	6,25	3	1	

Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ, 2015

### **3.2.2 Ενεργειακά Ζητήματα, Προβλήματα Διασύνδεσης και Περιβαλλοντική Υποβάθμιση στις Κυκλάδες**

Τα περισσότερα από τα νησιά των Κυκλάδων τροφοδοτούνται από απομονωμένα δίκτυα με σταθμούς χαμηλής απόδοσης που έχουν εγκατασταθεί πριν από 60 ή 70 χρόνια όταν και η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια ήταν πολύ χαμηλότερη. Η αύξηση της ζήτησης τις τελευταίες 3 δεκαετίες λόγω της τουριστικής ανάπτυξης έπρεπε να συνοδευτεί από τις αναγκαίες υποδομές, καθιστώντας ως εκ τούτου ευάλωτο το σύστημα και ταυτόχρονα ιδιαίτερα ζημιογόνο οικονομικά.

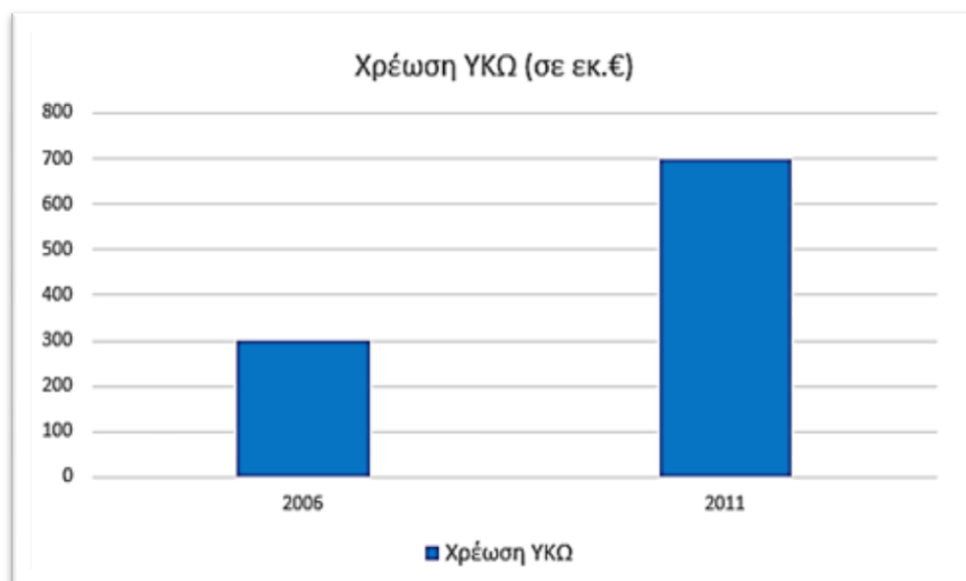
Στα τέλη της δεκαετίας του 80' η ΔΕΗ άρχισε να πραγματοποιεί τις πρώτες μελέτες διασύνδεσης, που έδειξαν ότι η τελευταία είναι μονόδρομος για να εξασφαλιστεί η ομαλή και βιώσιμη οικονομικά ηλεκτροδότηση των νησιών. Για να καλυφθεί η ζήτηση τους θερινούς μήνες, που η κατανάλωση φτάνει σε πολύ υψηλά επίπεδα, οι τοπικοί σταθμοί παραγωγής δουλεύουν κοντά στο όριο ανοχής τους, αυξάνοντας τις πιθανότητες δυσλειτουργίας, ενώ η ΔΕΗ σπεύδει για ενοικίαση αεριοστρόβιλων από ιδιώτες, σε τιμές που ανεβάζουν το ήδη ακριβό κόστος παραγωγής, στα ύψη. Το κόστος παραγόμενης ενέργειας στη Σύρο για παράδειγμα το 2006 σύμφωνα με στοιχεία μελέτης της ΔΕΗ από 131 ευρώ η μεγαβατώρα έφτασε στα 200 ευρώ μετά

την ενοικίαση των απαραίτητων μονάδων για την κάλυψη των αιχμών (Λιάγγου, 2013).

Στη Μύκονο και τη Μήλο συγκεκριμένα που η παραγωγή στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στο ακριβό ντίζελ, το κόστος παραγωγής είναι αρκετά υψηλότερο από άλλα νησιά. Το αυξημένο κόστος ενέργειας στα νησιά μοιράζεται στο σύνολο των καταναλωτών της χώρας ως χρέωση Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας (ΥΚΩ) στους λογαριασμούς ρεύματός τους. Η χρέωση αυτή είναι ανάλογη με το κόστος του καυσίμου. Το 2006, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί ήταν 300€ εκατ. και το 2011 έφτασε στα 700€ εκατ. το αποτέλεσμα του οποίου εμφανίζεται στο επόμενο διάγραμμα αφού λόγω της αύξησης των χρεώσεων ΥΚΩ το μέσο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα νησιά το 2011 ήταν 122,46 ευρώ η μεγαβατώρα με μέσο κόστος στο διασυνδεδεμένο σύστημα στα 71,33 ευρώ η μεγαβατώρα (Λιάγγου, 2013, Χατζηβασιλειάδης, 2013).

Η υφιστάμενη κατάσταση επιβαρύνει τους καταναλωτές και την εθνική οικονομία με ένα απρόβλεπτο κόστος κάθε έτος, ενώ παράλληλα συντηρεί μια κατηγορία συμφερόντων και προμηθευτών της ΔΕΗ σε καύσιμα, ανταλλακτικά και ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, δημιουργώντας στα νησιά ένα μόνιμο καθεστώς ανασφάλειας με επιπτώσεις και στον τουρισμό, πυλώνα της ανάπτυξης της χώρας. (Αλατζάς κ.α, 2016).

Διάγραμμα 9: Χρέωση Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Διάγραμμα 10: Κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Τα προβλήματα στην ηλεκτροδότηση των μη διασυνδεδεμένων νησιών εστιάζονται κυρίως στην αξιοπιστία του κυρίως και δευτερευόντων μονάδων του μοναδικού αυτόνομου σταθμού με το υψηλό κόστος παραγωγής από την κατανάλωση του πρωτογενούς καυσίμου (πετρέλαιο) και κατά δεύτερο λόγο στην ποιότητα του δικτύου και αποτελούν μειονέκτημα του ηλεκτρικού τομέα της χώρας με σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις (Χατζηβασιλειάδης, 2013).

Σε περιπτώσεις ανωμαλιών, που σχετίζονται συνήθως με ακραίες καιρικές συνθήκες και αστοχία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που μπορεί να είναι σε μια μονάδα ή και περισσότερες φθάνοντας στο σύνολο του σταθμού, οι επιλογές και οι λύσεις στην παραγωγή είναι πολύ περιορισμένες οδηγώντας ακόμη και σε γενικό black out με ότι αυτό συνεπάγεται στα προβλήματα που προκύπτουν στα κρίσιμα φορτία (πχ. νοσοκομεία) αλλά και στην ζωή των κατοίκων των νησιών που ζουν με τον φόβο των διακοπών του ηλεκτρικού ρεύματος. Τέτοιου είδους προβλήματα αντιμετωπίζουν η Αντίπαρος, η Φολέγανδρος, η Σίκινος, η Ίος, η Τήνος, η Νάξος και η Άνδρος αφού η εν σειρά σύνδεσή τους με τους αντίστοιχους ΑΣΠ τα καθιστά ευάλωτα σε προβλήματα των επιμέρους κομματιών του δικτύου που ανήκουν (Αλατζάς κ.α, 2016).

Στα αυτόνομα νησιά, που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από γεννήτριες οι οποίες καταναλώνουν πετρέλαιο, υπάρχει άμεσα ο κίνδυνος της κατάργησης του καθεστώτος επιδότησης της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, υποχρεώνοντας τους κατοίκους τους να επωμιστούν οι ίδιοι το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι η Σίφνος, η Σέριφος, η Ανάφη και η Κύθνος. Συγκεκριμένα στη Σύρο, λόγω της αυξημένης ενεργειακής ζήτησης ορισμένων περιόδων του έτους είναι πολύ συχνό φαινόμενο οι προγραμματισμένες διακοπές ρεύματος σε οικισμούς, προκειμένου να καλύπτονται τουλάχιστον οι ενεργειακές ανάγκες της Ερμούπολης που διαθέτει και τα περισσότερα κρίσιμα φορτία (Δαλμυρά, 2016).

Οι αυτόνομοι σταθμοί που λειτουργούν αυτήν την στιγμή στα νησιά των Κυκλάδων έχουν πολύ δυσμενές περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες νερού για ψύξη (συμπύκνωση ατμού) και για το λόγο αυτό η εγκατάστασή τους πραγματοποιείται κοντά σε περιοχή με αφθονία νερού, όπως είναι οι παραθαλάσσιες περιοχές. Το νερό, μετά την ψύξη που πραγματοποιεί, θερμαίνεται και απορρίπτεται πάλι στη θάλασσα από την οποία και προέρχεται. Σαν αποτέλεσμα η θερμοκρασία των νερών τοπικά αυξάνεται με συνέπεια να διαταράσσεται η οικολογία των φυσικών υδάτων και κατ' επέκταση η βιωσιμότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Επιπρόσθετα, η χρησιμοποίηση πύργου ψύξης αυξάνει τις κεφαλαιουχικές και λειτουργικές δαπάνες και μειώνει την οικονομική απόδοση του σταθμού (Αλατζάς κ.α, 2016).

Η καύση των υδρογονανθράκων (άνθρακας, του πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας αφού εκλύουν οξειδία του αζώτου και οξειδία του θείου. Το κάρβουνο επιπρόσθετα αποβάλλει και ορισμένα σωματίδια. Το 90 - 95% της ποσότητας του θείου που περιέχουν τα καύσιμα ορυκτά οξειδώνεται σε βλαβερά οξειδία του θείου, ενώ και η ιπτάμενη τέφρα περιέχει θείο που εξέρχεται από την καμινάδα του σταθμού. Στην Μύκονο, λόγω χάρη, από τη λειτουργία του σταθμού απελευθερώνονται αέριοι ρύποι στην ατμόσφαιρα, καθώς κανένα σύστημα αντιρύπανσης δεν διασφαλίζει 100% την ποιότητα του περιβάλλοντος. Το γεγονός αυτό ενδέχεται να επηρεάζει την ποιότητα του περιβάλλοντος των κατοίκων στον οικισμό του Ορνού όπου και είναι εγκατεστημένος (Αλατζάς κ.α, 2016). Τέλος, χαρακτηριστική είναι και η εικόνα από τον αντίστοιχο ΑΣΠ Σύρου, ο οποίος βρίσκεται στα όρια του αστικού ιστού της Ερμούπολης.

Εικόνα 29: Παραγόμενοι αέριοι ρύποι από τον ΑΣΠ Σύρου

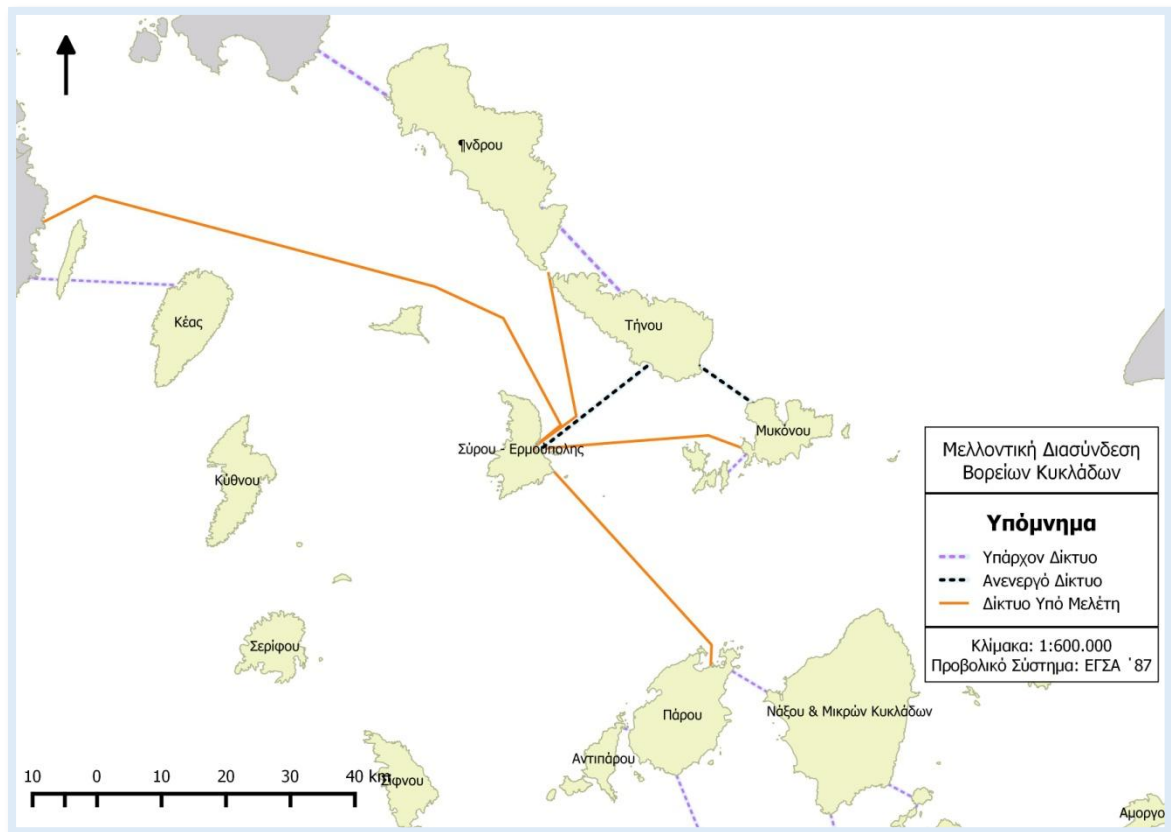


Πηγή: <http://www.koinignomi.gr/>, 2016



Τέλος, υπό υλοποίηση βρίσκεται η διασύνδεση των Κυκλάδων που περιλαμβάνει σε πρώτο στάδιο τα νησιά Σύρο, Πάρο, Μύκονο, όπως φαίνεται και στον επόμενο χάρτη, (με βάση τα αποτελέσματα του διαγωνισμού του ΑΔΜΗΕ έχει κοστολογηθεί στα 240 εκατομμύρια ευρώ). Τα συγκεκριμένα τρία μη διασυνδεδεμένα νησιά επιβαρύνουν κάθε χρόνο τους καταναλωτές με 64 εκατομμύρια ευρώ (Σύρος περ. 14 εκατ., Πάρος περ. 21 εκατ. και Μύκονος περ. 29 εκατ. €) από το οποίο συμπεραίνεται ότι σε μικρό αριθμό ετών το Ελληνικό κράτος μπορεί να αποσβέσει την συγκεκριμένη επένδυση (Καϊταντζίδης, 2014).

Χάρτης 18: Μελλοντική Διασύνδεση Βορείων Κυκλάδων



Πηγή: ΡΑΕ, 2015, *Ιδία επεξεργασία*

Η διασύνδεση των παραπάνω νησιών (και όχι μόνο) μπορεί να δώσει αποτελεσματικές λύσεις στις ενεργειακές ανάγκες των νησιωτών, μέσω μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος από το ηπειρωτικό δίκτυο, για αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών αλλά και για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

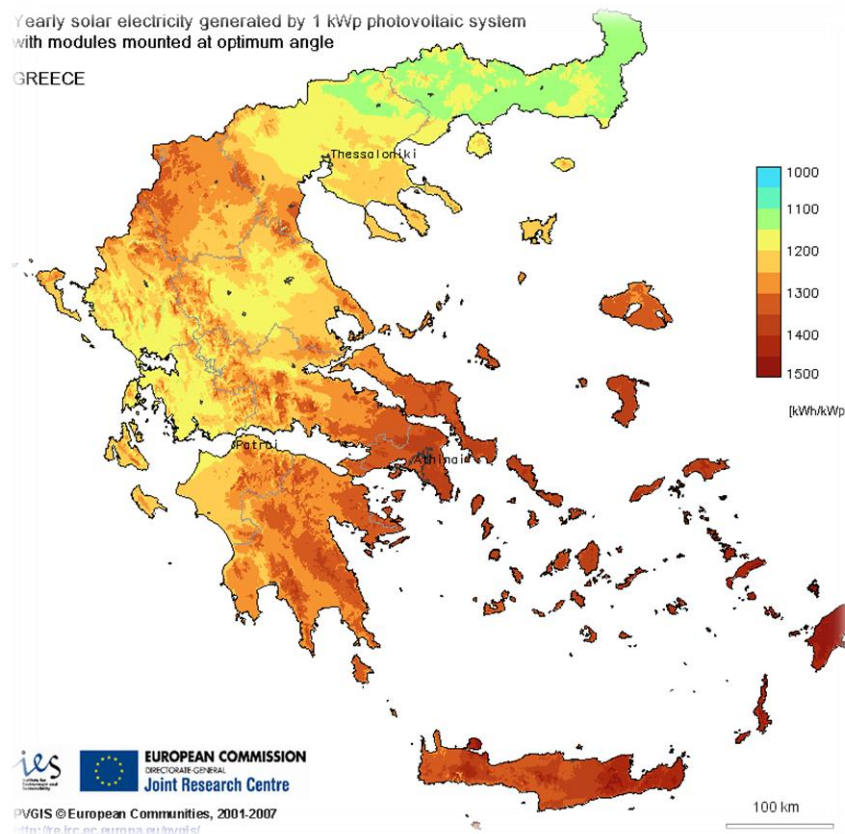
Βέβαια, η παροχή ρεύματος μπορεί να γίνει και αντιστρόφως, δηλαδή από τα νησιά προς το ηπειρωτικό δίκτυο. Αυτό μπορεί να συμβεί, όμως, μόνο στην περίπτωση που αναπτυχθούν αποδοτικά και συστηματικά οι τεχνολογίες ΑΠΕ, αξιοποιώντας τις δυνατότητες που εντοπίζονται στον ευρύτερο (χερσαίο και θαλάσσιο) χώρο των Κυκλάδων.

### 3.3 Οι ΑΠΕ στην περιοχή αναφοράς

#### 3.3.1 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΑΠΕ

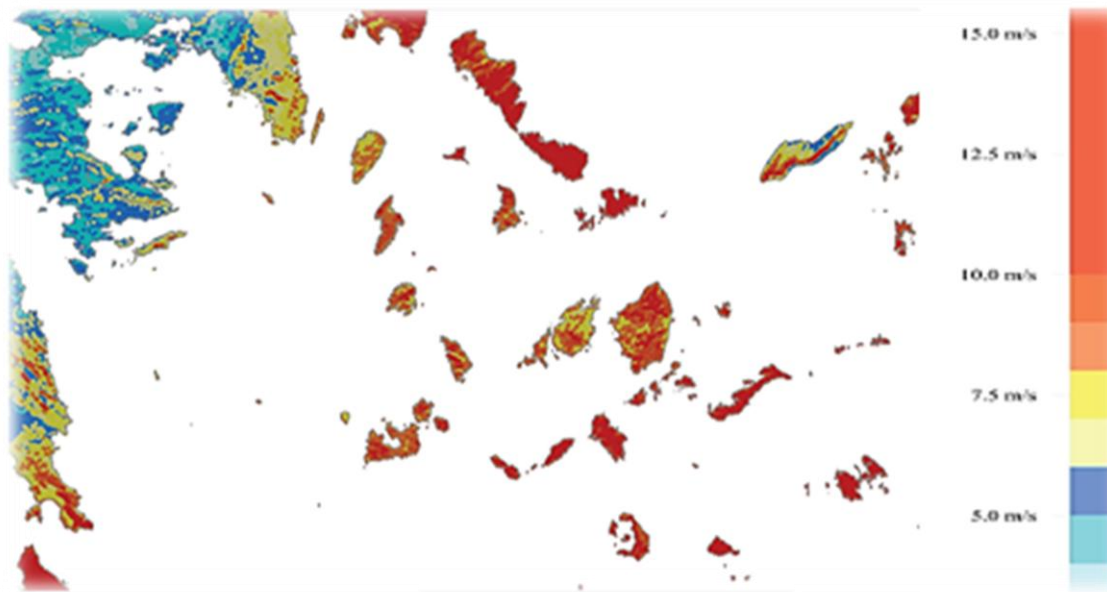
Τα νησιά των Κυκλάδων έχουν κοινό χαρακτηριστικό το μεγάλο αιολικό και ηλιακό δυναμικό, ενώ σε μερικά νησιά υπάρχει αρκετά αξιόλογο γεωθερμικό δυναμικό, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τη Μήλο (γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας). Επί του παρόντος η εκμετάλλευσή τους δεν είναι πρακτικά εφικτή για τεχνικούς λόγους, καθώς το αυτόνομο σύστημα παραγωγής κάθε νησιού έχει μικρή εγκατεστημένη ισχύ, χαμηλά ελάχιστα φορτία τα οποία σε συνδυασμό με την αδυναμία εξαγωγής της ενέργειας προς την υπόλοιπη χώρα οδηγεί σε περιορισμένη ανάπτυξη των ΑΠΕ σε αυτά. Ωστόσο, η τεχνολογία - κλειδί για την περιοχή του Αιγαίου και γενικότερα για τον Ελλαδικό χώρο, είναι η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα για ηλεκτροπαραγωγή. Έπονται οι ακόλουθοι χάρτες αιολικού και ηλιακού δυναμικού αντίστοιχα με τις μετρήσεις να είναι στα υψηλότερα επίπεδα της χώρας (<http://www.aegean-energy.gr>, 2016).

#### Χάρτης 19: Χάρτης ηλιακού δυναμικού Ελλάδας



Πηγή: <http://www.rae.gr/>, 2016

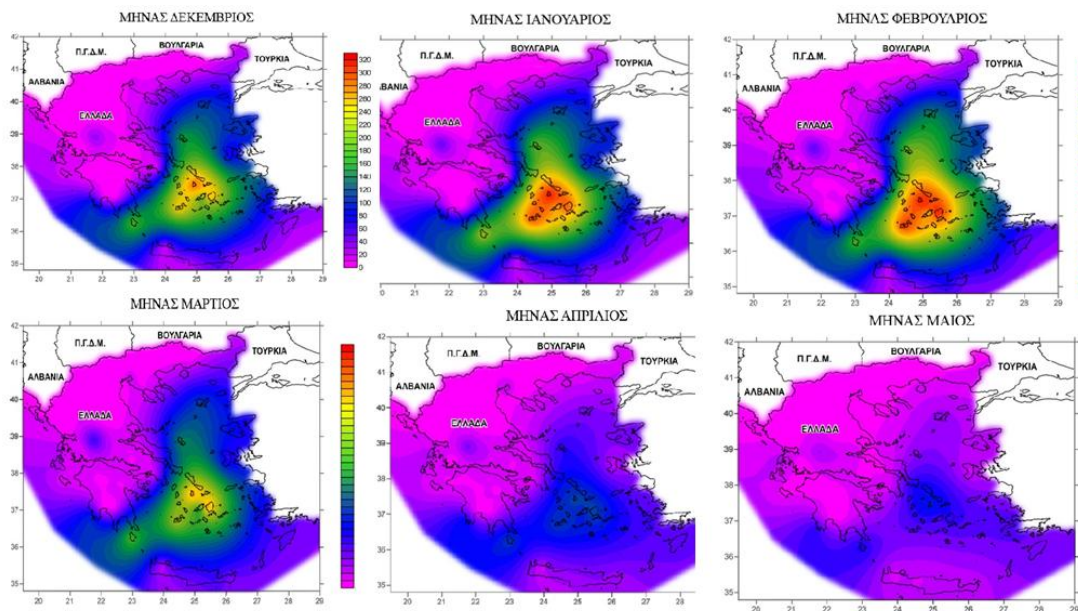
Χάρτης 20: Αιολικό Δυναμικό Κυκλάδων



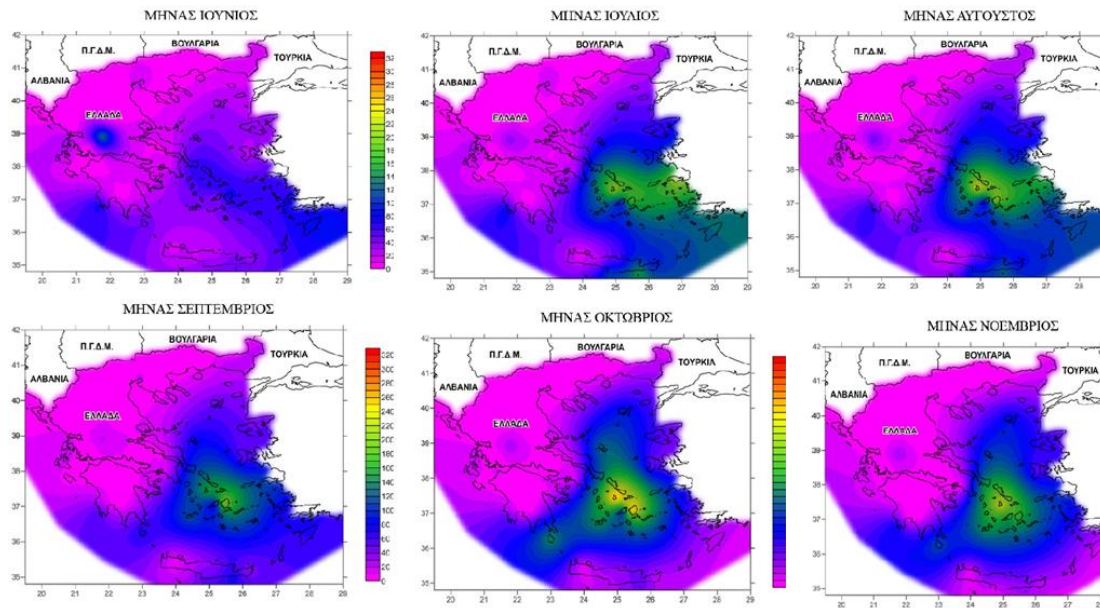
Πηγή: <http://www.rae.gr/>, 2016

Εν συνεχεία, εστιάζοντας στα θαλάσσια αιολικά πάρκα, αναλύονται χαρτογραφικές απεικονίσεις της μέσης μηνιαίας αιολικής ισχύος των Κυκλάδων, συγκριτικά με την υπόλοιπη χώρα, σύμφωνα με τους Κατσάρα-Λίωση (2013):

Εικόνα 30: Χάρτες μηνιαίας αιολικής ισχύος σε  $W/m^2$



**Διπλωματική Εργασία: «Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην περιοχή των Κυκλάδων»**  
**Λειβαδάρας Νικόλαος**



Πηγή: Κατσαράς – Λίοσης, 2013

Από τους παραπάνω χάρτες γίνεται σαφές πως η περιοχή των Κυκλάδων διαθέτει το καλύτερο αιολικό δυναμικό της χώρας. Βέβαια, η αιολική ισχύς εμφανίζεται εύλογα υψηλότερη τους χειμερινούς μήνες, όμως παρατηρείται πως και τη θερινή περίοδο, οι Κυκλάδες εξακολουθούν να έχουν το υψηλότερο δυναμικό, κυρίως λόγω των μελτεμιών, οι οποίοι είναι καλοκαιρινοί ημερήσιοι άνεμοι κυρίως βορειοδυτικής διεύθυνσης.

Συμπερασματικά, η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για την περιοχή των Κυκλάδων αποτελεί σημαντική δυνατότητα. Όπως θα παρουσιαστεί στη επόμενη παράγραφο, υπάρχουν εγκατεστημένες εφαρμογές ΑΠΕ στα χερσαία τμήματα των νησιών.

Αναπτυξιακή δυνατότητα για επίτευξη της ζητούμενης μεγάλης διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας είναι η αξιοποίηση μικρών ακατοίκητων νησιών του Αιγαίου, με όσο το δυνατόν μικρότερη απόσταση από την ηπειρωτική Ελλάδα (μικρότερο κόστος διασύνδεσης) για κατασκευή μεγάλων Α/Π. Ουσιαστικά τέτοια Α/Π μοιάζουν με τα “offshore” Α/Π, μόνο που θα είναι εγκατεστημένα πάνω σε ακατοίκητα νησιά. Δύο τέτοιες περιπτώσεις νησιών για τα οποία έχουν γίνει προτάσεις για μεγάλα Α/Π είναι η Μακρόνησος (που ανήκει διοικητικά στη Κέα) και η Γυάρος (που ανήκει διοικητικά στη Σύρο) (Αλατζάς κ.α, 2016).

Επιπρόσθετα εφαρμογή που αρμόζει άριστα στον ελληνικό νησιωτικό χώρο είναι η ανάπτυξη των υπεράκτιων πάρκων, δηλαδή η εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών σε θαλάσσιες περιοχές με σκοπό την αύξηση των κατάλληλων περιοχών δημιουργίας αιολικών πάρκων. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται και η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας «φιλικής» προς το περιβάλλον σε περιοχές - όπως είναι τα νησιά - με περιορισμένες εκτάσεις στη ξηρά για δημιουργία αιολικών πάρκων. Έχει υπολογιστεί ότι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή στην ξηρά, γεγονός που κάνει αποδοτικότερη τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας. Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών μπορεί να λειτουργήσουν μετά το

τέλος ζωής του έργου ως τεχνητοί ύφαλοι· με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ψαριών από την αναμενόμενη αύξηση της τροφής τους (Καβουσανάκης Παπαδογιάννης, 2012).

### 3.3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση ΑΠΕ στις Κυκλάδες

Εισαγωγικά επισημαίνεται πως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι ικανές να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια ή σε μεγάλο βαθμό την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μικρών και απομακρυσμένων περιοχών, όπως είναι τα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων και ταυτόχρονα να αποτελέσουν εναλλακτική πρόταση αναφορικά με την οικονομία του πετρελαίου, που κυριαρχεί στον ελληνικό νησιωτικό χώρο.

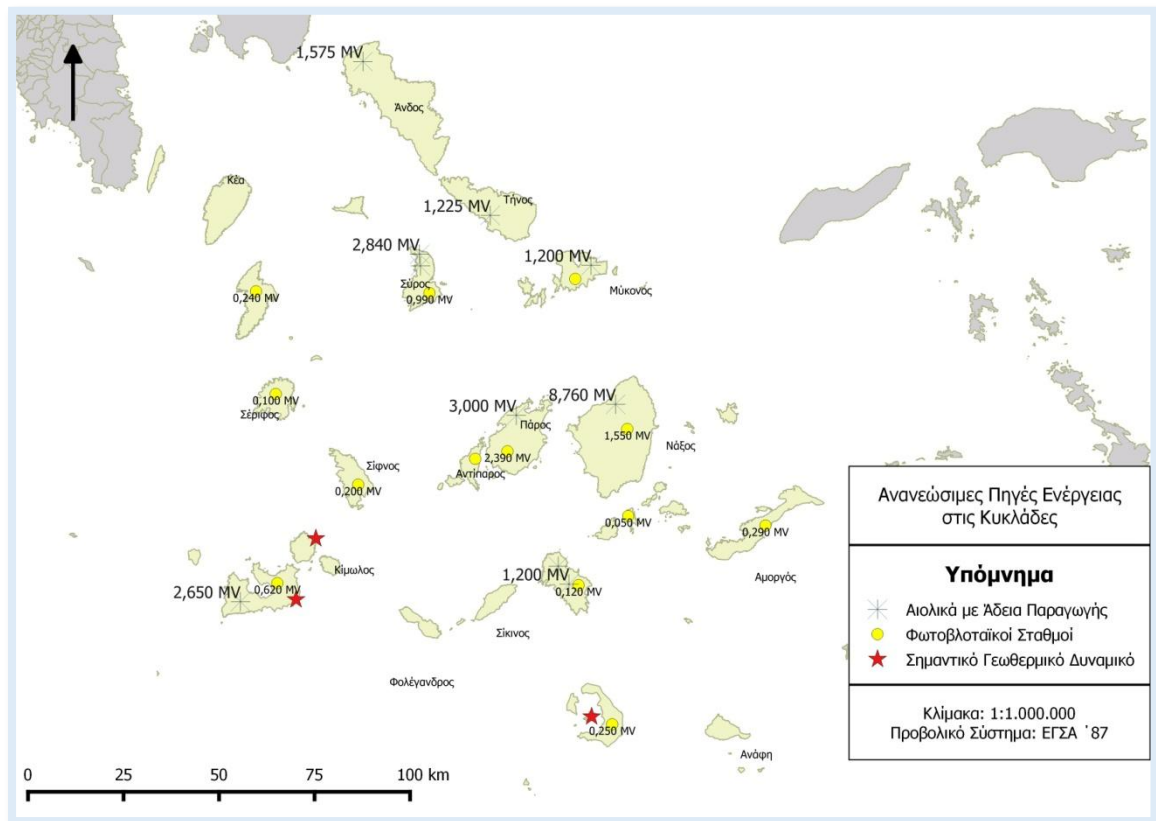
Η μεγιστοποίηση της διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αποτελεί τον βασικό στόχο στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως, και τα τελευταία έτη και στην χώρα μας. Ωστόσο στην περίπτωση των ελληνικών νησιών πρέπει να γίνει με σωστό σχεδιασμό και προγραμματισμό ώστε να είναι απόλυτα συμβατές στις υπάρχουσες περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές, και τεχνικές συνθήκες (<http://www.aegean-energy.gr>, 2016).

Η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ στα νησιά ξεκίνησε κατά κύριο λόγο μετά την ψήφιση 2 νόμων και πιο συγκεκριμένα του Ν. 3468/2006 ‘Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις (ΦΕΚ Α’ 129)’ και τον Ν. 3851/2010 ‘Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (ΦΕΚ Α’85)’. Κυρίως ο τελευταίος άνοιξε τον δρόμο στους παραγωγούς-επενδυτές, εξασφαλίζοντάς τους υψηλές επιδοτήσεις έχοντας όμως αρκετά αντισυνταγματικά και ασαφή σημεία σχετικά με τις επιτρεπόμενες περιοχές εγκατάστασης και τους εν γένει αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους που όφειλαν να συνοδεύονται. Στον πίνακα 19 που είχε προηγηθεί στην ενότητα 3.2.1 έχει γίνει αναλυτική καταγραφή της υφιστάμενης εγκατεστημένης ισχύος από ΑΠΕ ανά είδος (αιολικά πάρκα και φωτοβολταϊκοί σταθμοί).

Στον χάρτη και το διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζεται η γεωγραφική διασπορά των ΑΠΕ στον κυκλαδικό χώρο και οι εγκατεστημένες ισχύεις ανά τεχνολογία και νησί.

Στο χάρτη 21 παρουσιάζονται οι ήδη εγκατεστημένοι φωτοβολταϊκοί σταθμοί και τα χερσαία αιολικά πάρκα που λειτουργούν στις Κυκλάδες σύμφωνα με τα δεδομένα της ΡΑΕ, ενώ παρουσιάζονται και τα νησιά με γεωθερμικό δυναμικό:

Χάρτης 21: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στις Κυκλάδες



Πηγή: Δεδομένα ΡΑΕ, ίδια Επεξεργασία

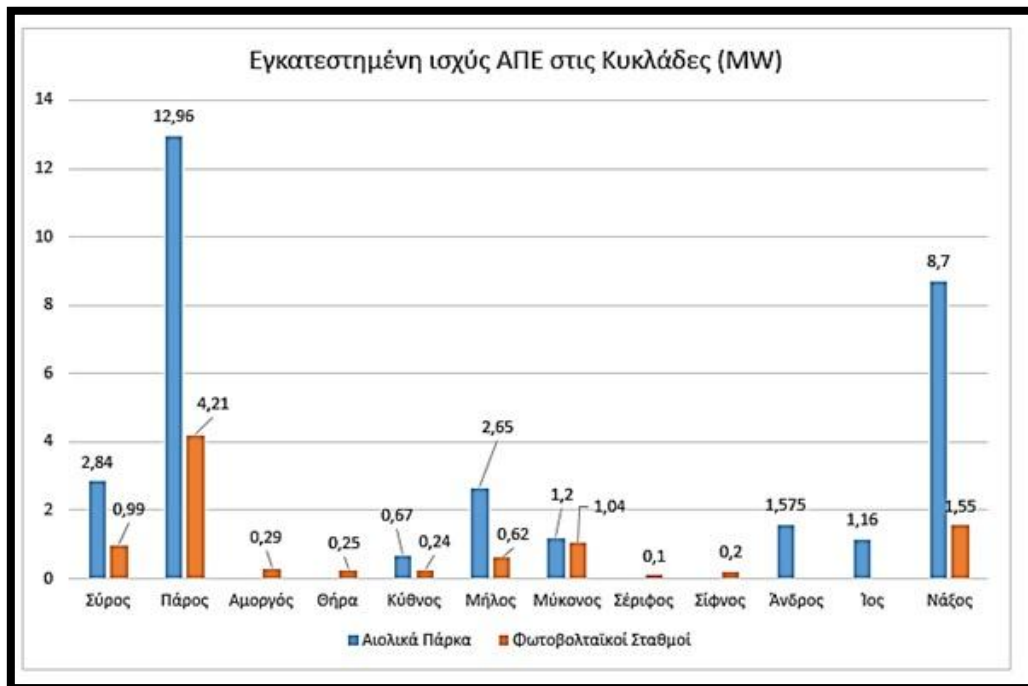
Παρατηρείται πως στα νησιά: Άνδρο, Τήνο, Σύρο, Μύκονο, Πάρο, Νάξο, Ίο και Μήλο λειτουργούν ήδη αιολικά πάρκα. Στην περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τα δεδομένα της ΡΑΕ, εντοπίζονται και ανενεργοί αιολικοί σταθμοί. Αυτοί είτε δεν έχουν πάρει άδεια παραγωγής, είτε έχει τερματιστεί η λειτουργία τους.

Ταυτόχρονα, αξιοποιείται και η ηλιακή ενέργεια μέσω φωτοβολταϊκών, που είναι εγκατεστημένα είτε σε σκεπές κτιρίων είτε σε τμήματα χερσαίων εκτάσεων. Από το χάρτη 21 αλλά και σύμφωνα με τον πίνακα 19, τα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια.

Ακόμα, η Σαντορίνη, η Κίμωλος και η Μήλος είναι τα νησιά που έχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης μίας διαφορετικής ανανεώσιμης πηγής ενέργειας: της γεωθερμίας. Συγκεκριμένα, η Μήλος διαθέτει αρκετά αξιόλογο γεωθερμικό δυναμικό (γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας), αλλά τη δεδομένη χρονική στιγμή η εκμετάλλευσή τους δεν είναι πρακτικά εφικτή για τεχνικούς λόγους. Το αυτόνομο σύστημα παραγωγής κάθε νησιού έχει μικρή εγκατεστημένη ισχύ, χαμηλά ελάχιστα φορτία τα οποία σε συνδυασμό με την αδυναμία εξαγωγής της ενέργειας προς την υπόλοιπη χώρα (τη δεδομένη χρονικά στιγμή) οδηγεί σε περιορισμένη ανάπτυξη των ΑΠΕ σε αυτά (ΑΔΜΗΕ, 2013).

Συμπληρωματικά, στο διάγραμμα (11) που έπεται παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ στα Κυκλαδονήσια:

Διάγραμμα 11: Ισχύς εγκατεστημένων ΑΠΕ στα νησιά των Κυκλάδων



Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ, 2015

Η σημερινή εγκατεστημένη ισχύ από ΑΠΕ στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων μπορεί να χαρακτηριστεί ως μικρή με βάση τις δυνατότητες σε αιολικό, ηλιακό αλλά ακόμη και σε γεωθερμικό δυναμικό. Παρ' όλα αυτά, η ήδη εξοικείωση των νησιωτών με τις τεχνολογίες ΑΠΕ μπορεί να άρει τις όποιες αντιδράσεις προς την αξιοποίηση του θαλάσσιου αιολικού δυναμικού της περιοχής μέσω της ανάπτυξης θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

### 3.4 Τάσεις και Ενεργειακές Ανάγκες των Κυκλάδων

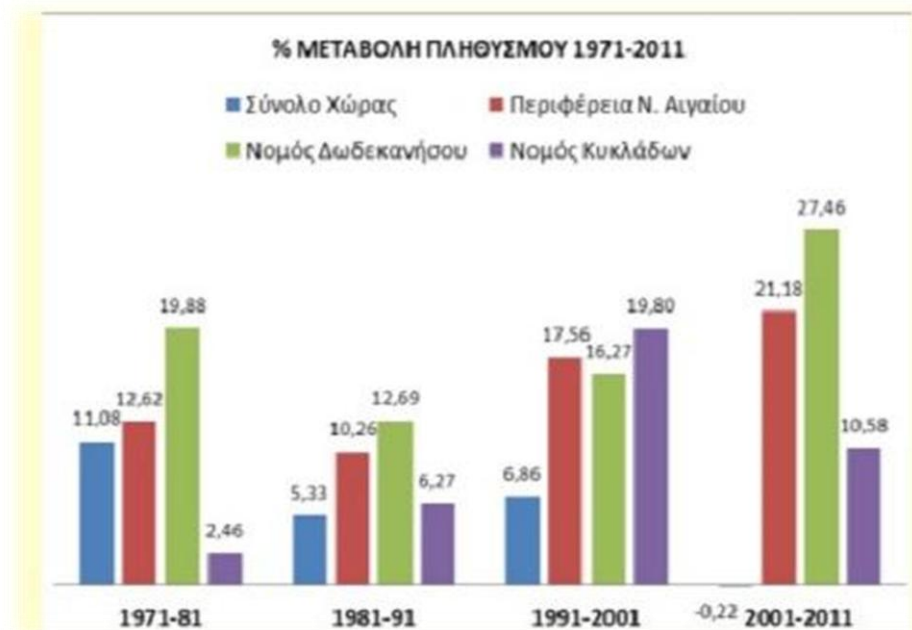
Η συγκεκριμένη ενότητα αποσκοπεί στη διερεύνηση των ενεργειακών αναγκών και των σύγχρονων τάσεων και φαινομένων στην περιοχή μελέτης, που αποδεικνύουν την ανάγκη για παροχή περισσότερης ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή όμως πρέπει να είναι φιλική προς το περιβάλλον και να αξιοποιεί τις δυνατότητες που υφίστανται στην περιοχή αναφοράς, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 3.3.1.

#### 3.4.1 Δημογραφικά Δεδομένα και Τάσεις

Σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ (2011), η περιφερειακή ενότητα των Κυκλάδων αριθμεί 117.840 κατοίκους, με ποσοστό 38,20 % συμμετοχής του πληθυσμού αυτού στην Περιφερειακή Ενότητα του Νότιου Αιγαίου.

Κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 1971-2011, η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου αυξάνει συνεχώς τον πληθυσμό της, με εντεινόμενους ρυθμούς. Αξιοσημείωτο είναι το ποσοστό αύξησης του πληθυσμού στο σύνολο της Περιφέρειας κατά την τελευταία δεκαετία (21,18%) όταν την ίδια περίοδο σε επίπεδο χώρας σημειώνεται οριακή μείωση του πληθυσμού κατά 0,22%. Η Περιφερειακή Ενότητα Δωδεκανήσου σημειώνει πληθυσμιακή αύξηση 27,46%, ενώ η αντίστοιχη των Κυκλάδων 10,58%.

Διάγραμμα 12: Πληθυσμιακή Μεταβολή 1971 – 2011



Πηγή: Τσεκούρας – Μαυρογεώργης, 2015

Οι Τσεκούρας και Μαυρογεώργης (2015) υποστηρίζουν πως με βάση τα διαθέσιμα πληθυσμιακά δεδομένα, παρουσιάζεται μία τάση μετακίνησης πληθυσμού, από την ηπειρωτική χώρα και ιδίως τα μεγάλα αστικά κέντρα προς την περιφέρεια, για ενασχόληση είτε με τον πρωτογενή τομέα είτε με οικονομικές δραστηριότητες που άπτονται στον κλάδο του τουρισμού. Συγκεκριμένα, στις Κυκλάδες, τα πιο ανεπτυγμένα τουριστικά νησιά προσφέρουν ευκαιρίες απασχόλησης στον τουρισμό,



με αποτέλεσμα την εμφάνιση πληθυσμιακής αύξησης. Πρόκειται κυρίως για νησιά όπως η Μύκονος, η Σαντορίνη, η Σύρος, η Ίος, η Πάρος και η Νάξος.

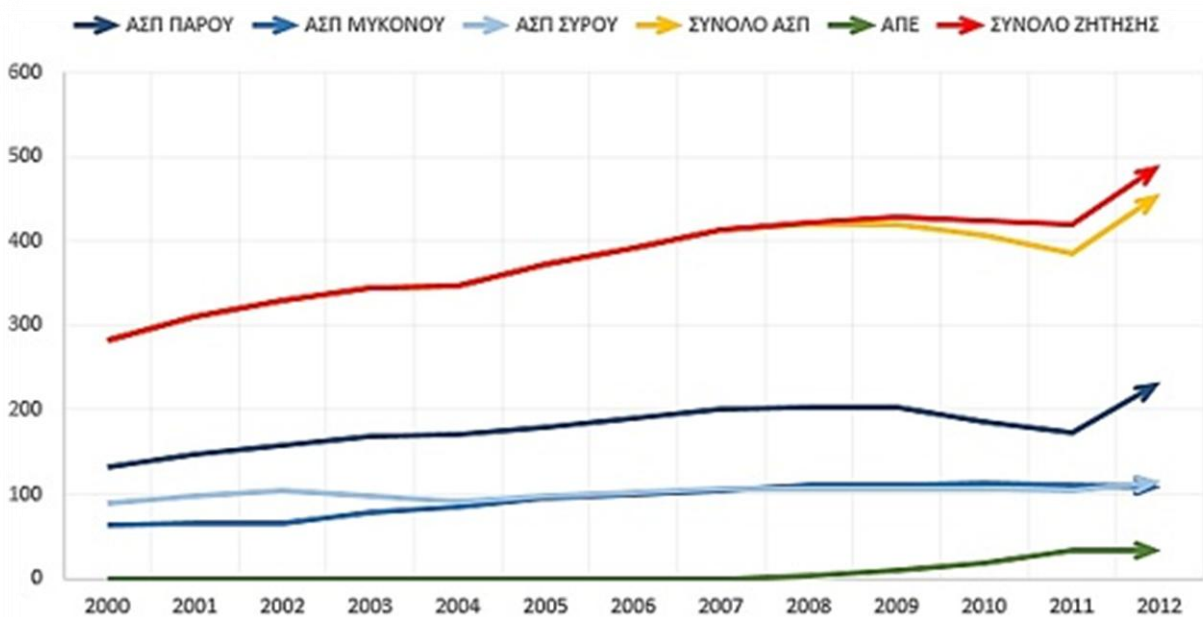
Παρατηρείται και εντείνεται το φαινόμενο της εποχικής γεωγραφικής κινητικότητας λόγω της τουριστικής κίνησης, που πολλαπλασιάζει για μερικούς μήνες του έτους το πληθυσμιακό δυναμικό του συνόλου σχεδόν των νησιών, μεταμορφώνοντας περιοδικά τη δημογραφική φυσιογνωμία και το πληθυσμιακό δυναμικό εν γένει των νησιών της (Τσεκούρας – Μαυρογεώργης, 2015).

### 3.4.2 Ενεργειακή Ζήτηση

Στη συγκεκριμένη παράγραφο επιχειρείται η ανάλυση της τάσης της ενεργειακής ζήτησης στα νησιά των Κυκλάδων.

Στο διάγραμμα (13) που ακολουθεί παρουσιάζονται η πορεία ζήτησης για κάθε ΑΣΠ μεμονωμένα, η συνολική ζήτηση των ΑΣΠ αθροιστικά, η παρεχόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στις Κυκλάδες καθώς και η συνολική ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια στα νησιά:

Διάγραμμα 13: Εξέλιξη της ετήσιας ζήτησης ενέργειας στις Κυκλάδες (2000-2012)

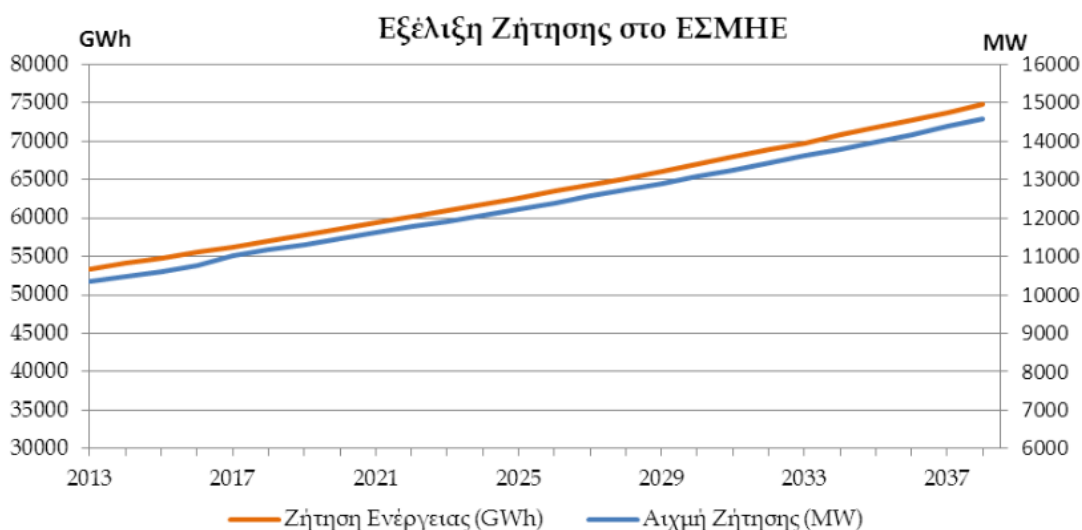


Πηγή: Δεδομένα ΑΔΜΗΕ, 2013, Ιδία επεξεργασία

Από το διάγραμμα (13) διαπιστώνεται πως από το 2000 μέχρι το 2012 παρατηρήθηκε συνεχής αυξητική ζήτηση και παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Η συγκεκριμένη τάση, ξεκίνησε από τη δεκαετία του '80 και διακρίνεται από τη συνεχή ανοδική της πορεία, σύμφωνα με την δημοσιευμένη έρευνα της ΑΔΜΗΕ (2013).

Τα μέχρι στιγμής δεδομένα υποδεικνύουν τη συνέχιση του συγκεκριμένου φαινομένου, ενώ υπάρχουν ήδη προβλέψεις για περαιτέρω διόγκωσή του:

Διάγραμμα 14: Πιθανολογική εξέλιξη ζήτησης ενέργειας και αιχμής στις Κυκλάδες



Πηγή: ΑΔΜΗΕ, 2013

### 3.4.3 Οικονομικές Δραστηριότητες

Αναφορικά με την συμμετοχή της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων στο Α.Ε.Π της χώρας, το 2010 ανήλθε σε 10.630 εκατομμύρια ευρώ και το 32,5% απ' αυτό παράχθηκε στις Κυκλάδες, ενώ οι υφεσιακές τάσεις κατά την διάρκεια της χρηματοπιστωτικής κρίσης, εκδηλώθηκαν με ηπιότερο τρόπο στην περιοχή των Κυκλάδων. Ακολουθεί διαγραμματικά η πορεία του παραγόμενου ΑΕΠ στην περιοχή μελέτης:

Διάγραμμα 15: Εξέλιξη ΑΠΕ Κυκλάδων



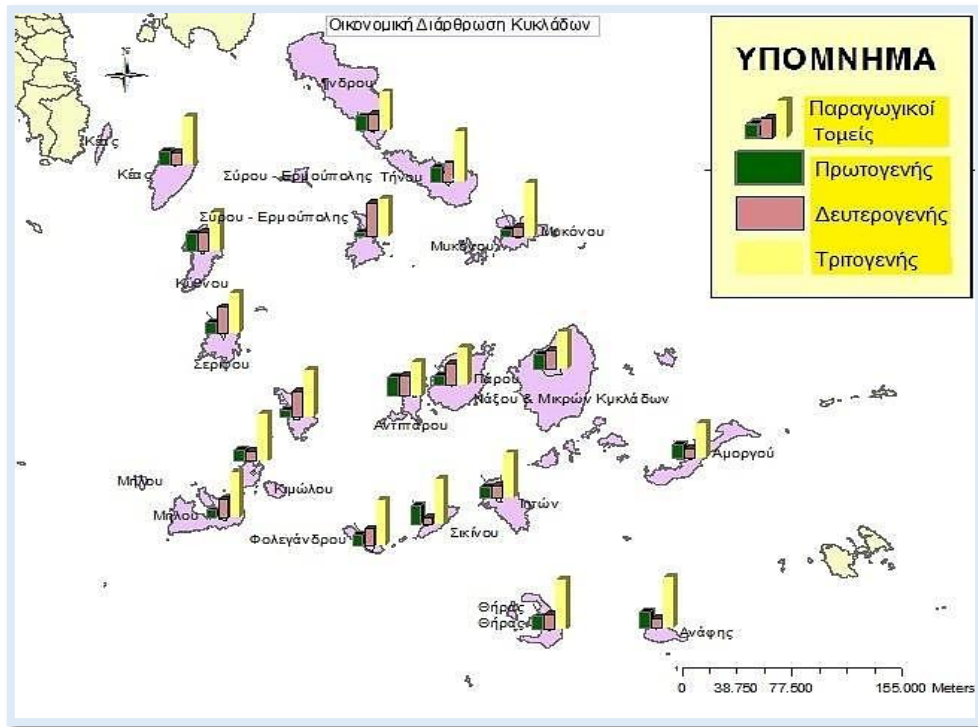
Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011

Παρ' ότι, ο πρωτογενής και ο δευτερογενής τομέας εμφανίζονται περιορισμένοι συγκριτικά με τον τριτογενή, υπάρχουν αναπτυξιακές δυνατότητες καθώς και κλάδοι και επαγγέλματα με πολύ σημαντική συμβολή στις τοπικές οικονομίες των νησιών. Ενδεικτικό παράδειγμα, που μπορεί να αναφερθεί στο σημείο αυτό, είναι το

ναυπηγείο «Νεώριο» στη Σύρο. Δραστηριότητα που απασχολεί περί τους 400 εργαζόμενους τη δεδομένη χρονική στιγμή, και με πολύ μεγάλες ενεργειακές ανάγκες για να παράγει το έργο του. Δυστυχώς, συχνό φαινόμενο για την εταιρεία αποτελεί η διακοπή της παροχής ρεύματος από τη ΔΕΗ, λόγω του μεγάλου χρέους της επιχείρησης προς αυτήν (Λιανός, 2016).

Συμπληρωματικά, έπεται χωρικά η συμμετοχή κάθε παραγωγικού κλάδου:

Χάρτης 22: Οικονομική διάρθρωση ανά παραγωγικό τομέα ανά νησί



Πηγή: Δεδομένα ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011, ίδια επεξεργασία.

Ο τριτογενής τομέας είναι ο πιο ανεπτυγμένος για τις Κυκλάδες, καθώς απασχολεί ποσοστό μεγαλύτερο του 50%, σχεδόν, για όλα τα νησιά και συνεισφέρει πάνω από το 50% στο ΑΕΠ της περιφερειακής ενότητας. Οι οικονομικοί κλάδοι του τομέα είναι οι υπηρεσίες, οι επιχειρήσεις που συνδέονται άμεσα με τον τουρισμό, το εμπόριο, οι μεταφορές, οι αγοραπωλησίες ακινήτων και αγροτεμαχίων, οι χρηματοπιστωτικές συναλλαγές και λοιπές επιχειρηματικές δραστηριότητες (Αλατζάς κ.α, 2016).

Ο τριτογενής τομέας, κατά κανόνα, στηρίζεται στον τουρισμό για τη περιοχή των Κυκλάδων. Η ιδιαίτερη γεωμορφολογία, ο πολιτισμός, ο οικιστικός πλούτος και οι φυσικές ομορφιές σε συνδυασμό με τις πολλές δυνατότητες ανάπτυξης εναλλακτικών μορφών τουρισμού, κερδίζουν συνεχώς περισσότερους Έλληνες και ξένους τουρίστες (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2016).

Ο δυναμισμός του κλάδου του τουρισμού, κατατάσσει την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, μαζί με τις Περιφέρειες Κρήτης, Ιονίων Νήσων και Κεντρικής Μακεδονίας, στις 4 «τουριστικές Περιφέρειες» της χώρας. Με κριτήριο την απασχόληση, το «δυναμισμό» και την προεξάρχουσα δραστηριότητα, η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενιαία «τουριστική ζώνη» σε εθνικό, ευρωπαϊκό και

διεθνές επίπεδο (Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Χωρικής Ενότητας Κρήτης – Νήσων Αιγαίου 2007-2013).

Στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται: αύξηση στον αριθμό των επιβατών στους τοπικούς αερολιμένες, αύξηση των ακτοπλοϊκών συνδέσεων από και προς σχεδόν τα περισσότερα νησιά, περαιτέρω ανάπτυξη της κρουαζιέρας, αύξηση στη δόμηση για παροχή περισσότερων τουριστικών καταλυμάτων προς εξυπηρέτηση του τουριστικού φορτίου (Λύκος, 2014, Αλατζάς κ.α, 2016). Ταυτόχρονα, παρατηρούνται προσπάθειες από τοπικούς φορείς, ιδιώτες και επιχειρηματίες για επιμήκυνση της τουριστικής περιόδου αλλά και ανάπτυξη ποικίλων ειδών εναλλακτικού τουρισμού, αποσκοπώντας σε περαιτέρω τουριστική ανάπτυξη. Όλα τα παραπάνω, εκτός από την τουριστική ανάπτυξη, μαρτυρούν και τις αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες που εύλογα προκύπτουν για την περιοχή αναφοράς.

Ταυτόχρονα με την τουριστική ζήτηση εμφανίζεται και το φαινόμενο της εποχικότητας, δηλαδή η συγκέντρωση επισκεπτών, συνήθως, μόνο, κατά τη θερινή περίοδο. Χαρακτηριστικά τα δεδομένα που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 16:

Διάγραμμα 16: Διανυκτερεύσεις στο νότιο Αιγαίο κατά τη διάρκεια του έτους 2009



Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011

Το εν λόγω ζήτημα έχει δημιουργήσει ενεργειακά προβλήματα. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου ο πληθυσμός των νησιών πολλαπλασιάζεται, είναι πολύ συχνό φαινόμενο οι προγραμματισμένες διακοπές ρεύματος. Για παράδειγμα, στη Σύρο διακόπτεται η ηλεκτροδότηση σε περιφερειακούς οικισμούς προκειμένου να καλύπτονται τουλάχιστον οι ενεργειακές ανάγκες της Ερμούπολης που διαθέτει και τα περισσότερα κρίσιμα φορτία. (<http://www.energia.gr>, 2016).

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας των προς διασύνδεση νησιών των Κυκλάδων αποτελεί βασικό παράγοντα που επηρεάζει την αξιολόγηση του προτεινόμενου έργου. Εξαρτάται έντονα από τις κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις, αφού η πληθυσμιακή αύξηση, η οικονομική ανάπτυξη συνοδευόμενη από επέκταση του δευτερογενή και

τριτογενή τομέα και η αύξηση του ΑΕΠ, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013).

Επιπρόσθετα, η ενεργειακή επάρκεια και ασφάλεια συνιστά έναν από τους κρίσιμους αναπτυξιακούς παράγοντες. Οι υφιστάμενες υποδομές αυτόνομων εργοστασίων παραγωγής ενέργειας καλύπτουν σχεδόν ικανοποιητικά τις ανάγκες, με εξαίρεση την περίοδο τουριστικής αιχμής κατά την οποία η ζήτηση αυξάνεται υπέρμετρα (Τσεκούρας – Μαυρογεώργης, 2015).

#### **3.4.4 Οικιστική Εξάπλωση**

Αναμφίβολα, η ενεργειακή ζήτηση εξαρτάται από το μέγεθος του πληθυσμού και τον αριθμό των κτηρίων που βρίσκονται σε μία περιοχή. Διαπιστώνεται πως τόσο τα δημογραφικά δεδομένα όσο και η αύξηση των κτισμάτων και η οικιστική εξάπλωση στα νησιά, δημιουργούν αυξανόμενες ανάγκες για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σύμφωνα με στοιχεία του 2011 οι οικισμοί στις Κυκλάδες ανέρχονται στους 647, με αρκετούς από αυτούς να είναι είτε παραδοσιακοί είτε παραθαλάσσιοι. Ο κατακερματισμένος νησιωτικός χώρος της περιοχής μελέτης αποτελεί το υπόβαθρο της πολύ μεγάλης ανισοκατανομής των οικισμών και των αντίστοιχων πληθυσμιακών μεγεθών τους. Ως αστικό κέντρο και ταυτόχρονα δευτερεύον εθνικός πόλος αναγνωρίζεται η Ερμούπολη, πρωτεύουσα της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου και του Δήμου Σύρου – Ερμούπολης (Δαλμυρά, 2015).

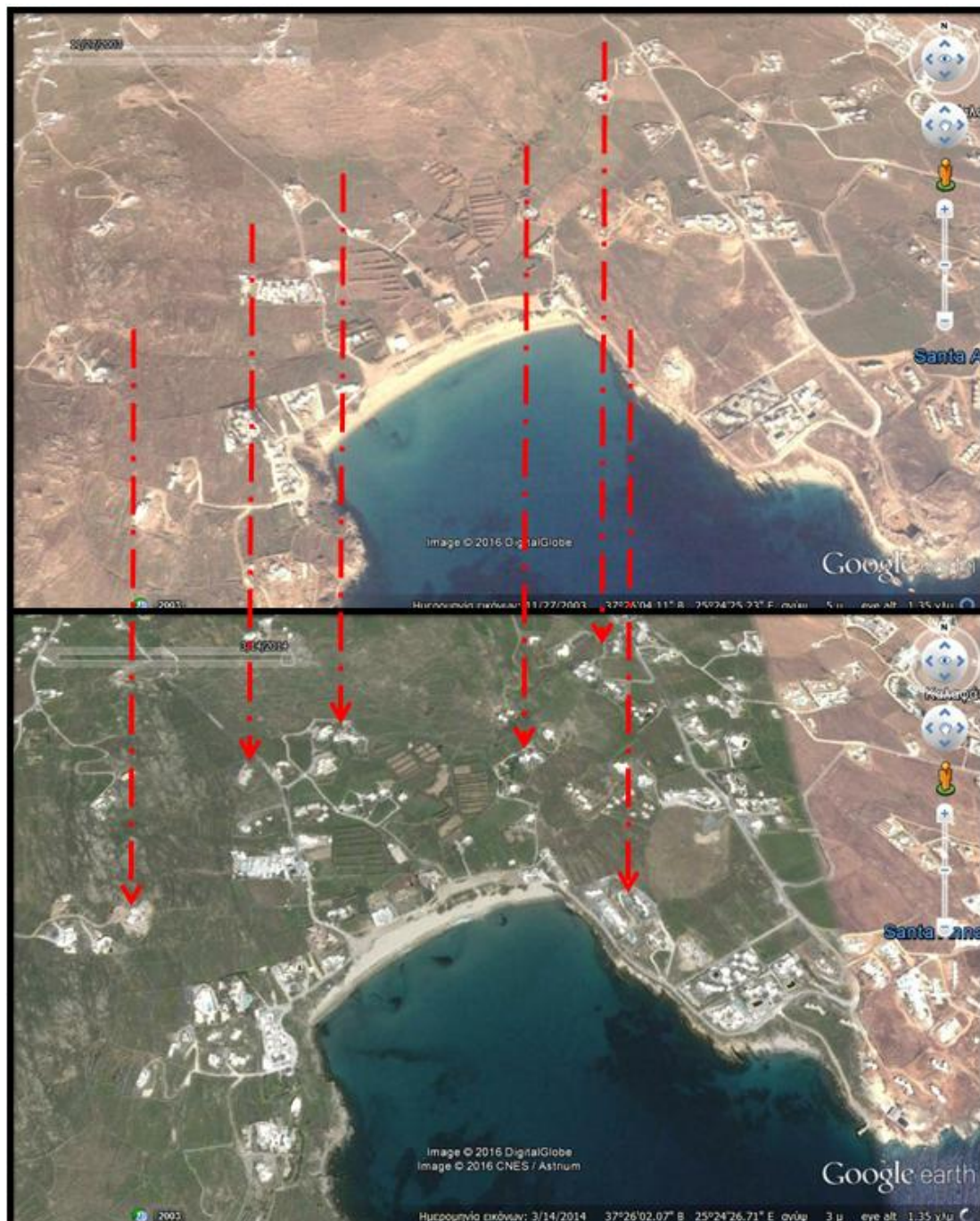
Σύμφωνα με τη μελέτη της «αναθεώρησης του χωροταξικού σχεδιασμού στο νότιο Αιγαίο» της «ENVIPLAN» των Τσεκούρα και Μαυρογεώργη (2015), την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί αύξηση του πληθυσμού στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων, της τάξης του 10,6%. Υποστηρίζεται πως τα τελευταία χρόνια τα Κυκλαδονήσια αποτελούν προσφιλή τόπο εγκατάστασης για μετακινούμενος από την ηπειρωτική χώρα και από μεγάλα εθνικά αστικά κέντρα. Το φαινόμενο αυτό δικαιολογείται από το βιοτικό επίπεδο των νησιών καθώς και από επαγγελματικές ευκαιρίες που προσφέρονται κυρίως στον κλάδο του τουρισμού αλλά και γενικότερα στον τομέα των υπηρεσιών.

Η πληθυσμιακή αύξηση έχει επιφέρει μεταβολές. Χαρακτηριστικά, σύμφωνα με τη άνωθεν μελέτη, παρατηρείται μερική βελτίωση των υφιστάμενων υποδομών και δημιουργία νέων. Επιπρόσθετα, εντοπίζεται οικιστική εξάπλωση στα περισσότερα νησιά λόγω της πληθυσμιακής αύξησης, της αύξησης της παραθεριστικής κατοικίας αλλά και της τουριστικής ανάπτυξης. Όλο και περισσότερα καταλύματα δημιουργούνται ως ανταπόκριση στην τουριστική ζήτηση. Βέβαια, σε πολλές περιπτώσεις οι οικιστικές επεκτάσεις, πραγματοποιούνται σε βάρος του φυσικού περιβάλλοντος, αλλοιώνοντας τις υφιστάμενες χρήσεις γης και υποβαθμίζοντας τον, ήδη περιορισμένο, αγροτικό χώρο των νησιών (Δαλμυρά, 2015).

Η οικιστική επέκταση και η αύξηση της δόμησης στα νησιά των Κυκλάδων διαπιστώνεται και μέσω της παράθεσης δορυφορικών εικόνων διαφορετικών χρονολογιών:

### Αύξηση Παραθεριστικής Κατοικίας & Τουριστικά Καταλύματα

Εικόνες 31 και 32: Δορυφορικές Εικόνες: Ελιά Μυκόνου 2003 και 2014 αντίστοιχα



Πηγή: Google Maps, Ίδια επεξεργασία

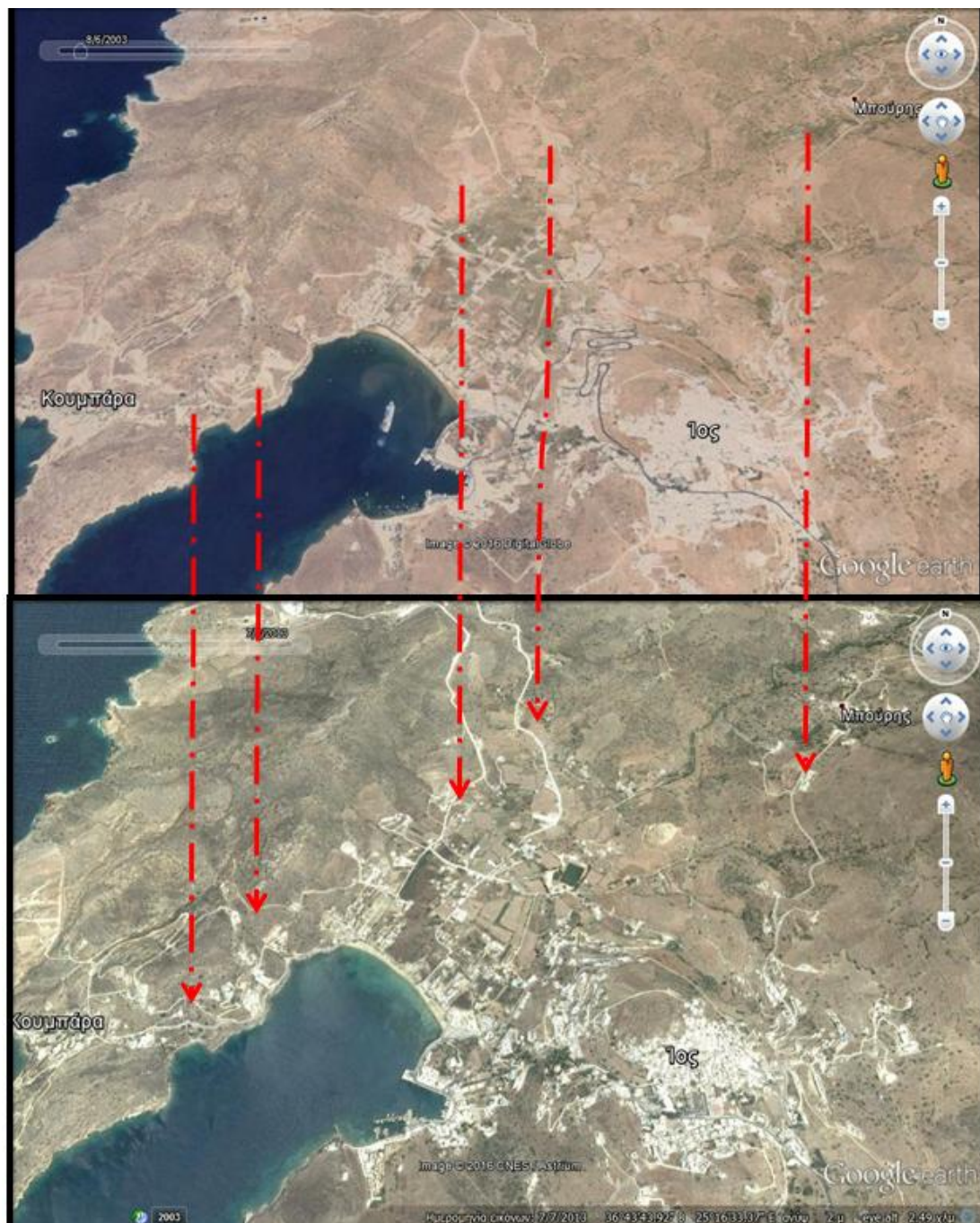
### Ξενοδοχειακό Συγκρότημα

Εικόνες 33 και 34: Δορυφορικές Εικόνες: Φοίνικας Σύρου 2003 και 2016 αντίστοιχα



Πηγή: Google Maps, Ιδία επεξεργασία

Αύξηση αστικού ιστού – Δημιουργία Οδικών Τμημάτων – Αύξηση Δόμησης  
Εικόνες 35 και 36: Δορυφορικές Εικόνες: Χώρα Ίου 2003 και 2016 αντίστοιχα



Πηγή: Google Maps, Ίδια επεξεργασία



### Αύξηση Παραθεριστικής Κατοικίας & Τουριστικά Καταλύματα

Εικόνες 37 και 38: Δορυφορικές Εικόνες: Νάξος 2003 και 2016 αντίστοιχα



Πηγή: Google Maps, Ίδια επεξεργασία

### Ανάπτυξη Παραθεριστικής Κατοικίας

Εικόνες 39 και 40: Δορυφορικές Εικόνες: Κουφονήσι 2003 και 2016 αντίστοιχα

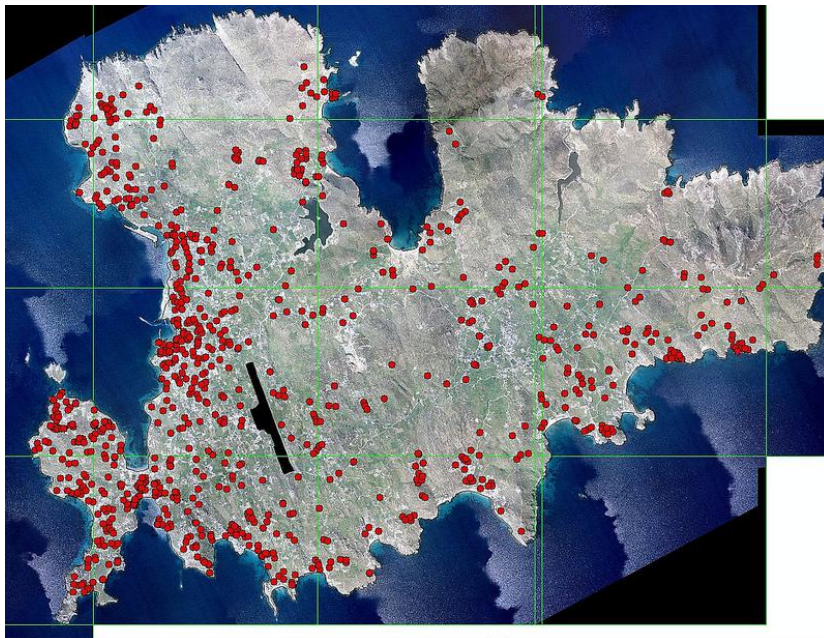


Πηγή: Google Maps, Ίδια επεξεργασία

Η εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών δόμηση έχει δημιουργήσει σημαντικές αλλοιώσεις στο τοπίο. Τις αλλοιώσεις αυτές έρχονται να συμπληρώσουν τα δημόσια έργα, οι οχλούσες δραστηριότητες, οι αποθήκες, τα εμπορικά κέντρα και κάθε είδους κατασκευή που δεν λαμβάνει υπόψη της τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και την κλίμακα της περιοχής (Τσεκούρας – Μαυρογεώργης, 2015).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυθαίρετης δόμησης αποτελεί η νήσος Μύκονος. Από το 2012 χρησιμοποιούνται δορυφορικές εικόνες έτσι ώστε να εντοπιστούν τα αυθαίρετα κτίσματα και να διασταυρωθούν οι δηλώσεις στην Πολεοδομία. Τόσο ιδιόκτητα σπίτια όσο και επιχειρήσεις έχουν παραβεί τα όρια δόμησης ενώ το φαινόμενο που παρατηρείται εντονότερα είναι οι προσθήκες. Τεκμήριο για τα παραπάνω αποτελεί η επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα της Μυκόνου που έπεται:

Εικόνα 41: Επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα της Μυκόνου με αυθαίρετα κτίσματα για το έτος 2012



Πηγή: <http://www.matrix24.gr/>, 2016

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Διαπιστώνεται, λοιπόν, πως η Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων διαθέτει το καλύτερο αιολικό δυναμικό της χώρας και ταυτόχρονα οι ενεργειακές ανάγκες της περιοχής, συνεχώς, πληθαίνουν. Η ανάπτυξη έργων ΑΠΕ αποτελεί μονόδρομο και οι θαλάσσιες εκτάσεις λύνουν το πρόβλημα εύρεσης κατάλληλων χώρων στον περιορισμένο χερσαίο χώρο των νησιών.

## Κεφάλαιο 4: Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων μέσω ΓΣΠ στις Κυκλάδες



Το τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας εμπεριέχει την πρακτική εφαρμογή, δηλαδή τη περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθείται για τον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην περιοχή των Κυκλάδων.

Εισαγωγικά, γίνεται αναφορά στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και η καταγραφή όλων των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή. Στη συνέχεια ορίζονται τα κριτήρια της χωροθέτησης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι ελάχιστες αποστάσεις όπως αυτές προκύπτουν από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ καθώς επίσης και επιπρόσθετοι περιορισμοί που τέθηκαν από συγγραφέα.

Έχοντας αποδώσει χαρτογραφικά τις περιοχές αποκλεισμού, αξιοποιείται το ψηφιακό μοντέλο βάθους, προκειμένου να προκύψουν οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης λαμβάνοντας υπόψη τα βάθη. Οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης διακρίνονται σε αυτές που αφορούν βάθη έως και 50 μέτρα και σε αυτές που αφορούν μεγαλύτερα, δηλαδή από 51 μέχρι 100 μέτρα. Στις πρώτες μπορούν να εγκατασταθούν τεχνολογίες έδρασης Α/Γ ενώ στις δεύτερες πλωτά συστήματα που αγκυροβολούνται στον πυθμένα.

Στη συνέχεια, μέσω της πολυκριτήριας ανάλυσης, ιεραρχούνται οι κατάλληλες περιοχές ως προς το βαθμό καταλληλότητάς τους, προσμετρώντας οικονομικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και τεχνικούς παράγοντες.

Επίσης, συνυπολογίζεται η φέρουσα ικανότητα των αιολικών πάρκων, δηλαδή ορίζεται το μέγιστο όριο ανεμογεννητριών που μπορούν να χωροθετηθούν, εντός των κατάλληλων περιοχών.

Τέλος, παρουσιάζεται πρόταση χωροθέτησης θαλάσσιου αιολικού πάρκου, σε περιοχή με υψηλό βαθμό καταλληλότητας, συνδυάζοντας ταυτόχρονα τους δύο τύπους τεχνολογιών.

## 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων μέσω ΣΓΠ στις Κυκλάδες

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει την πρακτική εφαρμογή της παρούσας εργασίας, δηλαδή τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ και συγκεκριμένα ανεμογεννητριών στο θαλάσσιο χώρο της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων.

### 4.1 Εισαγωγή στα ΣΓΠ

Παρενθετικά αναφέρεται πως «τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι ένα σύνολο εργαλείων για την συλλογή, την διαχείριση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων, που υποστηρίζει την διαδικασία του σχεδιασμού παρέχοντας την δυνατότητα στο χρήστη να αναλύσει γεωγραφικές πληροφορίες, για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό σύμφωνα με το δικό του μοντέλο λήψης αποφάσεων» (Νάκου, 2007).

Τα ΣΓΠ επεξεργάζονται και αναλύουν χωρικά δεδομένα και περιγραφικά χαρακτηριστικά με τελικό σκοπό την εξαγωγή χαρτογραφικού προϊόντος. Η ποιότητα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων καθορίζεται από την αντίστοιχη των δεδομένων που εισάγονται στο σύστημα. Ο ρόλος του ανθρώπου είναι ιδιαίτερα καθοριστικός τόσο στη διαχείριση των δεδομένων και στην ανάλυση όσο και στην επίλυση των χωρικών προβλημάτων και στην χαρτογραφική απόδοση (Νάκου, 2007, Κουτσόπουλος, 2002).

Εικόνα 42: Στάδια και διαδικασίες στα ΣΓΠ



Πηγή: Νάκου, 2007

Πρέπει να αναφερθεί πως καίριο σημείο αποτελεί ο αρχικός ορθός καθορισμός του χωρικού προβλήματος. Ενώ, σημαντικός παράγοντας θεωρείται και το υπόβαθρο γνώσεων του χρήστη, αναφορικά με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τη χωρική ανάλυση και τη θεματική χαρτογραφία. Τέλος, επισημαίνεται πως τα ΣΓΠ έχουν πλήθος εφαρμογών στην επίλυση χωρικών ζητημάτων στη δημόσια διοίκηση, στην έρευνα, στις επιχειρήσεις, στις συγκοινωνίες και στις μεταφορές, στο περιβάλλον και στη διαχείριση φυσικών πόρων (Νάκου, 2007).

## 4.2 Καθορισμός Προβλήματος

Ως χωρικό πρόβλημα της παρούσας διπλωματικής ορίζεται η εύρεση κατάλληλων θαλάσσιων περιοχών στο χώρο που έγκειται διοικητικά στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων, οι οποίες θα καλύπτουν τα κριτήρια σύμφωνα με το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο, προκειμένου να αναπτυχθούν θαλάσσια αιολικά πάρκα (ΘΑΠ).

Επισημαίνεται ότι για την χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, εφαρμόζονται τα κριτήρια αποστάσεων για αιολικά πάρκα (όπως παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2.3.3 της παρούσας διπλωματικής). Αναλυτικότερα, πρόκειται για τα κριτήρια των αποστάσεων για την διασφάλιση της λειτουργικότητας και της απόδοσης των αιολικών πάρκων, της ελάχιστης οπτικής όχλησης, της τήρησης των ζωνών αποκλεισμού καθώς και τη διασφάλιση της τήρησης των ελαχίστων αποστάσεων από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, περιοχές οικιστικών δραστηριοτήτων, περιοχές πολιτιστικής κληρονομιάς, δίκτυα τεχνικών υποδομών και ζώνες παραγωγικών δραστηριοτήτων και τέλος της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων.

Η διαδικασία χωροθέτησης θαλάσσιων αιολικών πάρκων στη περιοχή μελέτης πραγματοποιείται μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) και συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το (ελεύθερο “free and open source”) λογισμικό “Q GIS PISA 2.10” και οι επεκτάσεις του.

Το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ ‘87), πάνω στο οποίο βασίζεται το Ελληνικό Datum και υλοποιήθηκε το 1987.

Στον παρακάτω πίνακα (22) παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της πρακτικής εφαρμογής, οι πηγές τους και η τοπολογία τους:

Παρενθετικά, επεξηγούνται δύο έννοιες που θα συναντώνται στον επόμενο πίνακα:

**Περιοχές Αλιείας:** Πρόκειται για θαλάσσιες εκτάσεις, όπου έχει καταγραφεί έντονη αλιευτική δραστηριότητα. Χαρακτηρίζονται ως παραγωγικές χρήσεις και δραστηριότητες για τον τοπικό πληθυσμό της περιοχής μελέτης, οπότε προτείνεται ο αποκλεισμός τους από τη διαδικασία χωροθέτησης ΘΑΠ. Ψηφιοποιήθηκαν έπειτα από έρευνα σε επίσημους διαδικτυακούς τόπους και αξιοποιώντας βιβλιογραφικές αναφορές.

**Σημαντικές Παραλίες:** Ορίζονται οι παραλίες με καλές συνθήκες κολύμβησης σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ (2008), καθώς και οι ακτές που είτε βρίσκονται σε παραθεριστικούς οικισμούς είτε συγκεντρώνουν τουριστικές δραστηριότητες (προέκυψαν έπειτα από λεπτομερειακή παρατήρηση στο “google earth”, και κατόπιν ψηφιοποιήθηκαν).

Πίνακας 22: Αρχικά δεδομένα πρακτικής εφαρμογής

Αρχικά Δεδομένα	Τοπολογία	Πηγή
Αιολικό Δυναμικό	Σημειακή	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Ψηφιακό Μοντέλου Βάθους	Ψηφιδωτή	<a href="http://www.emodnet-hydrography.eu/">http://www.emodnet-hydrography.eu/</a>
Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους	Ψηφιδωτή	ΕΜΠ
Ακτοπλοϊκές Συνδέσεις	Γραμμική	<a href="https://www.google.gr/maps">https://www.google.gr/maps</a> (κατόπιν ψηφιοποίησης)
ΑΣΠ	Σημειακή	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Υφιστάμενα Αιολικά Πάρκα	Σημειακή	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Υφιστάμενα Φωτοβολταϊκά	Σημειακή	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Γεωθερμία	Σημειακή	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Υποβρύχια Καλώδια	Γραμμική	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Καλωδιώσεις - Διασυνδέσεις	Γραμμική	<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>
Περιοχές Natura	Πολυγωνική	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Χρήσεις γης	Πολυγωνική	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Όρια Ο.Τ.Α	Πολυγωνική	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Οικισμοί	Σημειακή	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Επίκεντρα Σεισμών	Σημειακή	ΕΜΠ
Περιοχές Αλιείας	Πολυγωνική	Υδρογραφική Υπηρεσία: <a href="https://www.hnhs.gr/el/">https://www.hnhs.gr/el/</a> , Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων: <a href="http://www.alieia.minagric.gr/node/56">http://www.alieia.minagric.gr/node/56</a> , Αλατζάς κ.α, 2016 (κατόπιν ψηφιοποίησης)
Αρχαιολογικοί Χώροι Ελλάδας	Σημειακή	Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού: <a href="http://odysseus.culture.gr/map/CulturalMap_gr/cultural_map_gr.html">http://odysseus.culture.gr/map/CulturalMap_gr/cultural_map_gr.html</a>
Λιμάνια - Μαρίνες	Γραμμική	<a href="https://www.google.gr/maps">https://www.google.gr/maps</a> (κατόπιν ψηφιοποίησης)
Σημαντικές Παραλίες	Σημειακή	<a href="http://www.meteo.gr/">http://www.meteo.gr/</a> , <a href="https://www.google.gr/maps">https://www.google.gr/maps</a> (κατόπιν ψηφιοποίησης)
Τουριστικά Καταλύματα	Σημειακή	<a href="http://wikimapia.org/">http://wikimapia.org/</a>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 4.3 Καθορισμός Κριτηρίων

Αποσκοπώντας στην εύρεση κατάλληλων περιοχών για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων, προηγείται ο καθορισμός των κριτηρίων έτσι ώστε να προκύψουν οι περιοχές αποκλεισμού.

Στη συγκεκριμένη παράγραφο περιγράφονται τα κριτήρια που καθορίστηκαν, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά κριτήρια και τις ελάχιστες αποστάσεις από το Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α για τις ΑΠΕ (όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2.3.4 και 2.3.5 της παρούσας εργασίας) καθώς και τις διατάξεις του νόμου: 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής» καθώς και τις μετέπειτα τροποποιήσεις του.

Στα κριτήρια προστέθηκαν τέσσερα επιπλέον κριτήρια (Κριτήρια 8 – 11). Αυτά αφορούν τη μη συμβατότητα των θαλάσσιων χρήσεων (περιοχές αλιείας, ακτοπλοϊκές συνδέσεις) τη διασύνδεση (μέγιστη απόσταση από την ακτογραμμή) αλλά και τη βιωσιμότητα<sup>7</sup> ενός τέτοιου έργου (ελάχιστη έκταση). Τα επιπρόσθετα κριτήρια προέκυψαν από μελέτη του Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α για τις ΑΠΕ, του Σχεδίου Δημιουργίας ΘΑΠ στην Ελλάδα, εμπειρικά παραδείγματα από διεθνή χώρα και τη βιβλιογραφία. Έπονται τα κριτήρια για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων στις Κυκλάδες:

1<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ελάχιστη απόσταση 2.000 μέτρων από τους οικισμούς. Οριοθετείται ζώνη αποκλεισμού (buffer) 2.000 μέτρων από όλους τους οικισμούς των Κυκλάδων.

2<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ελάχιστη απόσταση 6.000 μέτρων από εγγεγραμμένα μνημεία στον κατάλογο της παγκόσμιας κληρονομιάς. Στην περιοχή μελέτης υπάρχει ένα τέτοιο μνημείο, η Δήλος, οπότε δημιουργείται ζώνη αποκλεισμού (buffer) 6.000 μέτρων.

3<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ελάχιστη απόσταση 2.000 μέτρων από τουριστικά καταλύματα. Τέθηκε ζώνη αποκλεισμού (buffer) 2.000 μέτρων από τα τουριστικά καταλύματα της περιοχής.

4<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ελάχιστη απόσταση 2.000 μέτρων από τις σημαντικές ακτές προς αποφυγή της οπτικής όχλησης. Δημιουργείται ζώνη αποκλεισμού (buffer) 2.000 μέτρων από τις σημαντικές παραλίες, όπως αυτές έχουν καταγραφεί στην παρούσα εργασία.

5<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ελάχιστη απόσταση 800 μέτρων από τις προστατευόμενες περιοχές του ευρωπαϊκού οικολογικού καταλόγου Natura 2000. Ορίστηκε ζώνη αποκλεισμού (buffer) 800 μέτρων από τις περιοχές Natura των Κυκλάδων.

6<sup>ο</sup> Κριτήριο: Απαγόρευση εγκατάστασης ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος μικρότερο των 1.500 μέτρων. Όλοι οι κλειστοί κόλποι της περιοχής μελέτης έχουν μετρηθεί και όσοι είχαν άνοιγμα  $\leq 1.500$  μέτρων, ορίστηκαν ως «Ασύμβατες Χρήσεις» (σε νέο θεματικό επίπεδο).

7<sup>ο</sup> Κριτήριο: Επαρκές αιολικό δυναμικό. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ρ.Α.Ε και τους χάρτες που έχουν προηγηθεί όλες οι θαλάσσιες περιοχές στην περιοχή αναφοράς διαθέτουν ταχύτητα άνω των 6 m/s.

---

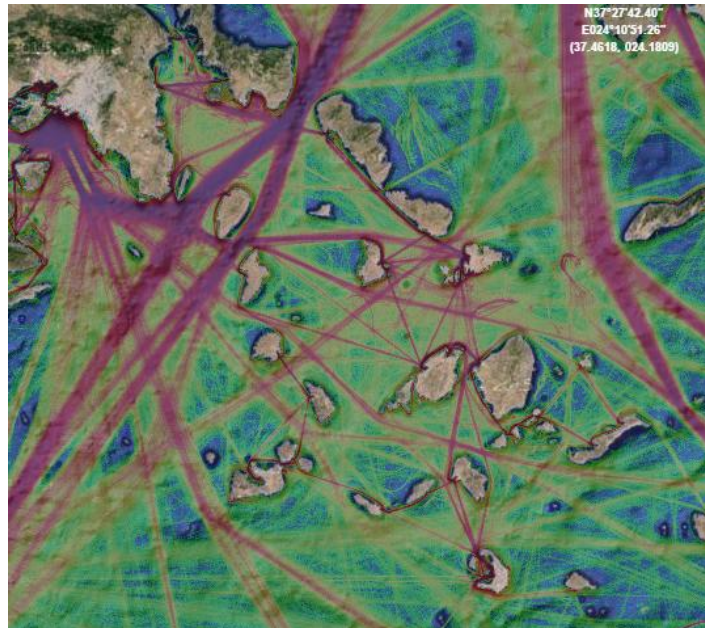
<sup>7</sup> Εκτιμάται πως μία έκταση μικρότερη των 0,5 km<sup>2</sup> φιλοξενεί μικρό αριθμό Α/Γ, και κατ' επέκταση περιορισμένη παραγόμενη ισχύος ηλεκτρικού ρεύματος.



Επίσης, ορίστηκαν επιπλέον κριτήρια συμβατότητας ανάπτυξης αιολικών πάρκων:

8<sup>ο</sup> Κριτήριο: Συμβατότητα ανάπτυξης αιολικών πάρκων αναφορικά με τις ακτοπλοϊκές συνδέσεις. Δημιουργήθηκε ζώνη αποκλεισμού (buffer) 150 μέτρων από τις υφιστάμενες ακτοπλοϊκές συνδέσεις. Η απόσταση των 150 μέτρων ορίστηκε ως μεγαλύτερη του ( $>$ )  $1,5 d$ , όπου  $d$ : είναι η διάμετρος μίας τυπικής ανεμογεννήτριας, η οποία ισούται με 85 μέτρα. Επίσης, η επιλεγμένη ζώνη επιρροής των ακτοπλοϊκών συνδέσεων, δηλαδή τα 150 m, είναι σαφώς μεγαλύτερη από το πλάτος των πλοίων.

Εικόνα 43: Στιγμιότυπο πυκνότητας ακτοπλοϊκών συνδέσεων Κυκλάδων



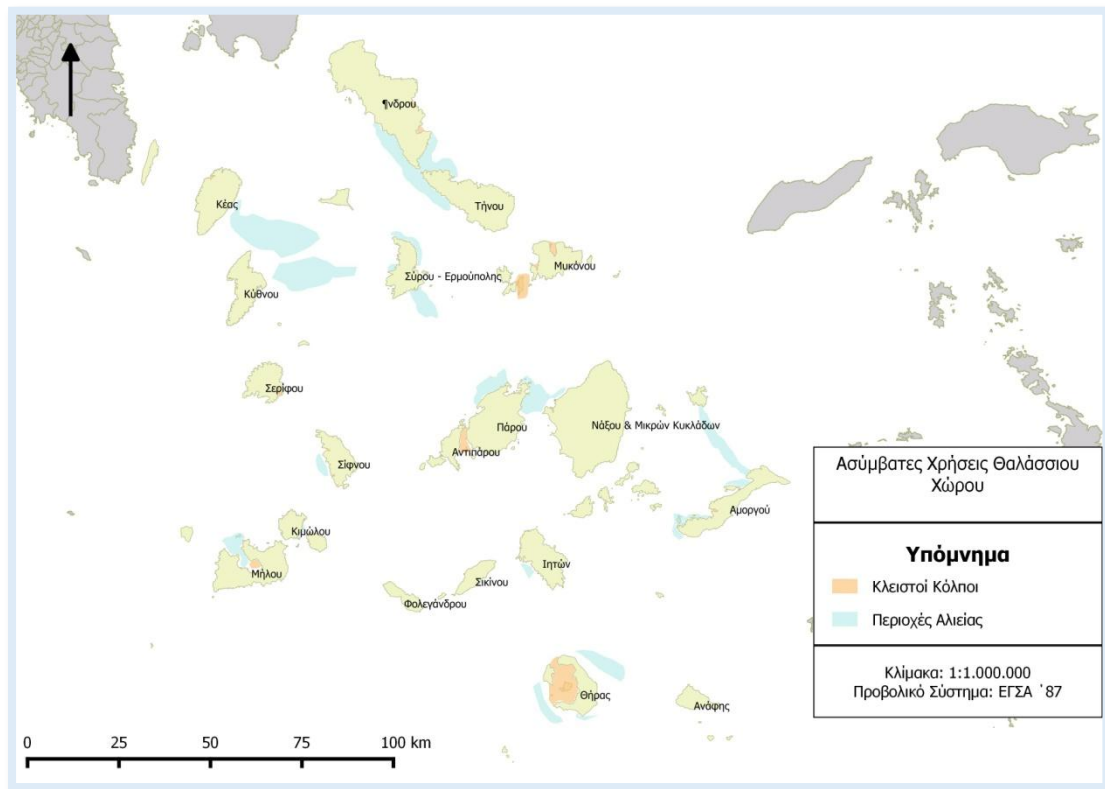
Πηγή: <https://www.marinetraffic.com/>, 2016

9<sup>ο</sup> Κριτήριο: Συμβατότητα ανάπτυξης αιολικών πάρκων χωρίς να επηρεάζονται οι περιοχές αλιείας στην περιοχή των Κυκλάδων. Έτσι, επιλέγονται ως περιοχές αποκλεισμού όλες οι περιοχές αλιείας που έχουν ψηφιοποιηθεί.

Τέλος, τα δύο τελευταία κριτήρια αφορούν τη διασφάλιση της λειτουργικότητας των θαλάσσιων αιολικών πάρκων, δηλαδή τη μέγιστη απόσταση από την ακτή καθώς και την έκταση του ΘΑΠ.

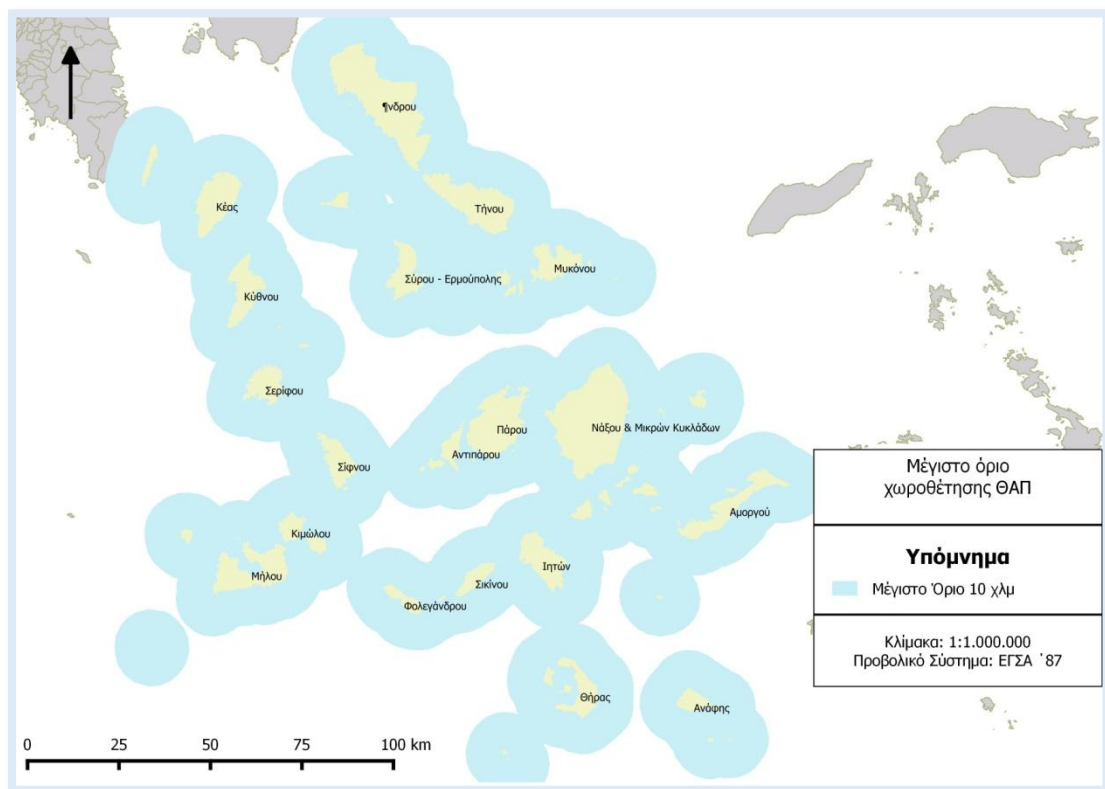
10<sup>ο</sup> Κριτήριο: Σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ, ορίζεται ως μέγιστη απόσταση 20 χλμ. χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης Στην παρούσα μελέτη ως μέγιστη απόσταση ορίζονται τα 10 χιλιόμετρα από την ακτή για την εξασφάλιση της διασύνδεσης. Παρόμοιες άλλωστε αποστάσεις συναντώνται στη βιβλιογραφία και στη διεθνή εμπειρία (Soker and all, 2000). Πρόκειται, όμως, για απόσταση πολύ μεγαλύτερη από αυτή που συναντάμε στο τρέχον Σχέδιο Δημιουργίας Θαλάσσιων Αιολικών στην Ελλάδα (που αναλύθηκε στην ενότητα 2.3.6), το οποίο ορίζει μέγιστη απόσταση το 1,5 χλμ και κρίνεται ιδιαίτερα μικρή, περιορίζοντας την ανάπτυξη ΘΑΠ στην περιοχή μελέτης, αλλά και γενικότερα στον εγχώριο θαλάσσιο χώρο.

Χάρτης 23: Ασύμβατες χρήσεις θαλάσσιου χώρου



Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Χάρτης 24: Μέγιστο όριο χωροθέτησης ΘΑΠ (10 χλμ)



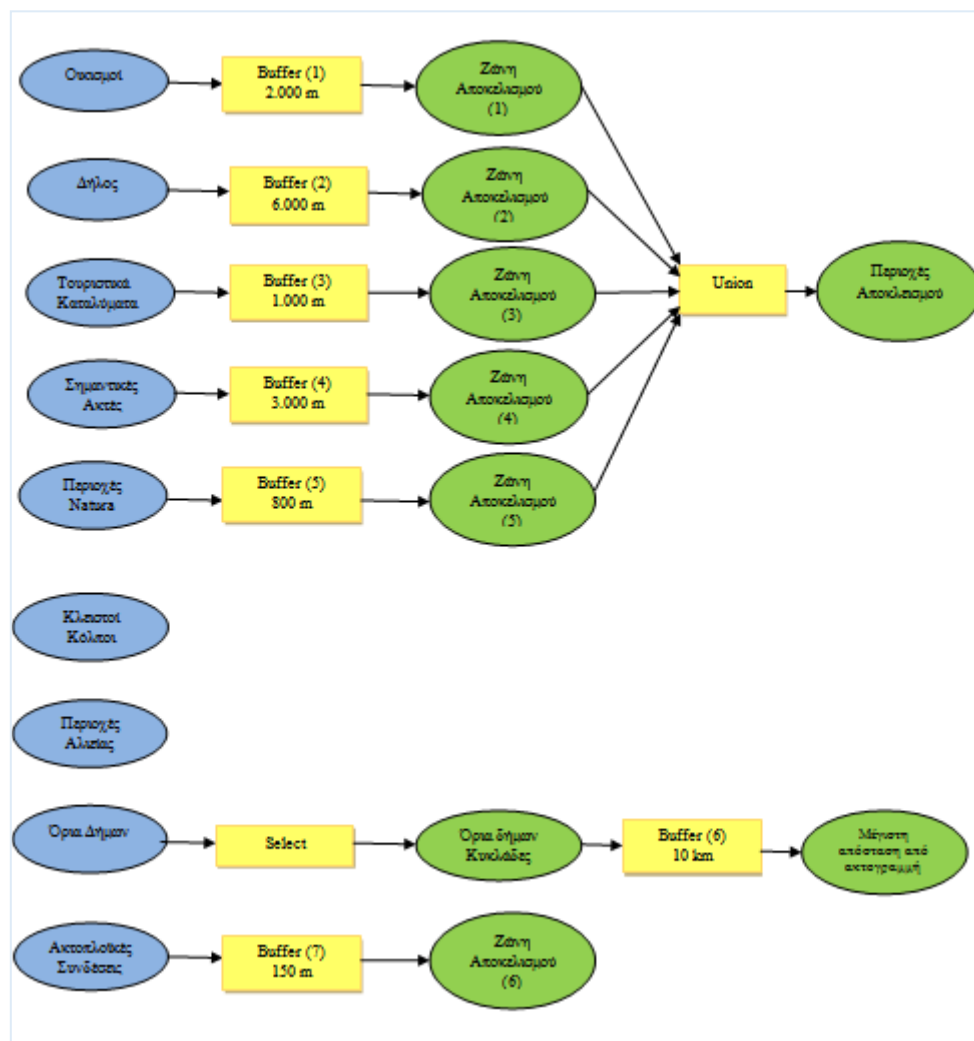
Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

11<sup>ο</sup> Κριτήριο: Ορίζεται ελάχιστη έκταση (εμβαδόν) 0,5 τ.χλμ για την ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων στο εσωτερικό των κατάλληλων περιοχών, που θα έχουν προκύψει από τη χωροθέτηση. Με βάση το ισχύον Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ, η μικρότερη έκταση είναι 0,65 km<sup>2</sup> στο προτεινόμενο ΘΑΠ Πεταλίων, οπότε ορίζουμε ελάχιστη έκταση το μισό τετραγωνικό χιλιόμετρο, Παρ' όλα αυτά, συνήθως, όσο μεγαλύτερη η έκταση, τόσο περισσότερες Α/Γ μπορούν να εγκατασταθούν, με ανάλογα αποτελέσματα στην παραγόμενη ισχύ και τη βιωσιμότητα της επένδυσης.

#### 4.4 Επιλογή κατάλληλων τοποθεσιών χωροθέτησης ΘΑΠ

Σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια, δημιουργείται το διάγραμμα ροής για τον αποκλεισμό των μη κατάλληλων ζωνών:

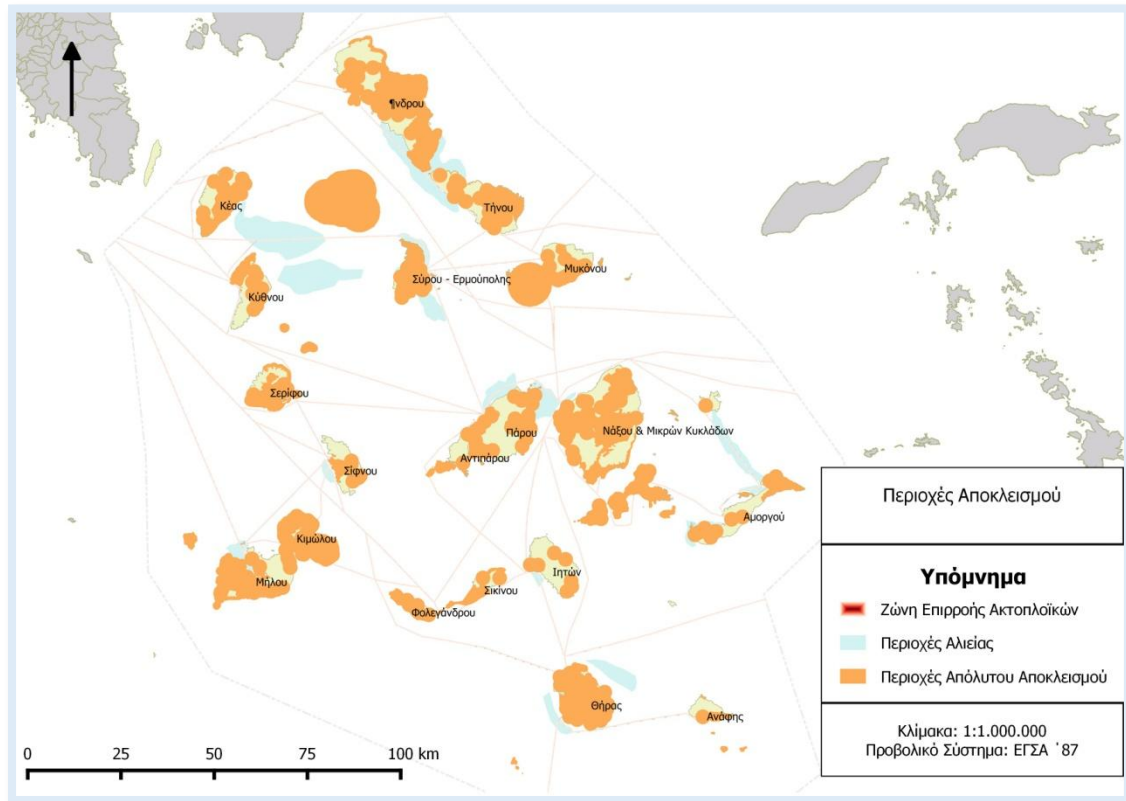
Διάγραμμα 17: Διάγραμμα διαδικασιών περιοχών αποκλεισμού



Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Έπεται ο χάρτης με τις περιοχές αποκλεισμού:

Χάρτης 25: Περιοχές Αποκλεισμού



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο χάρτη 25 υπάρχουν οι περιοχές απόλυτου αποκλεισμού, αυτές δηλαδή που προέκυψαν από την εφαρμογή των κριτηρίων, τηρώντας τις ελάχιστες αποστάσεις του Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α. για τις ΑΠΕ καθώς και τα συμπληρωματικά κριτήρια (ζώνη επιρροής των ακτοπλοϊκών συνδέσεων και τις περιοχές αλιείας), που ορίστηκαν για την ανεμπόδιστη ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην περιφερειακή ενότητα των Κυκλάδων.

Εν συνεχεία, όπως είδαμε και στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής, στα θαλάσσια αιολικά πάρκα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ανεμογεννήτριες με κατασκευές πάκτωσης/ έδρασης είτε πλωτές ανεμογεννήτριες. Όπως αναλύθηκε, η κάθε περίπτωση έχει τα θετικά και τα αρνητικά της. Οι κατασκευές έδρασης έχουν χρησιμοποιηθεί και υπάρχει πλέον η εμπειρία (σε διεθνές επίπεδο), ενώ ταυτόχρονα πρόκειται για λιγότερη δαπανηρή επένδυση. Αντιθέτως, τα πλωτά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν σε μεγαλύτερα βάθη, να παράγουν μεγαλύτερη ισχύ, ακόμα και να αξιοποιήσουν συνδυαστικά αιολική και κυματική ενέργεια (1.3.2 - 2.δ). Από την άλλη πλευρά, απαιτούν καλύτερο σύστημα δικτύωσης και ανεβάζουν το κόστος της επένδυσης. Συμπληρωματικά, δεν διαθέτουμε ακόμα επαρκή εμπειρία για τις πλωτά συστήματα. Τέλος, εύλογα προκύπτει πως για βάθη μικρότερο των 50 μέτρων, προτιμάται η χρησιμοποίηση Α/Γ πάκτωσης, ενώ για μεγαλύτερα βάθη (έως και 100 μέτρων) επιλέγεται η αξιοποίηση των πλωτών συστημάτων.

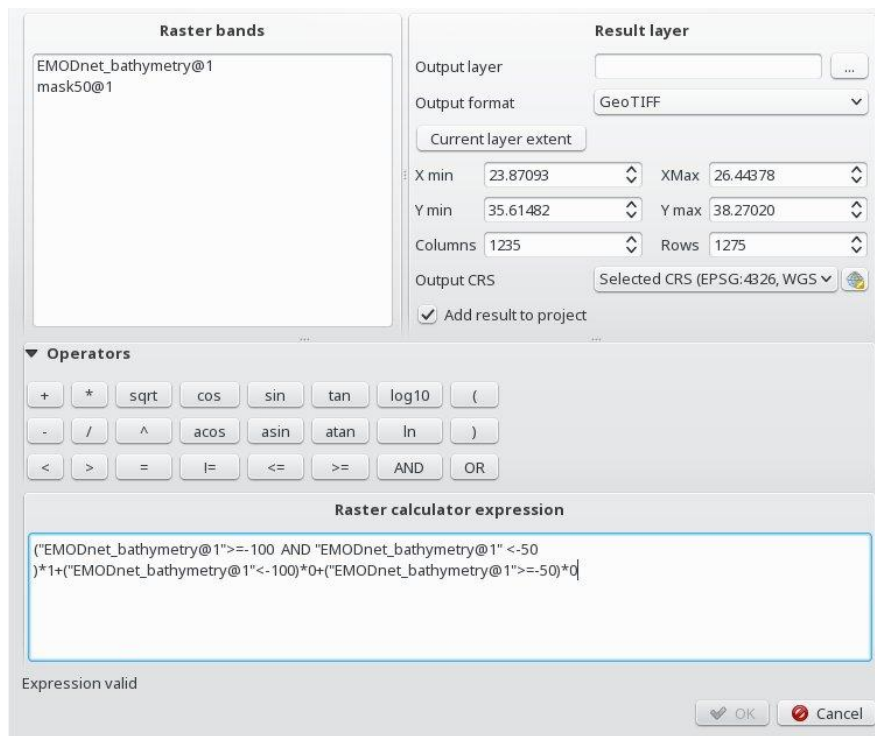
Με βάση τα παραπάνω, προκύπτουν δύο επιλογές για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων ΘΑΠ:

Επιλογή Α: Εγκατάσταση ανεμογεννητριών με κατασκευές έδρασης, δηλαδή που πακτώνονται στον πυθμένα της θάλασσας. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται για βάθη μικρότερων των 50 μέτρων.

Επιλογή Β: Εγκατάσταση ανεμογεννητριών με πλωτές κατασκευές. Οι συγκεκριμένες μπορούν να εγκατασταθούν μέχρι και 100 μέτρα βάθους. Τέθηκε βάθος μεγαλύτερο των 50 μέτρων (51) έως και 100 μέτρα, που είναι το μέγιστο.

Αξιοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο βάθους, μέσω των εντολών Extraction > Clipper «κόβουμε» την περιοχή των Κυκλάδων που μας ενδιαφέρει. Εν συνεχεία, μέσω του “Raster Calculator” του λογισμικού “QGIS” δημιουργούνται δύο συνθήκες: μία για βάθη από 0 έως και 50 μέτρα και η δεύτερη από 51 μέχρι 100 μέτρα βάθους.

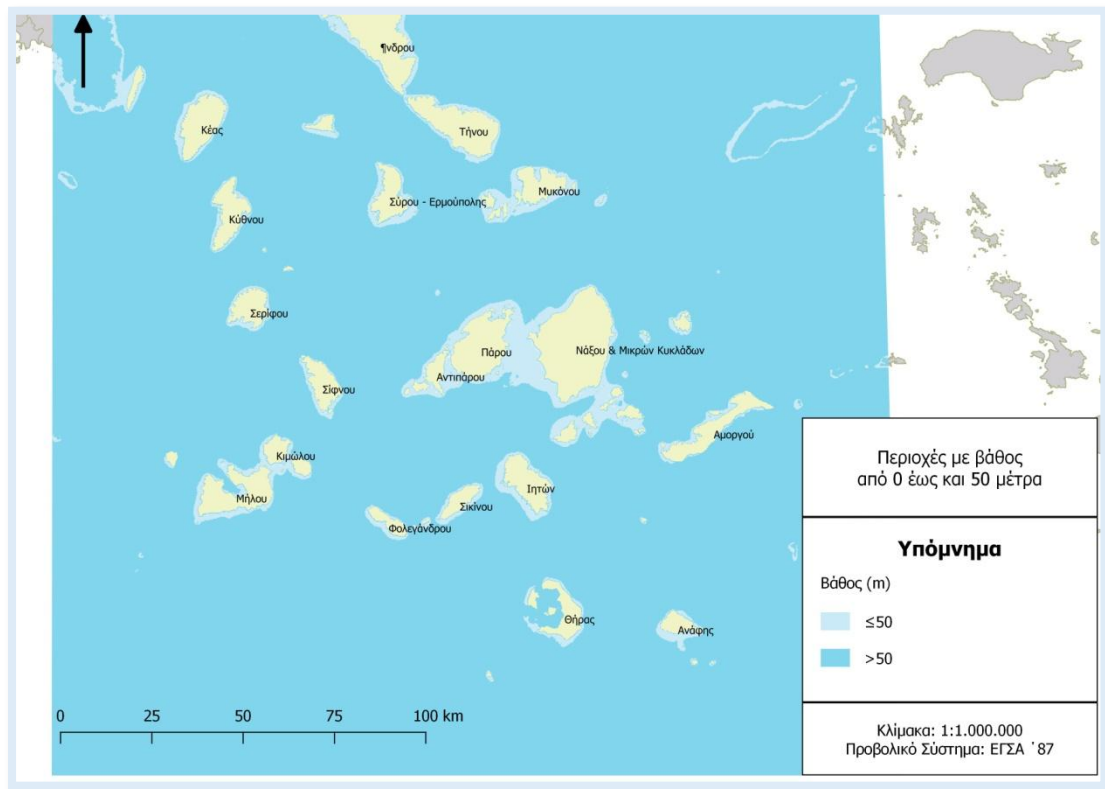
Εικόνα 44: Συνθήκη στο ψηφιακό μοντέλο βάθους



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

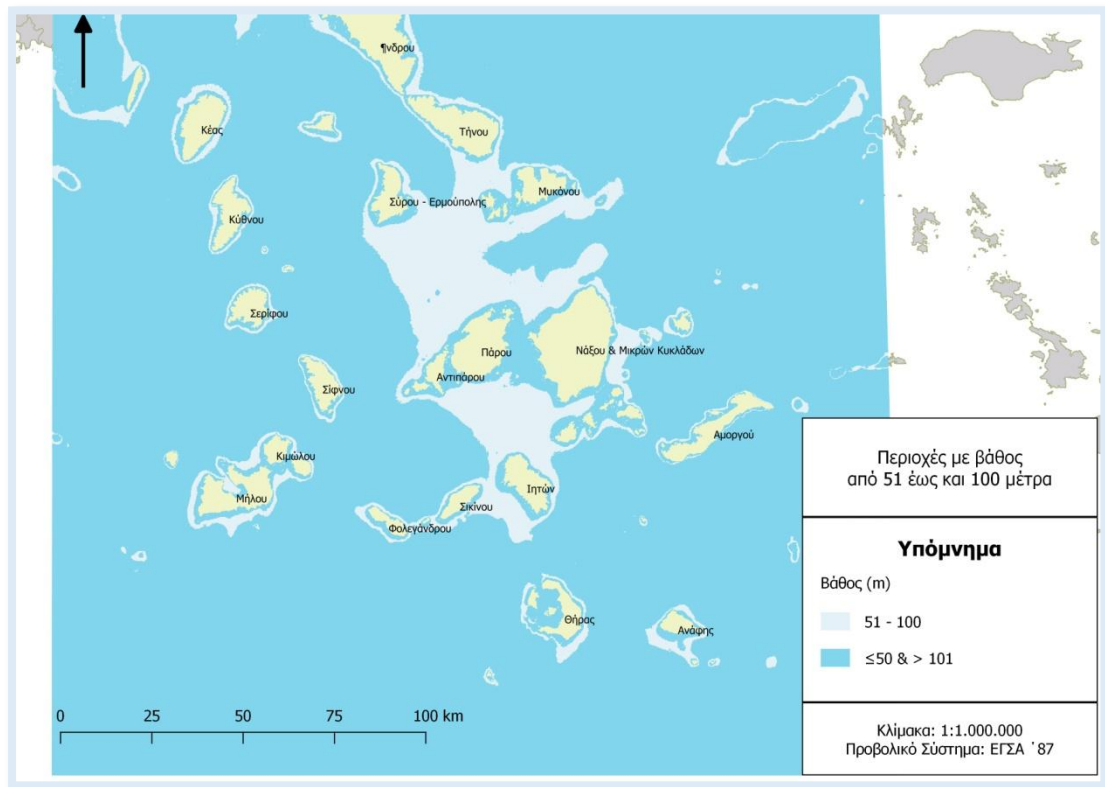
Μετατρέπουμε το ψηφιδωτό αρχείο σε διανυσματικό και στη συνέχεια δίνουμε το χρωματισμό που θέλουμε για το διαχωρισμό των περιοχών. Επομένως, στο χάρτη 26 εντοπίζονται οι περιοχές όπου μπορεί να αξιοποιηθεί η τεχνολογία των ανεμογεννητριών πάκτωσης, ενώ στο χάρτη 27 αντίστοιχα, οι περιοχές όπου μπορούν να εγκατασταθούν οι πλωτές Α/Γ.

Χάρτης 26: Περιοχές με βάθος από 0 έως και 50 μέτρα



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

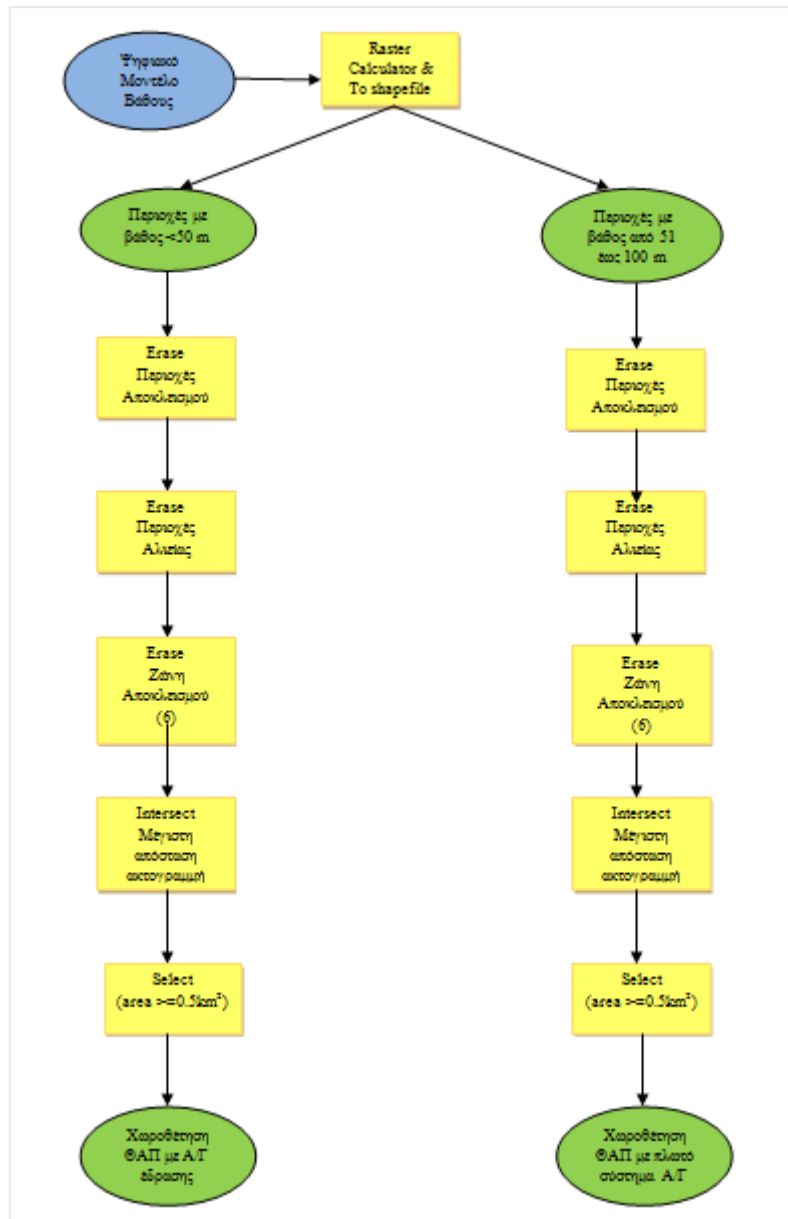
Χάρτης 27: Περιοχές με βάθος από 51 έως 100 μέτρα



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Έπεται το διάγραμμα ροής με τις κατάλληλες περιοχές για τη χωροθέτηση ΘΑΠ, αφενός με κατασκευές έδρασης, αφ' έτερου με πλωτές Α/Γ:

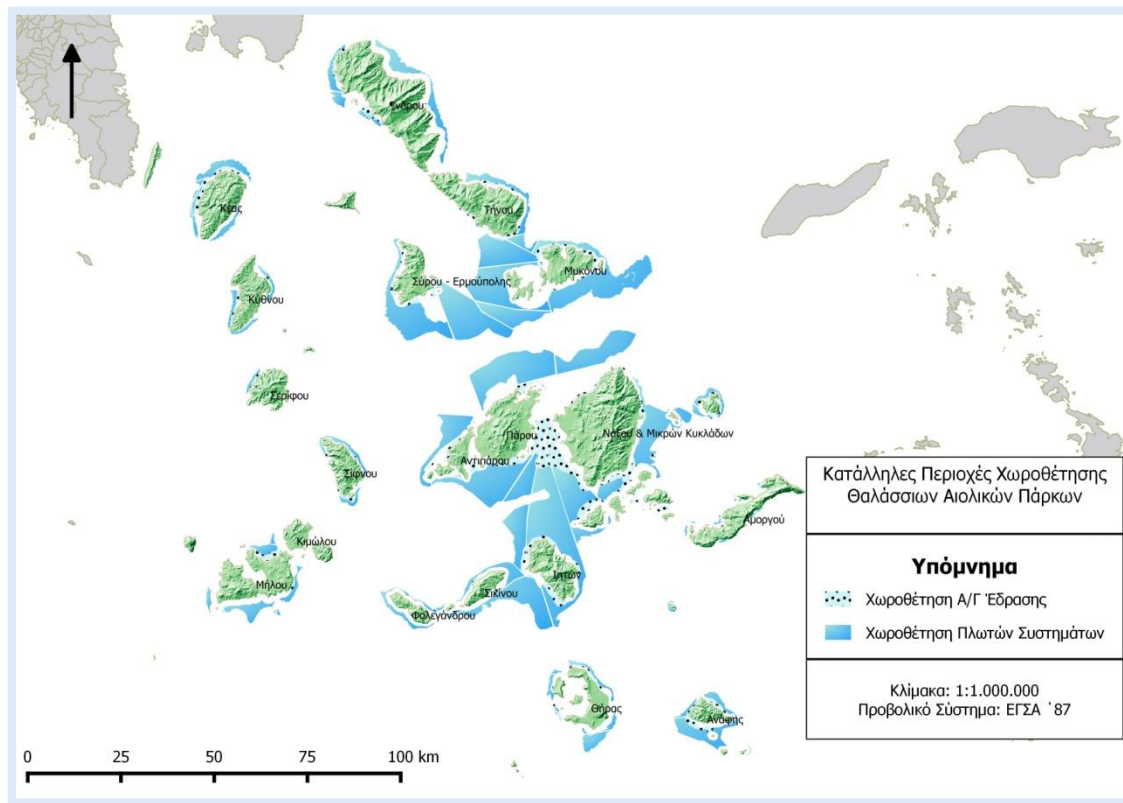
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα διαδικασιών κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση



Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως, έχουν προκύψει οι κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων στις Κυκλάδες. Οι περιοχές αυτές τηρούν όλα τα κριτήρια αποκλεισμού, βρίσκονται εντός ζώνης 10 χλμ από την ακτογραμμή και έχουν όλες εμβαδό μεγαλύτερο των 0,5 τ.χλμ. Ακολουθεί ο χάρτης με τις περιοχές χωροθέτησης για τις κατασκευές έδρασης και τα πλωτά συστήματα ανεμογεννητριών:

Χάρτης 28: Κατάλληλες Περιοχές Χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο χάρτης 28 εμπεριέχει τα πολύγωνα χωροθέτησης. Αυτά διακρίνονται σε περιοχές με δυνατότητα χωροθέτησης ανεμογεννητριών έδρασης και στις αντίστοιχες περιοχές χωροθέτησης πλωτών συστημάτων. Το συνολικό εμβαδόν των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης Α/Γ έδρασης είναι 7.500,30 τετραγωνικά χιλιόμετρα, ενώ η έκταση των κατάλληλων περιοχών για πλωτά συστήματα ανέρχεται στα 22.544,74 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Επομένως, αθροιστικά προκύπτει πως στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων οι κατάλληλες περιοχές για ανάπτυξη θαλάσσιου αιολικού πάρκου καταλαμβάνουν επιφάνεια ίση με 30.045,04 km<sup>2</sup>, η οποία αντιστοιχεί περίπου στο 1/10 της συνολικής έκτασης της περιφερειακής ενότητας.

Παρατηρείται πως παρά τους αρκετούς περιορισμούς στην περιοχή μελέτης, λόγω των πυκνών ακτοπλοϊκών συνδέσεων, τις περιοχές αλιείας (καταλαμβάνοντας σημαντική θαλάσσια έκταση) και το πλήθος των τουριστικών ακτών των νησιών, προκύπτουν αρκετές περιοχές, στις οποίες μπορούν να αναπτυχθούν θαλάσσια αιολικά πάρκα, αξιοποιώντας είτε πακτωμένες είτε πλωτές ανεμογεννήτριες.



#### 4.5 Καθορισμός μέγιστων επιτρεπόμενων πυκνοτήτων αιολικών εγκαταστάσεων

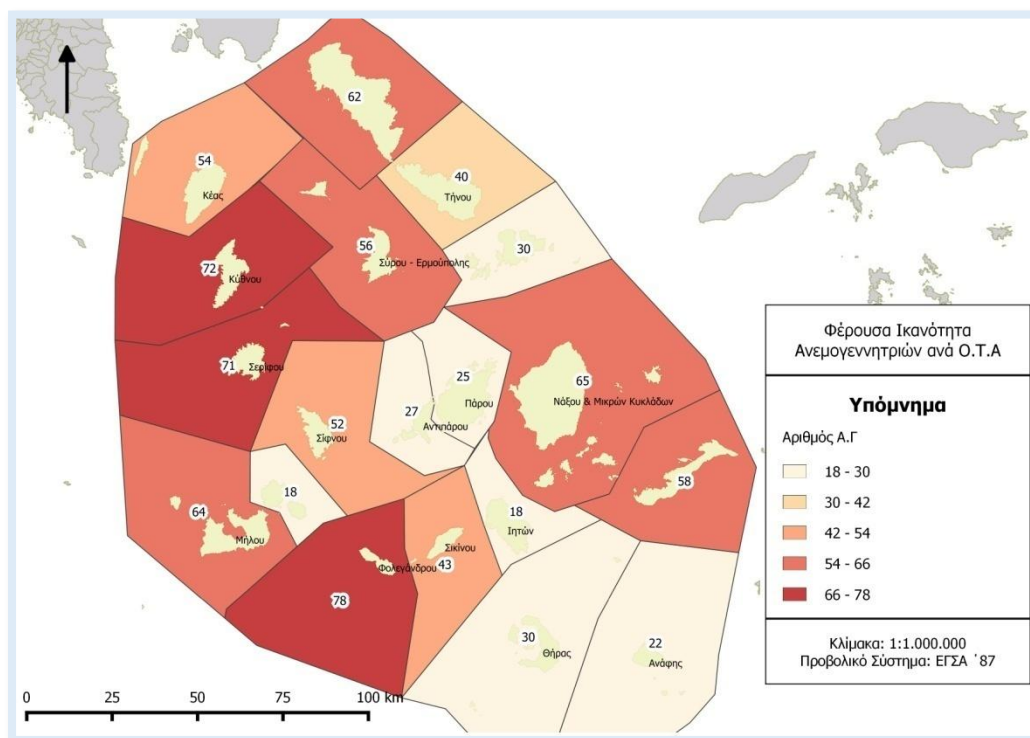
Με βάση τα όσα έχουν καταγραφεί αναφορικά με την μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα των αιολικών πάρκων στην παράγραφο 2.3.3 της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης ανά Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης ανέρχεται στο 4%, δηλαδή σε 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες ανά 1.000 στρέμματα. Οι νησιωτικοί δήμοι αναφέρονται ως οι πλέον τουριστικοί και έχουν το μικρότερο ποσοστό μέγιστης επιτρεπόμενης κάλυψης συγκριτικά με τους υπολοίπους.

Στο θαλάσσιο χώρο των Κυκλάδων δεν έχουν αναπτυχθεί αιολικά πάρκα. Βέβαια, δεν πρέπει να λησμονείται πως οι συγκεκριμένες θαλάσσιες εκτάσεις μπορούν να αξιοποιηθούν για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος σε επίπεδο:

- ✓ υπο-περιφερειακών Ενοτήτων (στο εσωτερικό των Κυκλάδων),
- ✓ Περιφερειακής Ενότητας Κυκλάδων,
- ✓ ή ακόμη και σε επίπεδο Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.

Έπεται η χαρτογραφική απεικόνιση (χάρτης 29) με το μέγιστο αριθμό ανεμογεννητριών ανά Ο.Τ.Α Κυκλάδων, όπως προέκυψε με εφαρμογή του τύπου της φέρουσας ικανότητας των αιολικών εγκαταστάσεων που δίνεται από τη σχέση:  $E_{ισ} = (N_{ισ}) \times 75,86$  στρέμματα, για τυπικές ανεμογεννήτριες διαμέτρου 85 μέτρων:

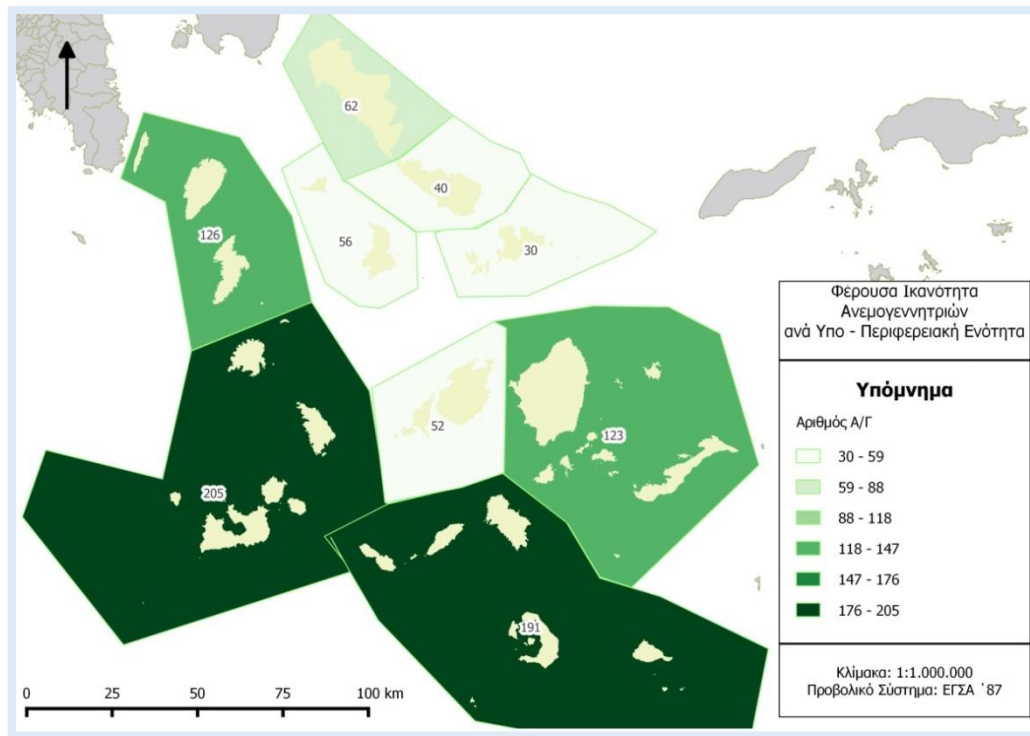
Χάρτης 29: Φέρουσα Ικανότητα Α.Γ ανά Ο.Τ.Α



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ακόμα, εφαρμόστηκε ο ίδιος τύπος σε επίπεδο υπο-περιφερειακής ενότητας στο εσωτερικό των Κυκλάδων (χάρτης 30):

Χάρτης 30: Φέρουσα Ικανότητα Α/Γ ανά Υπο-Περιφερειακή Ενότητα



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά μίας τυπικής ανεμογεννήτριας, ονομαστικής ισχύος 2 ΜV και διαμέτρου 85 μέτρων.

Ακόμα, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών, τοποθετημένες κάθετα με την κατεύθυνση του κυριάρχου ανέμου αντιστοιχεί σε τρεις φορές τη διάμετρο της φτερωτής (3d) της Α/Γ. Αντιθέτως, εάν το ανεπτυγμένα είναι παράλληλο στην κατεύθυνση του κυριάρχου ανέμου, τότε η ελάχιστη ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες οριοθετείται στις 7 φορές τη διάμετρο της φτερωτής (7d) (Ασημακόπουλος, 2007).

Τέλος, σύμφωνα με το Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α των ΑΠΕ σημειώνεται πως τα υπεράκτια αιολικά πάρκα θα πρέπει να έχουν ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη των 2 ΜW.

#### **4.6 Ιεράρχηση κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης ΘΑΠ**

Η συγκεκριμένη παράγραφος αποσκοπεί στην ιεράρχηση των κατάλληλων περιοχών που έχουν προκύψει από την παραπάνω διαδικασία χωροθέτησης. Ακολουθεί πολυκριτηριακή ανάλυση για την αξιολόγηση των περιοχών και τον εντοπισμό των πιο κατάλληλων. Επιλέγεται η πολυκριτηριακή μέθοδος “Electre Tri”, η οποία συγκρίνει εναλλακτικές λύσεις (δράσεις) και ταυτόχρονα συνδυάζεται με τα ΣΓΠ, δημιουργώντας χαρτογραφικές αποδόσεις.

##### **4.6.1 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων: Μέθοδος “Electre Tri” στα “GIS”**

Κύρια επιδίωξη στις εφαρμογές γεωγραφικής ανάλυσης, αποτελεί η λήψη αποφάσεων με βάση την εξέταση παραμέτρων που σχετίζονται με το υπό μελέτη φαινόμενο. Οι

μεταβλητές αντιμετωπίζονται συνδυαστικά έτσι ώστε, μετά τη σύνθεση τους να προσδιορίζονται οι βέλτιστες, ανάμεσα σε διαφορετικές εναλλακτικές επιλογές. Είναι γεγονός ότι η ανάπτυξη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) βοήθησε σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων που αφορούν στο σχεδιασμό και τη διαχείριση του χώρου (Χαλκιάς, 2015).

Για την ιεράρχηση των περιοχών χωροθέτησης ως προς την καταλληλότητα επιλέχτηκε η χρησιμοποίηση της μεθόδου υπεροχής “Electre Tri”, η οποία βασίζεται στις γενικότερες αρχές της μεθόδου “Electre” συνδυάζεται με τα ΓΠΣ και έχει, μεταξύ άλλων, εφαρμογή στον ενεργειακό τομέα (Lozano et al., 2014). Ταυτόχρονα, έχει το πλεονέκτημα της οπτικής απόδοσης των αποτελεσμάτων της.

Η Θεωρία των Σχέσεων Υπεροχής αποτελεί ένα ιδιαίτερο μεθοδολογικό ρεύμα της Πολυκριτήριας Ανάλυσης, οι βάσεις του οποίου τέθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του '60, με τις εργασίες του Bernard Roy και την παρουσίαση των μεθόδων της οικογένειας ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité, Roy, 1968). Έκτοτε, η Θεωρία των Σχέσεων Υπεροχής γνώρισε ιδιαίτερη διάδοση μεταξύ των ερευνητών του χώρου της Πολυκριτήριας Ανάλυσης (Ψαρράς et al., 2015).

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων έχει τους τρεις παρακάτω βασικούς στόχους:

- Την ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων
- Τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα
- Τον εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων

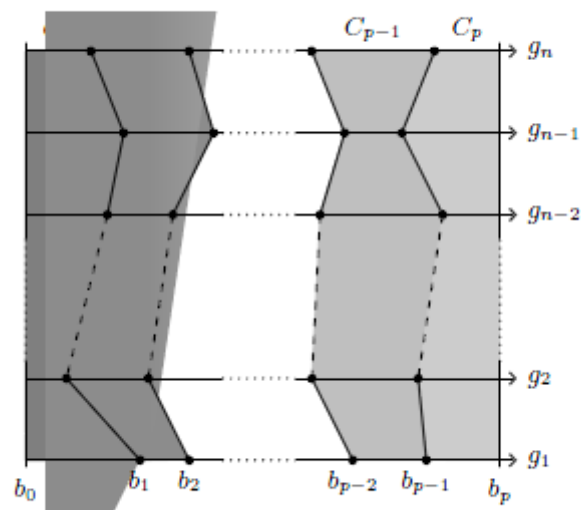
Η ανάπτυξη της σχέσης υπεροχής βασίζεται στις πληροφορίες που παρέχει ο ίδιος ο αποφασίζων. Ο αποφασίζων μπορεί να είναι ο επενδυτής, ο ερευνητής ή ακόμα και δημόσιοι φορείς, όπως για παράδειγμα η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. Οι πληροφορίες αυτές διαφέρουν ανάλογα με τη συγκεκριμένη μέθοδο που χρησιμοποιείται, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αφορούν (Ψαρράς et al., 2015):

- Τα βάρη (σημαντικότητα) των κριτηρίων αξιολόγησης
- Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο.

Η χρήση των κατωφλιών προτίμησης και αδιαφορίας και βέτο συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας ασαφούς σχέσης υπεροχής (Ψαρράς et al., 2015).

Συγκεκριμένα, η μέθοδος “Electre Tri” (που θα χρησιμοποιηθεί στη παρούσα εφαρμογή) έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να κατανέμει διάφορα αντικείμενα σε κατηγορίες από τη χειρότερη προς τη καλύτερη, με βάση ορισμένα κριτήρια. Κάθε κατηγορία χαρακτηρίζεται από τα κατώτερα και τα ανώτερα όρια της, που καλούνται πρότυπα αναφοράς. Για  $n$  κατηγορίες ορίζονται  $n-1$  πρότυπα αναφοράς ( $b_h$ ). Στη συνέχεια προσδιορίζονται τα κριτήρια καθώς επίσης και τα βάρη των κριτηρίων. Το βάρος ενός κριτηρίου προσδιορίζει τη σημασία του κριτηρίου αυτού συγκριτικά με τα υπόλοιπα βάρη. Σε κάθε περίπτωση το άθροισμα των βαρών πρέπει να ισούται με τη μονάδα (Figueira et al., 2001).

Διάγραμμα 19: Σχηματική Απεικόνιση της μεθόδου “Electre Tri”



Πηγή: Sobrie, 2011

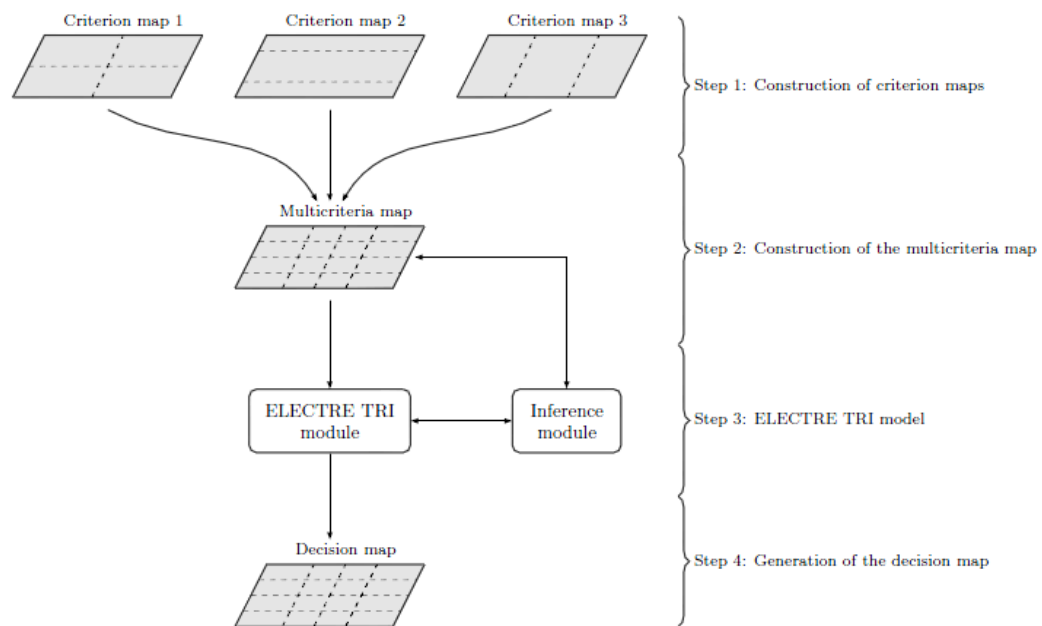
Ακόμη, πρέπει να προσδιοριστούν από τον αποφασίζοντα τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο για κάθε κριτήριο. Το κατώφλι αδιαφορίας  $q_j$ , είναι μια τιμή κάτω από την οποία είναι αδιάφορη η σύγκριση μεταξύ μιας εναλλακτικής και ενός προτύπου αναφοράς. Αντίστοιχα, το κατώφλι προτίμησης  $p_j$ , είναι μια τιμή πάνω από την οποία μια εναλλακτική προτιμάται ξεκάθαρα έναντι ενός προτύπου αναφοράς. Το κατώφλι βέτο πρόκειται για αριθμούς με πλήθος ισάριθμο με αυτό των κριτηρίων. Συμβολίζονται με  $v_1, v_2, \dots, v_n$  και έχουν ως στόχο να ελέγχουν αν ανατρέπεται η υπεροχή μεταξύ δυο δράσεων λόγω μεγάλης διαφοράς στις τιμές μεταξύ κριτηρίων. Πρακτικά εκφράζουν τότε δυο δράσεις γίνονται ασύγκριτες (Figueira et al, 2001).

Τέλος, πρέπει να εισάγουμε ένα επίπεδο κοπής, το οποίο συμβολίζεται με «λ». Η τιμή του επιπέδου κοπής προσδιορίζει τις ασαφείς σχέσεις μεταξύ των αντικείμενων, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μία σαφής σχέση υπεροχής, δηλαδή ορίζει τη μικρότερη τιμή που είναι συμβατή για τον ισχυρισμό πως μία εναλλακτική υπερτερεί μίας άλλης (Figueira et al, 2001).

Με βάση τη λογική της μεθόδου και τις διαζευκτικές συγκρίσεις που πραγματοποιεί, προκύπτει πως κάποια εναλλακτική λύση (δράση) μπορεί να «ισαπέχει» από τα όρια δύο κατηγοριών, οπότε δημιουργείται πρόβλημα για το που πρέπει να ενταχθεί. Έτσι, υπάρχουν δύο μέθοδοι, αυτή της αισιόδοξης και αυτής της απαισιόδοξης λογικής, δηλαδή εάν η δράση αποδίδεται στη υψηλότερη ή στη χαμηλότερη κατηγορία αντίστοιχα (Figueira et al, 2001).

Στο σχήμα που έπεται παρουσιάζονται αναλυτικά τα επιμέρους στάδια της μεθόδου για την εξαγωγή της τελικής πληροφορίας. Με βάση όλες τις παραμέτρους που έχουν οριστεί από το χρήστη – αποφασίζοντα, η μέθοδος παρουσιάζει το παραγόμενο αποτέλεσμα, δηλαδή ένα νέο θεματικό επίπεδο, που εμπεριέχει όλες τις περιοχές ιεραρχημένες σε  $n$  κατηγορίες (C).

Διάγραμμα 20: Μεθοδολογία της “Electre Tri” στα ΣΓΠ



Πηγή: Sobrie, 2011

#### 4.6.2 Εφαρμογή Μεθόδου: Ιεράρχηση περιοχών με βάση τη καταλληλότητα

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η πολυκριτηριακή διαδικασία για την ιεράρχηση των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων στην περιοχή των Κυκλάδων. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε δύο φορές, μία για τις χωροθέτηση ΘΑΠ με την τεχνολογία των Α/Γ εδράσεων και μία για την τεχνολογία των πλωτών κατασκευών. Θα παραχθούν δύο νέοι χάρτες, όπου θα απεικονίζεται η ιεράρχηση των περιοχών αυτών, ως προς την καταλληλοτητά τους σε τρεις κατηγορίες ( $C_1$ ,  $C_2$  και  $C_3$ ) με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Στην πρώτη κατηγορία θα περιέχονται οι περιοχές με υψηλό βαθμό καταλληλότητας, η τρίτη θα περιέχει τις περιοχές εκείνες με χαμηλό βαθμό καταλληλότητας, ενώ η δεύτερη κατηγορία είναι ενδιάμεση (με μεσαίο βαθμό καταλληλότητας).

Οι περιοχές που έχουν προκύψει καλύπτουν όλα τα κριτήρια της ισχύουσας νομοθεσίας καθώς και τα επιπλέον κριτήρια που τέθηκαν για τη συμβατότητα των θαλάσσιων χρήσεων και τη βιωσιμότητα της επένδυσης. Στο συγκεκριμένο στάδιο, ορίζονται τέσσερα κριτήρια, προκειμένου να συγκρίνουμε (μέσω της μεθόδου Electre Tri) τις περιοχές χωροθέτησης. Μέσω των πολλαπλών ζωνών επιρροής (plug-in: multi ring buffer) και της μέτρησης αποστάσεων του «QGIS» δημιουργούμε τη βάση δεδομένων για κάθε ένα από τα δύο θεματικά επίπεδα, δηλαδή της χωροθέτησης Α/Γ έδρασης και της χωροθέτησης πλωτών συστημάτων. Δημιουργούνται τέσσερα νέα πεδία: εμβαδόν, απόσταση από περιοχές Natura, απόσταση από την ακτογραμμή και απόσταση από τις σημαντικές παραλίες της περιοχής μελέτης. Αυτά τα τέσσερα νέα πεδία αντιστοιχούν και στα τέσσερα κριτήρια που θα χρησιμοποιήσουμε για την ιεράρχηση των περιοχών χωροθέτησης:

1. Οικονομικό Κριτήριο: Εμβαδόν Πολυγώνου ( $g_1$ )
2. Περιβαλλοντικό Κριτήριο: Απόσταση από περιοχές Natura ( $g_2$ )
3. Κοινωνικό Κριτήριο: Απόσταση από σημαντικές παραλίες ( $g_3$ )
4. Τεχνικό Κριτήριο: Απόσταση από ακτογραμμή ( $g_4$ )

Επεξηγηματικά, θεωρείται πως όσο μεγαλύτερη μία θαλάσσια έκταση τόσο περισσότερες ανεμογεννήτριες μπορούν να τοποθετηθούν, επομένως τόσο πιο παραγωγική και συμφέρουσα θα χαρακτηριζόταν η επένδυση. Πρέπει όμως να διασφαλίζεται η περιβαλλοντική προστασία και η ισορροπία στα οικοσυστήματα της περιοχής μελέτης, οπότε το περιβαλλοντικό κριτήριο αφορά την απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές Natura. Το κοινωνικό κριτήριο σχετίζεται με τη οπτική όχληση. Επομένως, εκτιμάται πως όσο πιο μακριά βρίσκεται μια πιθανή περιοχή χωροθέτησης ΘΑΠ από σημαντικές παραλίες, τόσο μικρότερη αναμένεται να είναι και η ενδεχόμενη αντίδραση του τοπικού πληθυσμού. Τέλος, το τεχνικό κριτήριο έχει σχέση με τη διασύνδεση, καθώς όσο πιο μακριά είναι το θαλάσσιο αιολικό πάρκο από την ακτογραμμή τόσο αυξάνει η δυσκολία σύνδεσης τους με το(α) γειτονικό(α) νησί(α).

Αρχικά, εγκαθιστούμε το επιπρόσθετο πρόγραμμα “Electre Tri” μέσω των διαθέσιμων προσθέτων του «QGIS». Στην επιφάνεια εργασίας του προγράμματος τοποθετούμε το θεματικό επίπεδο και ορίζουμε τον αριθμό των κατηγοριοποιημένων περιοχών που θέλουμε να εξάγουμε ως τελικό αποτέλεσμα (στην περίπτωσή μας τρεις). Στη συνέχεια ορίζουμε τα βάρη των κριτηρίων, σύμφωνα με τον πίνακα 23:

Πίνακας 23: Προσδιορισμός βαρών των κριτηρίων

Κριτήρια ( $g_j$ )	Βάρη ( $k_j$ )	Min/Max
Εμβαδόν ( $g_1$ )	0,40	Max
Απόσταση από Natura ( $g_2$ )	0,25	Max
Απόσταση από παραλίες ( $g_3$ )	0,20	Max
Απόσταση από ακτογραμμή ( $g_4$ )	0,15	Min

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ακολουθεί ο προσδιορισμός των προτύπων αναφοράς. Αυτά, όπως αναφέρθηκε, ορίζουν τα κατώτερα και τα ανώτερα όρια των τριών κατηγοριών  $C_1$   $C_2$  και  $C_3$  αντίστοιχα. Οι τιμές τω προτύπων προέκυψαν με βάση την ίση καταμέτρηση (equal count) του λογισμικού (Properties – Style – Graduated – Equal Count).

Πίνακας 24: Προσδιορισμός προτύπων αναφοράς

Πρότυπο Αναφοράς ( $b_h$ )	Εμβαδόν ( $km^2$ )	Απόσταση από Natura (m)	Απόσταση από παραλίες (m)	Απόσταση από ακτογραμμή (m)
$b_1$	30	3.000	500	100
$b_2$	7,3	1.000	3.000	800

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, προσδιορίζονται τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης για κάθε κριτήριο, ενώ δεν κρίθηκε απαραίτητη η χρήση του βέτο:

Πίνακας 25: Κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης

Κριτήρια ( $g_i$ )	Κατώφλια Αδιαφορίας ( $q_i$ )	Κατώφλια Προτίμησης ( $p_i$ )
Εμβαδόν ( $g_1$ )	1,5 (km <sup>2</sup> )	25 (km <sup>2</sup> )
Απόσταση από Natura ( $g_2$ )	50 (m)	500 (m)
Απόσταση από σημαντικές παραλίες ( $g_3$ )	100 (m)	1.000 (m)
Απόσταση από ακτογραμμή ( $g_4$ )	20 (m)	100 (m)

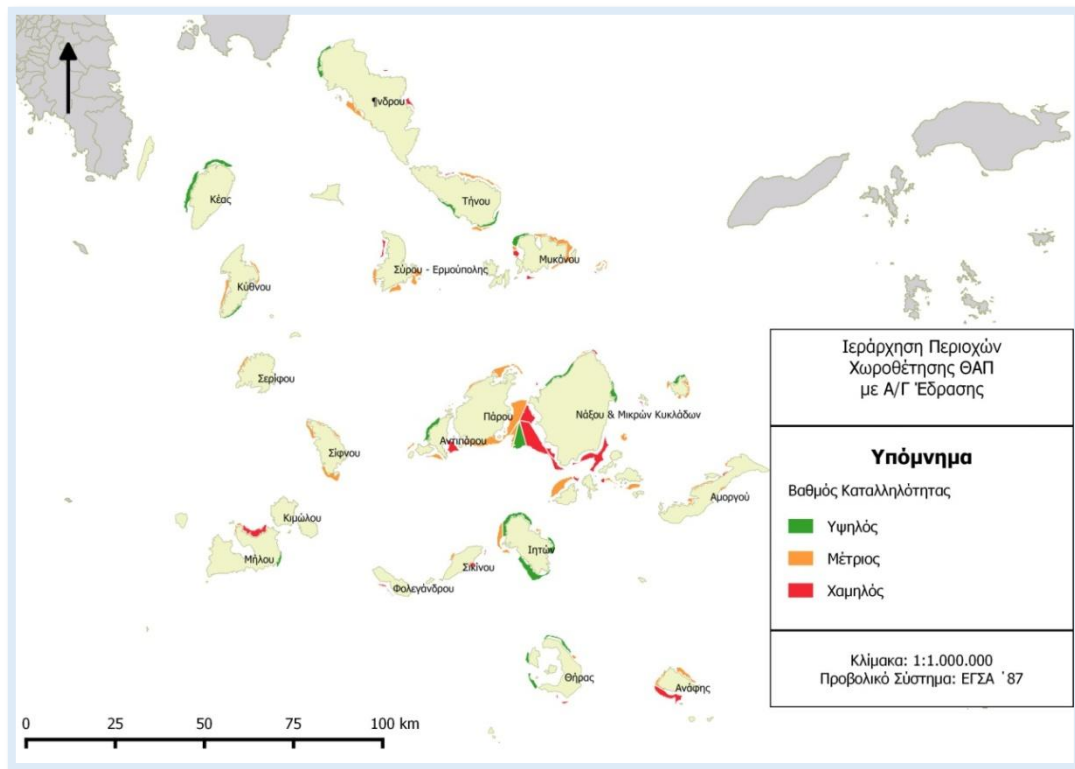
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τέλος, η τιμή του επιπέδου κοπής ( $\lambda$ ) που χρησιμοποιήθηκε είναι 0,75 (προεπιλεγμένη επιλογή) και ακολουθήθηκε η απαισιόδοξη διαδικασία της μεθόδου “Electre Tri” (καθώς δεν κρίθηκε αναγκαίο να δοθεί συγκριτικό πλεονέκτημα σε κάποιες από τις εναλλακτικές περιοχές).

Η διαδικασία που παρουσιάστηκε εφαρμόζεται δύο φορές, προκειμένου να ιεραρχηθούν οι υποψήφιες περιοχές χωροθέτησης για τις κατασκευές έδρασης και για τα πλωτά συστήματα.

Έχοντας ολοκληρώσει όλα τα προηγούμενα βήματα που αναλύθηκαν στο πρόσθετο “Electre Tri”, πραγματοποιείται η εφαρμογή της μεθόδου και εξάγονται τα δύο θεματικά επίπεδα με τα ιεραρχημένα πολύγωνα χωροθέτησης. Έπονται οι δύο χαρτογραφικές αποδόσεις με τις ιεραρχημένες περιοχές χωροθέτησης ως προς την καταλληλότητα για τις τεχνολογίες ανεμογεννητριών έδρασης (χάρτης 31) και για τις τεχνολογίες των πλωτών ανεμογεννητριών (χάρτης 32) καθώς και οι πίνακες με τον αριθμό των πολυγώνων και τα συνολικά εμβαδά των περιοχών αυτών:

Χάρτης 31: Ιεράρχηση Περιοχών Χωροθέτησης ΘΑΠ με Α/Γ Έδρασης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Παρατηρείται πως οι καταλληλότερες περιοχές βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από την ακτογραμμή, άρα και το δίκτυο διασύνδεσης, αρκετά μακριά από τις περιοχές Natura, ενώ ταυτόχρονα καταλαμβάνουν σημαντική έκταση, κατάλληλη να υποστηρίξει σημαντικό αριθμό ανεμογεννητριών. Για παράδειγμα, το (πράσινο) πολύγωνο ανάμεσα στην Πάρο και τη Νάξο, βρίσκεται σε απόσταση άνω των 5,5 χιλιομέτρων από την κοντινότερη σημαντική παραλία, απέχει 3.200 μέτρα από την κοντινότερη προστατευόμενη περιοχή και έχει έκταση 125,66 km<sup>2</sup>.

Πίνακας 26: Αριθμός πολύγωνων, εμβαδόν και ποσοστό κάλυψης για Α/Γ έδρασης

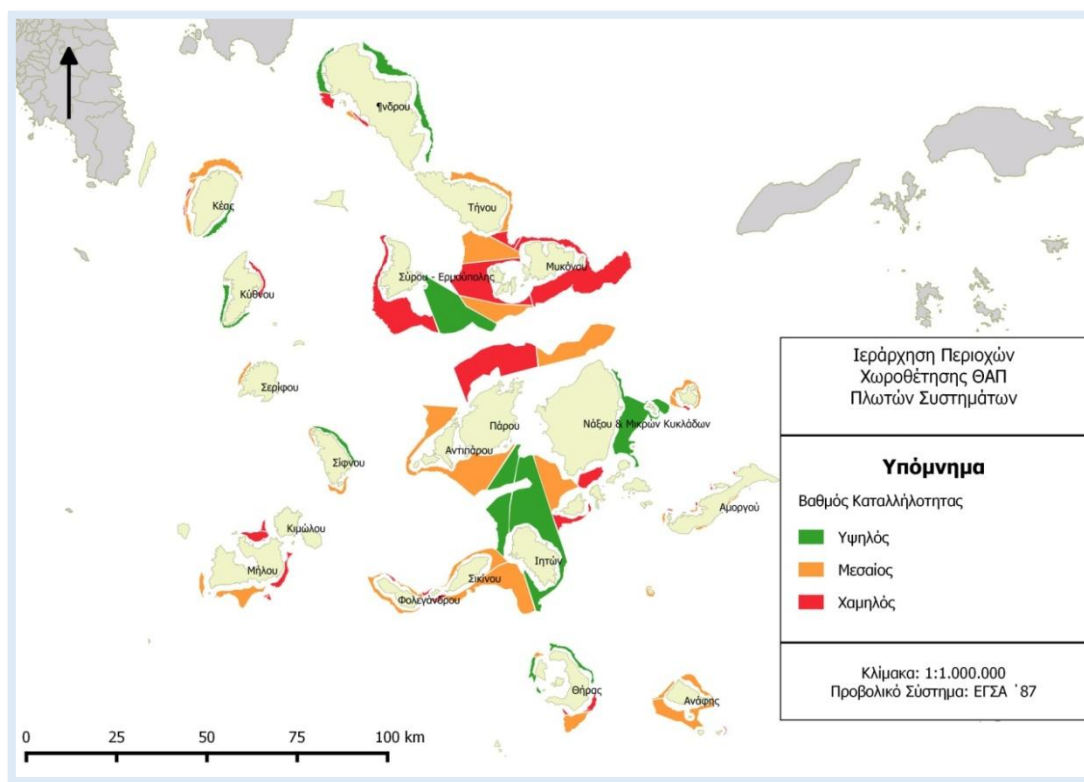
Βαθμός Καταλληλότητας	Αριθμός Πολυγώνων	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Υψηλός	19	1.024,5	13,70
Μεσαίος	59	5.489,5	73,10
Χαμηλός	30	986,3	13,20
<b>Σύνολο</b>	<b>108</b>	<b>7.500,3</b>	<b>100</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τον πίνακα 26 προκύπτει πως 19 περιοχές αξιολογήθηκαν με υψηλό βαθμό καταλληλότητας, καταλαμβάνοντας συνολική έκταση μεγαλύτερη των 1.000 στρεμμάτων. Τα περισσότερα πολύγωνα χαρακτηρίζονται με μεσαίο βαθμό καταλληλότητας, καταλαμβάνοντας ταυτόχρονα το 73,1 της έκτασης των υποψήφιων περιοχών χωροθέτησης αιολικών πάρκων με κατασκευές έδρασης.



Χάρτης 32: Ιεράρχηση Περιοχών Χωροθέτησης ΘΑΠ Πλωτών Συστημάτων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με βάση το χάρτη 32, οι περιοχές με τον υψηλότερο βαθμό καταλληλότητας εντοπίζονται περιμετρικά των νησιών Άνδρου, Κέας, Κύθνου, Σεριφου και Σαντορίνης. Παράλληλα, οι μεγαλύτερες και ταυτόχρονα κατάλληλες εκτάσεις συναντώνται ανοιχτά της Σύρου και της Νάξου, καθώς επίσης και ανάμεσα στην Πάρο και στην Ίο. Πρόκειται για θαλάσσιες περιοχές με βάθος μεταξύ των 50 και των 100 μέτρων, στις οποίες μπορούν να αναπτυχθούν μεγάλα θαλάσσια αιολικά πάρκα.

Πίνακας 27: Αριθμός πολυγώνων, εμβαδόν και ποσοστό κάλυψης Πλωτών Συστημάτων

Βαθμός Καταλληλότητας	Αριθμός Πολυγώνων	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Υψηλός	14	5.217,5	23,15
Μεσαίος	31	9.327,64	41,35
Χαμηλός	30	7.999,6	35,50
<b>Σύνολο</b>	<b>75</b>	<b>22.544,74</b>	<b>100</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τον πίνακα 27 συμπεραίνεται πως 14 πολύγωνα από το σύνολο των 75 έχουν υψηλό βαθμό καταλληλότητας για τη χωροθέτηση θαλάσσιου αιολικού πάρκου με την τεχνολογία των πλωτών συστημάτων και αυτό συνεπάγεται σε θαλάσσια έκταση των 5.217,5 τετραγωνικών χιλιομέτρων.

#### 4.7 Πρόταση Χωροθέτησης ΘΑΠ στις Κυκλάδες

Έχοντας ολοκληρώσει τις διαδικασίες χωροθέτησης και την αξιολόγηση των κατάλληλων περιοχών, έχουν προκύψει τα πολύγωνα με υψηλό βαθμό καταλληλότητας. Αυτά αποτελούν τις καλύτερες υποψήφιες περιοχές χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην περιοχή των Κυκλάδων. Έπεται η αναλυτική παρουσίαση της πρότασης για δημιουργία ΘΑΠ στην περιοχή μελέτης.

##### 4.7.1 Πρόταση συνδυαστικού ΘΑΠ 442 MW Κυκλάδων

Παρατηρώντας τους χάρτες 31 και 32, με την εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης για την ιεράρχηση των περιοχών που έχουν προκύψει από τη διαδικασία τη χωροθέτησης, διαπιστώνεται πως υπάρχει μία συνέχεια μεταξύ των πιο κατάλληλων πολυγώνων χωροθέτησης Α/Γ έδρασης με τα αντίστοιχα των πλωτών συστημάτων.

Η συνάφεια αυτή μεταξύ των κατάλληλων περιοχών μας δίνει τη δυνατότητα να προτείνουμε τη δημιουργία ενός καινοτόμου θαλάσσιου αιολικού πάρκου, το οποίο θα συνδυάζει τους δύο τύπους τεχνολογιών των ανεμογεννητριών. Η θέση που επιλέγεται για τη συγκεκριμένη πρόταση εντοπίζεται ανάμεσα στα νησιά Πάρο, Νάξο και Ίο με συνολικό εμβαδόν 28.832 στρέμματα και 53 χιλιόμετρα περίμετρο. Η συγκεκριμένη έκταση είναι ικανή να φιλοξενήσει 290 τυπικές ανεμογεννήτριες.

Στη πρόταση που θα παρουσιαστεί όμως, κρίθηκε σκόπιμο να εγκατασταθεί μικρότερος αριθμός Α/Γ, προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη ασφάλεια, η μικρότερη δυνατή αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και η δημιουργία, πιθανόν, λιγότερων αντιδράσεων. Προκειμένου όμως να μην μειωθεί η παραγόμενη ισχύς, προτείνεται η χρησιμοποίηση ανεμογεννητριών μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος από την τυπική ανεμογεννήτρια των 2 MW και των 85 μέτρων της διαμέτρου του ρότορα.

Συγκεκριμένα, για το πολύγωνο των 3.700 στρεμμάτων, προτείνεται η εγκατάσταση 24 ανεμογεννητριών έδρασης με δομή έδρασης τριπόδου, επειδή η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει καλύτερα αποτελέσματα από την ανεμογεννήτρια μονού πυλώνα και τη δομή βαρύτητας σε μεγαλύτερα βάθη (έως 50 μέτρων). Η κάθε μία ανεμογεννήτρια θα έχει ονομαστική ισχύ 3 MW, με διάμετρο ρότορα 120 μέτρων. Το ύψος της ανέρχεται στα 100 m. Επίσης, η λειτουργία της σταματάει σε ταχύτητα ανέμου μικρότερη των 3 m/s και μεγαλύτερη των 12,5 m/s. Ο παραγόμενος ήχος φτάνει στα 106,5db(A). Η συνολική ονομαστική ισχύ θα ανέρχεται στα 70 MW.

Με βάση τον κανόνα ότι οι ανεμογεννήτριες πρέπει να έχουν μεταξύ τους αποστάσεις τριών και επτά διαμέτρων, προκύπτει η χωροθέτηση 24 ανεμογεννητριών εντός του πολυγώνου, σε έξι σειρές. Η πρώτη σειρά θα έχει δύο ανεμογεννήτριες, η δεύτερη και η τρίτη από τρεις, η τέταρτη και η πέμπτη από 5 ενώ η έκτη και τελευταία σειρά θα έχει 6 Α/Γ. Η μεταξύ τους απόσταση ορίζεται στα 500 μέτρα, απόσταση μεγαλύτερη των 360 μέτρων ( $3d = 3 \times 120 = 360$  m). Η απόσταση ανάμεσα σε κάθε σειρά τέθηκε 1.000 μέτρα, η οποία είναι μεγαλύτερη των 840 μέτρων, που αντιστοιχεί σε 7d.

Στο δεύτερο πολύγωνο, αυτό των κατάλληλων περιοχών εγκατάστασης πλωτών συστημάτων, το οποίο έχει συνολικό εμβαδόν 24.850 στρέμματα, προτείνεται η δημιουργία δύο μικρότερων επιμέρους πολυγώνων και η εγκατάσταση σταθμού υπηρεσιών στο μέσο αυτού. Η συγκεκριμένη πρόταση διατυπώθηκε λόγω της γεωμετρίας του συγκεκριμένου πολυγώνου.

Το συγκεκριμένο πολύγωνο θα εμπεριέχει συνολικά 74 πλωτές ανεμογεννήτριες με της τεχνολογίας “semi-submersible” με ονομαστική ισχύ 5 MW η καθεμιά με διάμετρο ρότορα ίσο με 150 μέτρα. Η συνολική ονομαστική ισχύ θα ανέρχεται στα 370 MW.

Με βάση τη διάμετρο του ρότορα ( $d=150\text{m}$ ) ορίζονται οι αποστάσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών αλλά και των σειρών. Επομένως, για την περιοχή χωροθέτησης των πλωτών συστημάτων ορίστηκε απόσταση ίση με 650 μέτρα ( $>3d=450\text{m}$ ) και η κάθε σειρά απέχει 1.300 μέτρα, δηλαδή απόσταση μεγαλύτερη των 1.050 μέτρων που αντιστοιχεί σε  $7d$ .

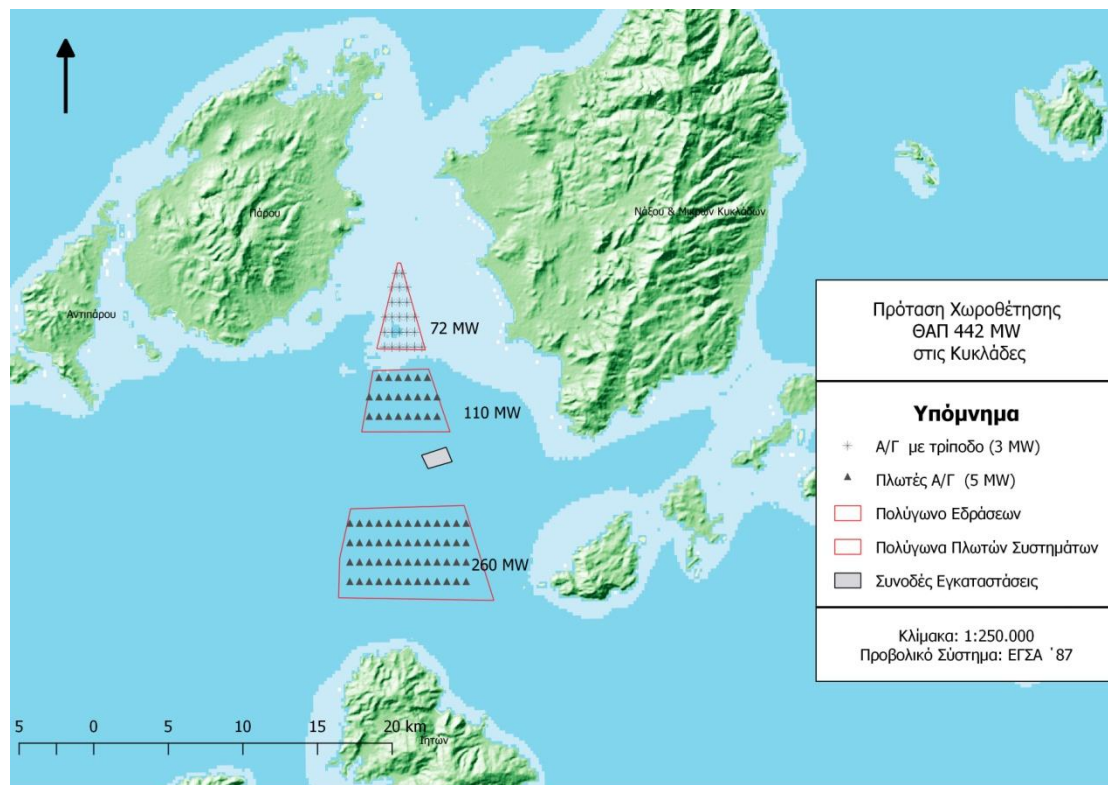
Αναλυτικά, στο βόρειο πολύγωνο προτείνεται η εγκατάσταση 22 πλωτών Α/Γ, οι οποίες θα είναι διατεταγμένες σε 3 σειρές. Η πρώτη σειρά απαρτίζεται από 6 Α/Γ ενώ η δεύτερη και η τρίτη σειρά θα έχουν 8 Α/Γ η καθεμιά. Στο νότιο πολύγωνο οριοθετούνται 52 συνολικά ανεμογεννήτριες, διατεταγμένες σε 4 σειρές των 13 ανεμογεννητριών η καθεμιά.

Ανάμεσα στα δύο αυτά πολύγωνα, προτείνεται η δημιουργία ενός σταθμού εγκαταστάσεων συνοδών υπηρεσιών. Ο σταθμός αυτός θα εμπεριέχει ελικοδρόμιο για τη προσγείωση ελικοπτερου και ένα μικρό κάβο για τη δυνατότητα προσάραξης ρυμουλκού. Ακόμα, πάνω σε αυτό θα δημιουργηθούν εγκαταστάσεις με όλα τα απαραίτητα και σύγχρονα μέσα, έτσι ώστε να παρακολουθείται και να εποπτεύεται η λειτουργία του θαλάσσιου αιολικού πάρκου.

Το νότιο όριο του προτεινόμενου ΘΑΠ απέχει 3,1 χλμ από το βορειότερο άκρο της Ίου. Το ανατολικό όριο έχει ελάχιστη απόσταση 4,2 χλμ από τα δυτικά παράλια της Πάρου ενώ το δυτικό όριο του ΘΑΠ έχει ελάχιστη απόσταση 5,4 χλμ από τα νοτιοανατολικά παράλια της Νάξου.

Επομένως, τα δύο επιμέρους πολύγωνα των πλωτών συστημάτων καθώς και το πολύγωνο των τεχνολογιών εδράσεως, θα αριθμούν αθροιστικά 98 ανεμογεννήτριες, από τις οποίες οι 24 θα έχουν κατασκευή έδρασης με τρίποδο ενώ οι υπόλοιπες 74 θα είναι αντίστοιχου πλωτού τύπου. Η συνολική ονομαστική ισχύς του ΘΑΠ ανέρχεται σε 442 MW. Το προτεινόμενο ΘΑΠ που περιγράφηκε, παρουσιάζεται μέσω του χάρτη 33, που έπεται:

Χάρτης 33: Πρόταση Χωροθέτησης ΘΑΠ 442 MW στις Κυκλάδες



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τις τιμές (datasheets) που δίνουν δημοφιλείς εταιρείες<sup>8</sup> στον τομέα της κατασκευής ανεμογεννητριών, εκτιμάται πως με μία μέση ετήσια ταχύτητα άνω των 6,5 m/s, η κάθε ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 3 MW από το σύνολο των 24 (των κατασκευών έδρασης) παράγει περίπου 10.000 MWh το χρόνο, δηλαδή οι A/Γ έδρασης αναμένεται να παράγουν 240.000 MWh ανά έτος.

Αντίστοιχα, οι πλωτές ανεμογεννήτριες τύπου “semi-submersible” ονομαστικής ισχύος 5 MW, υπολογίζεται πως παράγουν σε ετήσια βάση 16.500 MWh η καθεμιά. Επομένως, τα δύο πολύγωνα των πλωτών κατασκευών μπορούν να παράγουν 1.221.000 MWh. Άρα, συνολικά το προτεινόμενο ΘΑΠ θα παράγει 1.461.000 MWh ή 1.461 GWh σε ετήσια βάση.

Πόση όμως είναι η παραγόμενη ισχύς συγκριτικά με τις ενεργειακές ανάγκες των Κυκλάδων;

Από τον πίνακα 19, αθροιστικά προκύπτει πως η μέση ετήσια ζήτηση της Περιφερειακής Ενότητας των Κυκλάδων ανέρχεται σε 400.035 MWh. Δηλαδή, η προτεινόμενη επένδυση δύναται να παράγει 3,5 φορές τη συνολική μέση ετήσια ζήτηση σε ηλεκτρική ισχύ των Κυκλάδων. Εύκολα γίνεται αντιληπτό πως οι δυνατότητες αξιοποίησης του υπεράκτιου αιολικού δυναμικού της περιοχής μελέτης είναι τεράστιες. Σε κάθε περίπτωση τέτοιου είδους επενδύσεις πρέπει να συνδέονται

<sup>8</sup> <http://www.w2e-rostock.de/turbine-technologies/licensing-of-tomorrows-wind-turbines/>  
<http://www.xemc-darwind.com/Wind-turbines/XE128-5MW>  
[http://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/6\\_MW\\_Brochure\\_Jan.2012.pdf](http://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/6_MW_Brochure_Jan.2012.pdf)

και με τη κατάλληλη διασύνδεση, η οποία έχει δρομολογηθεί να υλοποιηθεί, έτσι ώστε η παραγόμενη ισχύς να μπορεί να διοχετεύεται στο ηπειρωτικό δίκτυο της χώρας, για να μην πηγαίνει χαμένη.

Το μέσο κόστος εγκατάστασης ενός χερσαίου αιολικού πάρκου ανέρχεται στα 1.225 ευρώ/KW, όμως για τα υπεράκτια το κόστος αυξάνει και ορίζεται στα 1.700 ευρώ/KW. Συμπερασματικά, το κόστος της προβλεπόμενης επένδυσης θα ανέρχεται σε 75.140.000 ευρώ.

Τέλος, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής συγκριτικά με τα χερσαία. Ως χρόνο ζωής του προτεινόμενου έργου θα μπορούσαμε να ορίσουμε, συντηρητικά, τα 25 έτη. Αυτό διότι έπειτα από 23 χρόνια λειτουργίας, οι 11 ανεμογεννήτριες του πρώτου υπεράκτιου πάρκου στη Δανία βρίσκονται σήμερα σε εξαιρετική κατάσταση, αφού λειτουργούν με συνέπεια και υψηλή διαθεσιμότητα (Χατζημπίρος, 2014).

Από όλα τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό πως η επιλεγμένη έκταση αποτελεί την καλύτερη δυνατή επιλογή για τη χωροθέτηση υπεράκτιου αιολικού πάρκου μεγάλης παραγόμενης ισχύος στο θαλάσσιο χώρο των Κυκλάδων. Ταυτόχρονα, λόγω της διαφοράς στο βάθος στη συνολική προτεινόμενη έκταση (εντοπίζονται βάθη από 25 έως 100 μέτρα), δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης των δύο διαφορετικών τεχνολογιών, όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

#### **4.7.2 Εκτίμηση οχλήσεων από το προτεινόμενο έργο**

Η συγκεκριμένη ενότητα σχετίζεται με την καταγραφή των πιθανών οχλήσεων από τη δημιουργία του προτεινόμενου υπεράκτιου πάρκου.

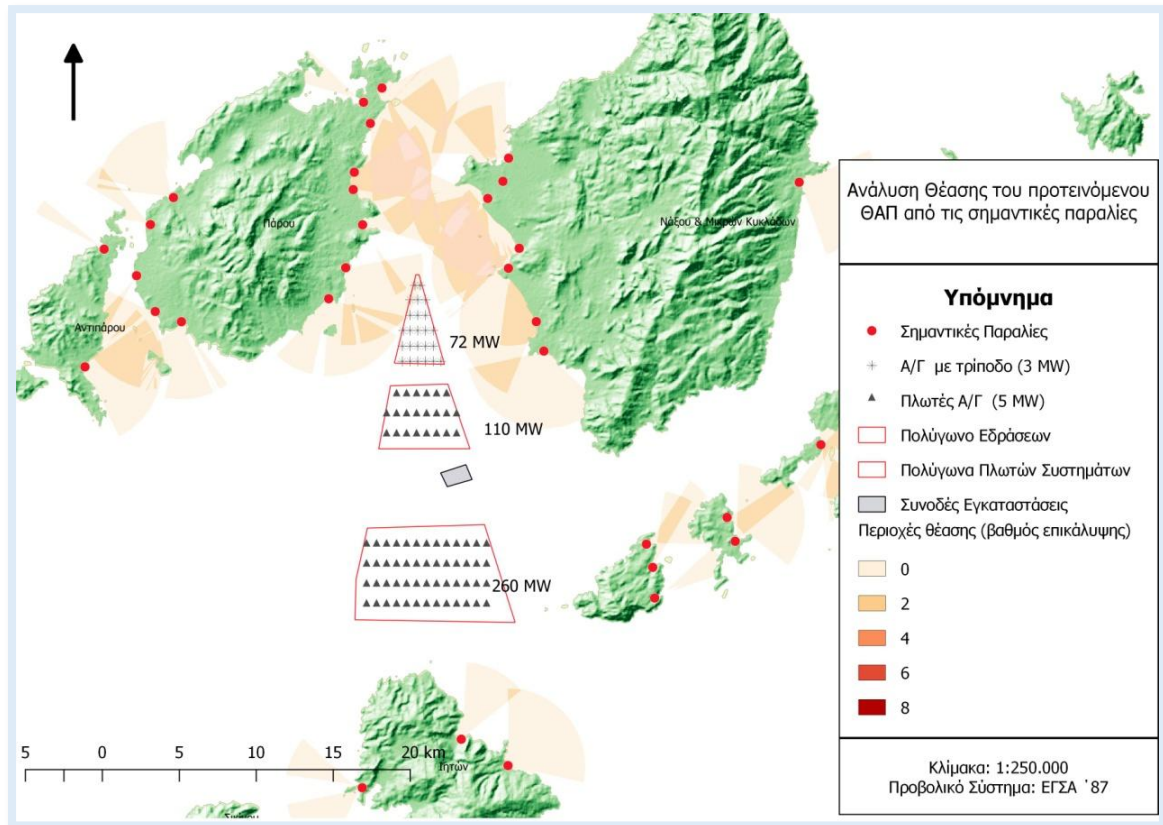
Η προτεινόμενη έκταση βρίσκεται σε απόσταση 4,5 χιλιομέτρων από την κοντινότερη περιοχή Natura με κωδικό: GR4220014, η οποία αποτελεί Τόπο Κοινοτικής Σημασίας (SCI) και υπάγεται διοικητικά στο δήμο Νάξου και μικρών Κυκλάδων. Η συγκεκριμένη απόσταση θεωρείται πως δεν επηρεάζει την εν λόγω περιοχή και δεν επιφέρει επίδραση στους πληθυσμούς της των ειδών της.

Επιπλέον, η κοντινότερη περιοχή αλιείας που έχει ψηφιοποιηθεί απέχει από το βορειότερο άκρο του προτεινόμενου ΘΑΠ σχεδόν έξι χιλιόμετρα. Οι λοιπές καταγεγραμμένες περιοχές αλιείας βρίσκονται εκτός ακτίνας των 10 χλμ. Επομένως, κρίνεται πως δεν επηρεάζονται οι αλιευτικές δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής.

Σε ότι σχετίζεται με την ακουστική όχληση, όπως έχει επισημανθεί και στο πρώτο κεφάλαιο, η διάχυση του παραγόμενου θορύβου από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών είναι συνάρτηση της απόστασης από τη θέση τους. σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η εκπομπή ήχου της τάξης των 105 (dB) από μία ανεμογεννήτρια δεν γίνεται αντιληπτή σε απόσταση άνω του ενός χιλιομέτρου. Επιπλέον, ο παραγόμενος θόρυβος γίνεται αντιληπτός μόνο όταν επικρατούν άνεμοι ταχύτητας 3 – 8 m/s. Σε μεγαλύτερες ταχύτητες, ο θόρυβος των ανεμογεννητριών καλύπτεται από τον ίδιο τον άνεμο. Η διάχυση του θορύβου αυξάνει ανάλογα με την κατεύθυνση πνοής του ανέμου, ενώ σε άλλες διευθύνσεις είναι σημαντικά ελαττωμένη (Κορωναίος, 2012). Τέλος, η τεχνολογία είναι αρωγός στη μείωση των ηχητικών επιπτώσεων από τη δημιουργία των αιολικών σταθμών, μειώνοντας τον παραγόμενο θόρυβο. Η απόσταση του προτεινόμενου αιολικού πάρκου από τις ακτές των γειτονικών νησιών, μπορεί να θεωρηθεί μεγάλη. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ειδική μελέτη για την ακουστική όχληση.

Αναμφίβολα, το ζήτημα που τίθεται για τέτοια έργα, είναι εύλογα η οπτική όχληση, τόσο των ίδιων των κατοίκων όσο και των επισκεπτών των νησιών, αφού αναφερόμαστε στα νησιά Πάρου, Νάξου και Ίου, τα οποία κατατάσσονται στα πλέον τουριστικά ανεπτυγμένα. Για τη διερεύνηση του φαινομένου, αξιοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, πραγματοποιείται ανάλυση θέασης. Για τη συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιείται το πρόσθετο “viewshed analysis” του QGIS, παίρνοντας ως σημεία παρατήρησης τις σημαντικές παραλίες των νησιών και ορίζοντας το ύψος του παρατηρητή στα 1,60 μέτρα. Το αποτέλεσμα δίνεται μέσω της χαρτογραφικής απόδοσης που έπεται:

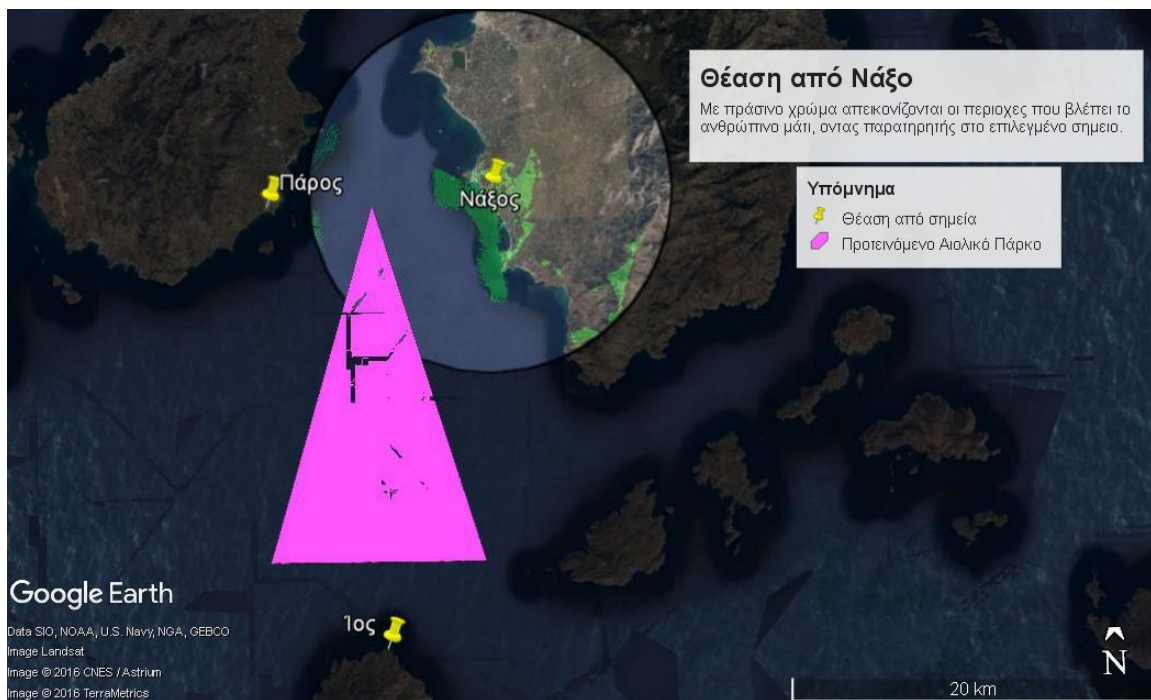
Χάρτης 34: Ανάλυση Θέασης του προτεινόμενου ΘΑΠ από τις σημαντικές παραλίες



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

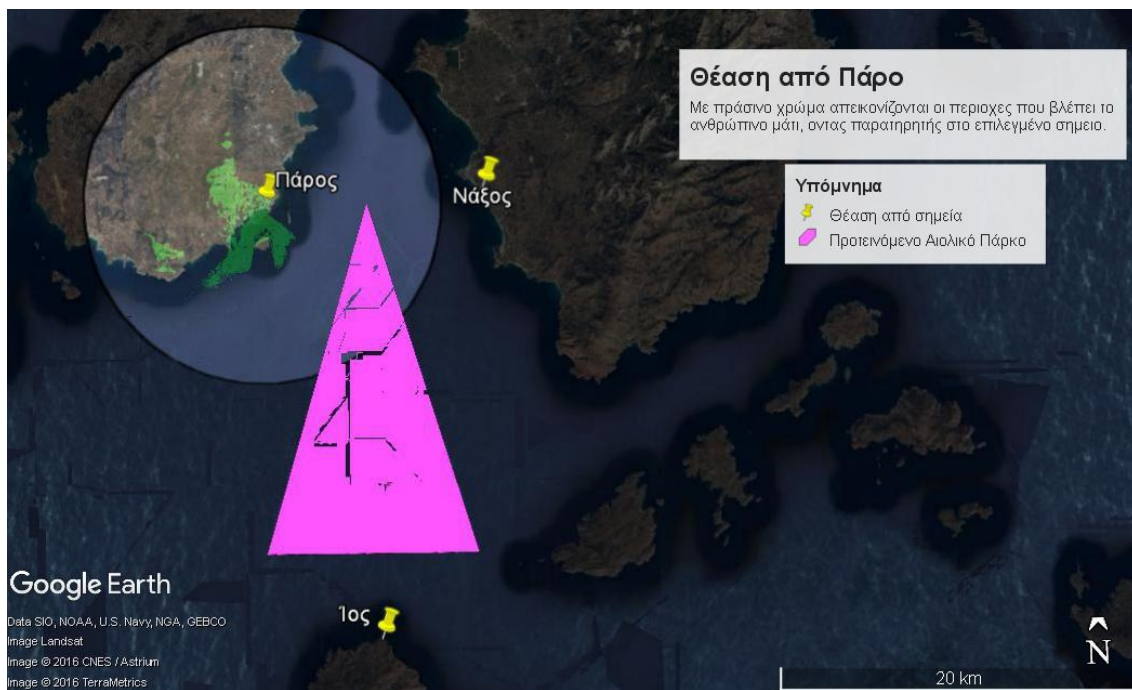
Για περαιτέρω επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της θέασης, χρησιμοποιώντας το εργαλείο: “viewshed tool” του “Google Earth Pro” υπολογίζεται η θέαση περιοχών από επιλεγμένο σημείο. Επιλέχθηκαν τα τρία κοντινότερα σημεία από το προτεινόμενο υπεράκτιο αιολικό, τοποθετώντας ένα σημείο για κάθε ένα από τα νησιά: Νάξο, Πάρο και Ίο. Οι ορατές περιοχές απεικονίζονται με πράσινο χρώμα ενώ όσες δεν φαίνονται με σκούρο καφέ. Τέλος, το συγκεκριμένο εργαλείο δημιουργεί ένα κύκλο ακτίνας 10 χιλιομέτρων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες:

Εικόνα 45: Θέαση ΘΑΠ από Νάξο



Πηγή: Google Earth Pro, ίδια επεξεργασία

Εικόνα 46: Θέαση ΘΑΠ από Πάρο



Πηγή: Google Earth Pro, ίδια επεξεργασία

Εικόνα 47: Θέαση ΘΑΠ από Ίο



Πηγή: Google Earth Pro, ίδια επεξεργασία

Με βάση το χάρτη 34 αλλά και τις τρεις εικόνες που προηγήθηκαν επιβεβαιώνεται πως το προτεινόμενο θαλάσσιο αιολικό πάρκο δεν προκαλεί οπτική όχληση.

Επιπλέον, σύμφωνα με όσα έχουν αναλυθεί στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να βάφονται είτε σε ευχάριστα χρώματα είτε σε χρώματα που ταιριάζουν με το υπόλοιπο φυσικό περιβάλλον.

#### 4.7.3 Συμπληρωματική πρόταση για μικρότερα πολύγωνα

Επιπρόσθετα, στα πολύγωνα χωροθέτησης πλωτών συστημάτων με υψηλή καταλληλότητα που βρίσκονται περιμετρικά νησιών, όπως η Άνδρος, η Κύθνος, η Σίφνος και η Σαντορίνη (σύμφωνα με το χάρτη 32) προτείνεται η εγκατάσταση σύνθετων πλωτών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά απαιτούν σχετικά μικρές εκτάσεις ενώ παράγουν σημαντικά ποσά ισχύος.

Αναλυτικότερα, ένα τέτοιου είδους υπεράκτιο αιολικό πάρκο είναι τοποθετημένο ολόκληρο σε μία πλωτή πλατφόρμα, η οποία είναι αγκυροβολημένη στο βυθό. Έχει εξαγωνικό σχήμα 460 μέτρων πλάτους. Μπορεί να χωρέσει 7 μεγάλες ανεμογεννήτριες και περί τις 30 μικρές, φτάνοντας σε συνολική ονομαστική ισχύ 50 MW, ικανό να παράγει 100.000 MWh ανά έτος. Επεξηγηματικά η εγκατάσταση ενός μόνο τέτοιου συστήματος ανά νησί καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της Σίφνου και της Κύθνου, ενώ καλύπτει το 1/3 των ενεργειακών αναγκών του διασυνδεδεμένου συμπλέγματος Άνδρου – Τήνου και το 1/6 του διασυνδεδεμένου νησιωτικού συμπλέγματος Θήρας – Θηρασιάς αντίστοιχα. Ακολουθεί εικόνα της προτεινόμενης πλωτής πλατφόρμας ανεμογεννητριών:



Εικόνα 48: Πλωτή πλατφόρμα ανεμογεννητριών



Πηγή: <http://www.hexicon.eu/>, 2016

Εν κατακλείδι, επισημαίνεται πως παρουσίαση της πρότασης δεν αποτελεί ολοκληρωμένη μελέτη για την εγκατάσταση υπεράκτιου αιολικού πάρκου στην περιοχή των Κυκλάδων. Αντικείμενο της εργασίας ήταν, αρχικά, ο εντοπισμός των κατάλληλων περιοχών όπου μπορεί να εγκατασταθεί υπεράκτιο αιολικό πάρκο και εν συνεχεία, η ιεράρχηση των περιοχών αυτών, έτσι ώστε να παραχθεί ένα τελικό αποτέλεσμα με αξιολόγηση των περιοχών ως προ το βαθμό καταλληλότητάς τους.

Η πρόταση είχε σαν σκοπό την παρουσίαση ενός έργου μέσω του οποίου η εκμετάλλευση του υπεράκτιου αιολικού δυναμικού των Κυκλάδων θα έδινε λύσεις στις παρούσες αλλά και στις μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες της περιοχής αναφοράς. Επίσης, η πρόταση είναι εναρμονισμένη με το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο, αλλά υπάγεται σε μία λογική επενδύσεων κλίμακας, η οποία συναντάται στη διεθνή εμπειρία και ιδίως σε θαλάσσια αιολικά πάρκα της βορείου Ευρώπης.

Τέλος, κρίνονται απαραίτητες οι συμπληρωματικές έρευνες - μελέτες: μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, πολυκριτηριακή ανάλυση για την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας, τεχνική μελέτη για τις διαδικασίες εγκατάστασης και τον προγραμματισμό των έργων, μελέτη για το παραγόμενο θόρυβο κατά τη φάση κατασκευής του έργου, κοινωνικοοικονομική ανάλυση κόστους οφέλους και τέλος πρόγραμμα παρακολούθησης των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και των βενθικών πληθυσμών.

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Περαιτέρω Έρευνα



Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται ανάλυση των συμπερασμάτων της εργασίας. Παρουσιάζοντας χάρτες από τη διεθνή βιβλιογραφία, μέσω των οποίων εντοπίζονται οι κατάλληλες περιοχές ανάπτυξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ευρώπη, μεταξύ των οποίων συναντάται και η περιοχή μελέτης.

Επικεντρώνοντας στα χαρακτηριστικά της περιοχής, διαπιστώνεται ότι οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες των Κυκλάδων σε συνδυασμό με το καλό υπεράκτιο αιολικό δυναμικό της περιοχής δημιουργούν τις προϋποθέσεις για εγκατάσταση τεχνολογιών αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στο θαλάσσιο χώρο της συγκεκριμένης περιφερειακής ενότητας.

Έτσι, οδηγούμαστε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων της πρακτικής εφαρμογής, η οποία υλοποιήθηκε στο τέταρτο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα των υποψήφιων περιοχών χωροθέτησης θαλάσσιων αιολικών πάρκων καθώς και η αξιολόγηση τους παρουσιάζεται μέσω χαρτογραφικών αποδόσεων και πινάκων. Συμπερασματικά, προκύπτει πως ο θαλάσσιος χώρος των Κυκλάδων ενδείκνυται για ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών σταθμών.

Τέλος, παραθέτονται ιδέες για περαιτέρω έρευνα, αξιοποιώντας τα δεδομένα και τα παραγόμενα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

## 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Περαιτέρω Έρευνα

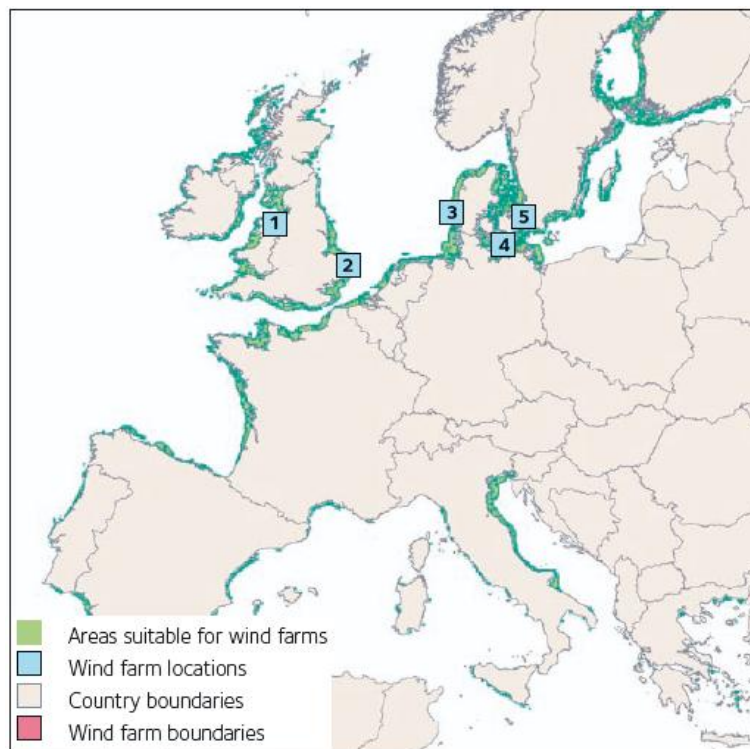
### 5.1 Συμπεράσματα Εργασίας

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια συντελεί στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, μειώνοντας ταυτόχρονα τη χρήση των συμβατών πηγών ενέργειας. Η αιολική τεχνολογία είναι η πιο ανεπτυγμένη μεταξύ των ΑΠΕ. Το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό μπορεί να καλύψει επτά φορές τη ζήτηση ενέργειας στην Ευρώπη και τέσσερις φορές την αντίστοιχη στις ΗΠΑ. Επιπρόσθετα, υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στους ενεργειακούς στόχους της ΕΕ, αυξάνοντας την εγκατεστημένη ισχύ των θαλάσσιων αιολικών πάρκων.

Τη δεδομένη χρονική στιγμή, περίπου το 10% των ετήσιων νέων αιολικών εγκαταστάσεων στην Ευρώπη είναι υπεράκτιες. Η τεχνολογική εξέλιξη σταδιακά επιτρέπει τη δημιουργία εγκαταστάσεων σε μεγάλα βάθη, δημιουργώντας ολοένα και πιο αποδοτικές ανεμογεννήτριες, ενώ και τα συνολικά κόστη αναμένεται να μειωθούν. Επιπλέον, η υπεράκτια βιομηχανία συνεισφέρει στην ευρωπαϊκή ανταγωνιστικότητα και ηγετική θέση στην αιολική ενέργεια, καθώς δημιουργεί απασχόληση στην ΕΕ, μειώνει την εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές και ενδυναμώνει την ασφάλεια των ενεργειακών προμηθειών (Χατζημπίρος, 2014).

Σύμφωνα με την έρευνα της Greenpeace (Snodin, 2008) για την προώθηση της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη μέσω θαλάσσιων αιολικών πάρκων, έχουν καταγραφεί οι περιοχές που είτε ήδη λειτουργούν ΘΑΠ είτε έχουν επαρκές αιολικό δυναμικό και προτείνονται για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών. Οι περιοχές αυτές παρουσιάζονται στο χάρτη 35:

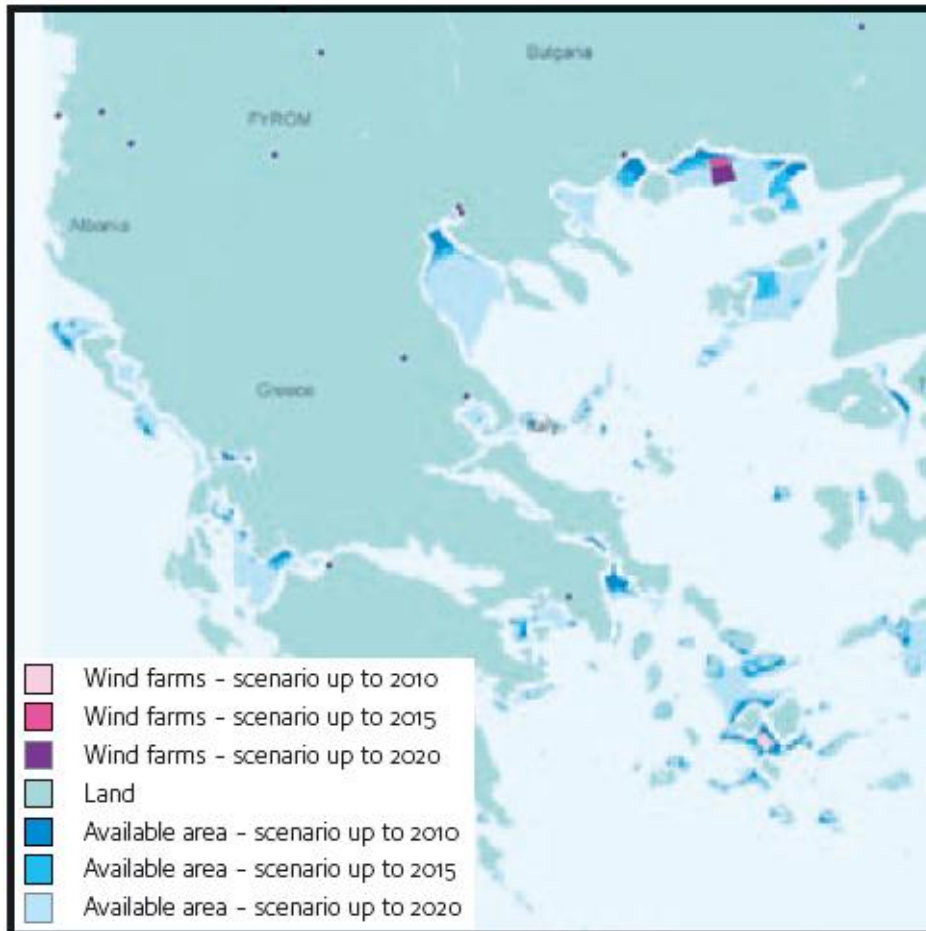
Χάρτης 35: Κατάλληλες περιοχές για ανάπτυξη ΘΑΠ στην Ευρώπη



Πηγή: Snodin, 2008

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, ο θαλάσσιος ελληνικός χώρος προσφέρει πολλές δυνατότητες για τη δημιουργία ΘΑΠ. Παρατηρώντας το χάρτη 36 βλέπουμε αρκετές κατάλληλες περιοχές, που δεν εντοπίζονται όμως στο Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ στην Ελλάδα (που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 2.3.6), μεταξύ των οποίων και εκτάσεις στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων.

Χάρτης 36: Κατάλληλες περιοχές για ανάπτυξη ΘΑΠ στην Ελλάδα



Πηγή: Snodin, 2008

Επιπρόσθετα, έχει αργήσει χαρακτηριστικά η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στο θαλάσσιο χώρο της Ελλάδας, δημιουργώντας πολλαπλά ερωτήματα. Με ποια λογική προκρίθηκαν περιοχές στο Σχέδιο Δημιουργίας ΘΑΠ στην Ελλάδα, ενώ ταυτόχρονα απουσιάζει παντελώς από αυτό ολόκληρη η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, όταν η περιοχή των Κυκλάδων διαθέτει το καλύτερο αιολικό δυναμικό της χώρας. Είναι υπαρκτός ή όχι ο φόβος εναντίωσης της τοπικής κοινωνίας αναφορικά με το αν θα πληγεί η τουριστική εικόνα της περιοχής; Υπάρχει η απαιτούμενη ενημέρωση; Την ίδια στιγμή που στη Δανία και στην Αγγλία τα υπεράκτια αιολικά πάρκα αποτελούν πόλο έλξης για τους τουρίστες. Είναι άραγε η χώρα εξαρτώμενη από τις συμβατικές πηγές ενέργειας ή μήπως μπορούν να αποφευχθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση τους;

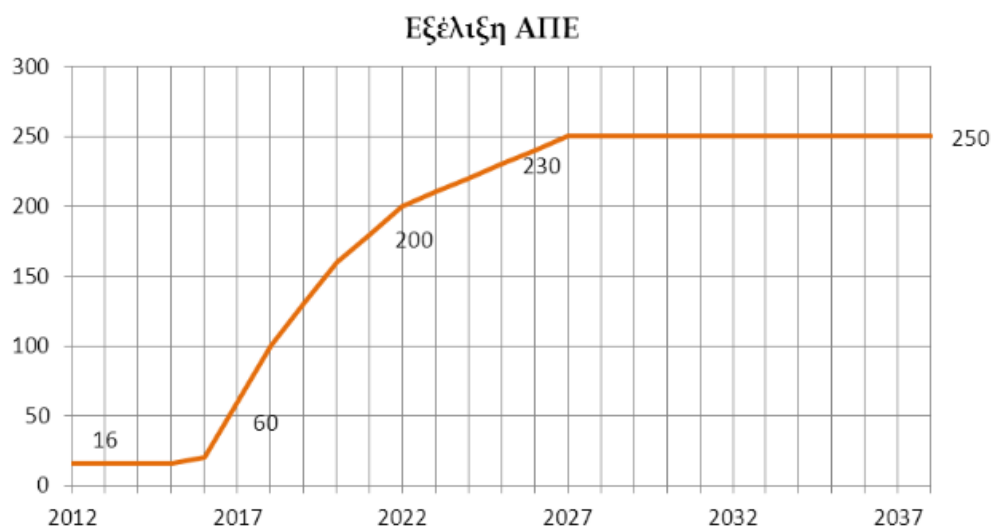
Εστιάζοντας στην Περιφερειακή Ενότητα των Κυκλάδων, αποδείχτηκε πως η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζεται από αυξητική τάση. Η αυξημένη ζήτηση

ενέργειας εξαρτάται έντονα από τις κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις, καθώς παράγοντες όπως η πληθυσμιακή αύξηση, η οικονομική ανάπτυξη συνοδευόμενη από επέκταση του δευτερογενή και τριτογενή τομέα και η αύξηση του ΑΕΠ, οδηγούν σε αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013).

Τα νησιά των Κυκλάδων παρουσιάζουν ιδιαίτερα πλούσιο αιολικό και ηλιακό δυναμικό. Τα περισσότερα νησιά διαθέτουν αυτόνομα συστήματα παραγωγής ενέργειας, σχετικά μικρής εγκατεστημένης ισχύος. Σύμφωνα με τον ΑΔΜΗΕ, η καλύτερη διασύνδεση των νησιών μεταξύ τους αλλά και με το ηπειρωτικό δίκτυο της χώρας, συμβαδίζει με την ανάπτυξη τεχνολογιών ΑΠΕ στην περιοχή των Κυκλάδων.

Αρκετοί έχουν συνδυάσει τη διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό δίκτυο, με μία μονόδρομη μεταφορά ρεύματος από την ηπειρωτική χώρα στα Κυκλαδονήσια. Όμως, η μελλοντική διασύνδεση αναμένεται να εξυπηρετεί τη μεταφορά ηλεκτρικής ισχύος, παραγόμενης από ΑΠΕ και ιδίως από αιολικά πάρκα, προς την υπόλοιπη χώρα. Στο διάγραμμα 21 παρουσιάζεται η εκτίμηση του ΑΔΜΗΕ (2013) αναφορικά με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ των Κυκλάδων, που αναμένεται να φτάσει στα 250 MW, το έτος 2027:

Διάγραμμα 21: Εκτίμηση της εξέλιξης της εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων



Πηγή: ΑΔΜΗΕ, 2013

Υπό αυτό το πρίσμα, η παρούσα διπλωματική εργασία, μέσα από το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε και την υλοποίηση της πρακτικής εφαρμογής, παρουσιάζει τις περιοχές όπου μπορούν να δημιουργηθούν υπεράκτια αιολικά πάρκα στο θαλάσσιο χώρο των Κυκλάδων. Οι περιοχές αυτές ικανοποιούν όλα τα κριτήρια που ενέχονται στο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, καθώς επίσης και επιπρόσθετα κριτήρια που τέθηκαν από τον μελετητή, αναφορικά με τη συμβατότητα των χρήσεων σε θαλάσσιο περιβάλλον, τη διασύνδεση και τη βιωσιμότητα ενός τέτοιου έργου.

Οι περιοχές και οι ζώνες αποκλεισμού που περιλαμβάνονται στα παραπάνω κριτήρια, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 28: Περιοχές και ζώνες αποκλεισμού

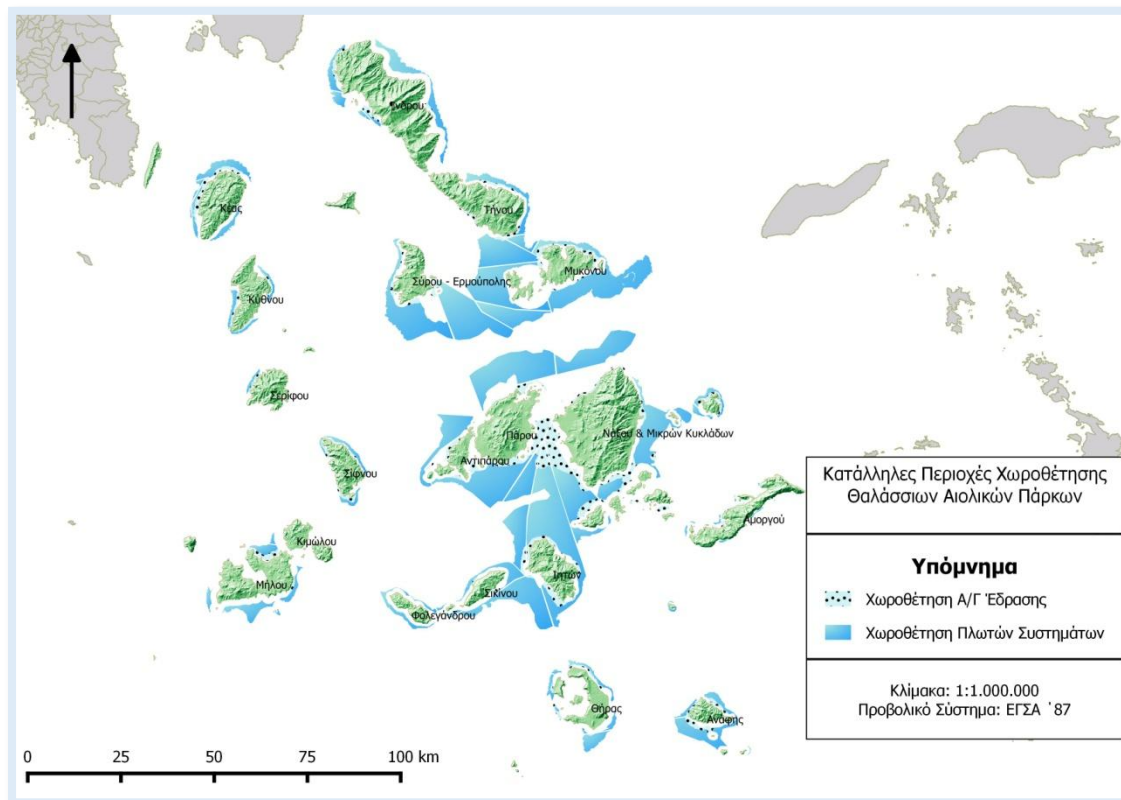
Περιοχές	Ζώνες Αποκλεισμού/ Κριτήρια
<b>Κριτήρια ΕΠΧΣΑΑ για ΑΠΕ</b>	
Οικισμοί	Ζώνη Αποκλεισμού 2.000 μ.
Μνημεία Παγκόσμια Κληρονομιάς	Ζώνη Αποκλεισμού 6.000 μ
Τουριστικά Καταλύματα	Ζώνη Αποκλεισμού 2.000 μ
Σημαντικές Ακτές	Ζώνη Αποκλεισμού 2.000 μ
Περιοχές Natura	Ζώνη Αποκλεισμού 800 μ
Κλειστοί κόλποι	Αποκλεισμός Περιοχών
<b>Επιπρόσθετα Κριτήρια</b>	
Ακτοπλοϊκές Συνδέσεις	Ζώνη Αποκλεισμού 150 μ
Περιοχές Αλιείας	Αποκλεισμός Περιοχών
Ακτογραμμή	Εντός Ζώνης Επιρροής 10 χλμ
Κατάλληλες Περιοχές	Έκταση > 0,5 τ.χλμ

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με βάση τα κριτήρια που αναλύθηκαν στον πίνακα 28 και αξιοποίηση του ψηφιακού μοντέλου βάθους, προκύπτουν οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην περιοχή αναφοράς. Οι κατάλληλες περιοχές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- α) με βάθος έως 50 μέτρων, για τεχνολογίες πάκτωσης στο πυθμένα
- β) με βάθος από 51 έως 100 μέτρα, για πλωτά συστήματα

Χάρτης 37: Κατάλληλες Περιοχές Χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από το χάρτη 37 γίνεται αντιληπτό πως υπάρχουν αρκετές και σημαντικές εκτάσεις, που πληρούν όλα τα κριτήρια της εφαρμογής, όπου μπορεί να εγκατασταθεί υπεράκτιο αιολικό πάρκο. Παρατηρείται πως οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης ΘΑΠ με πλωτά συστήματα είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις υπόλοιπες κατάλληλες περιοχές των Α/Γ έδρασης. Αυτό συμβαίνει λόγω της δυνατότητας εγκατάστασης πλωτών τεχνολογιών σε μεγαλύτερα βάθη.

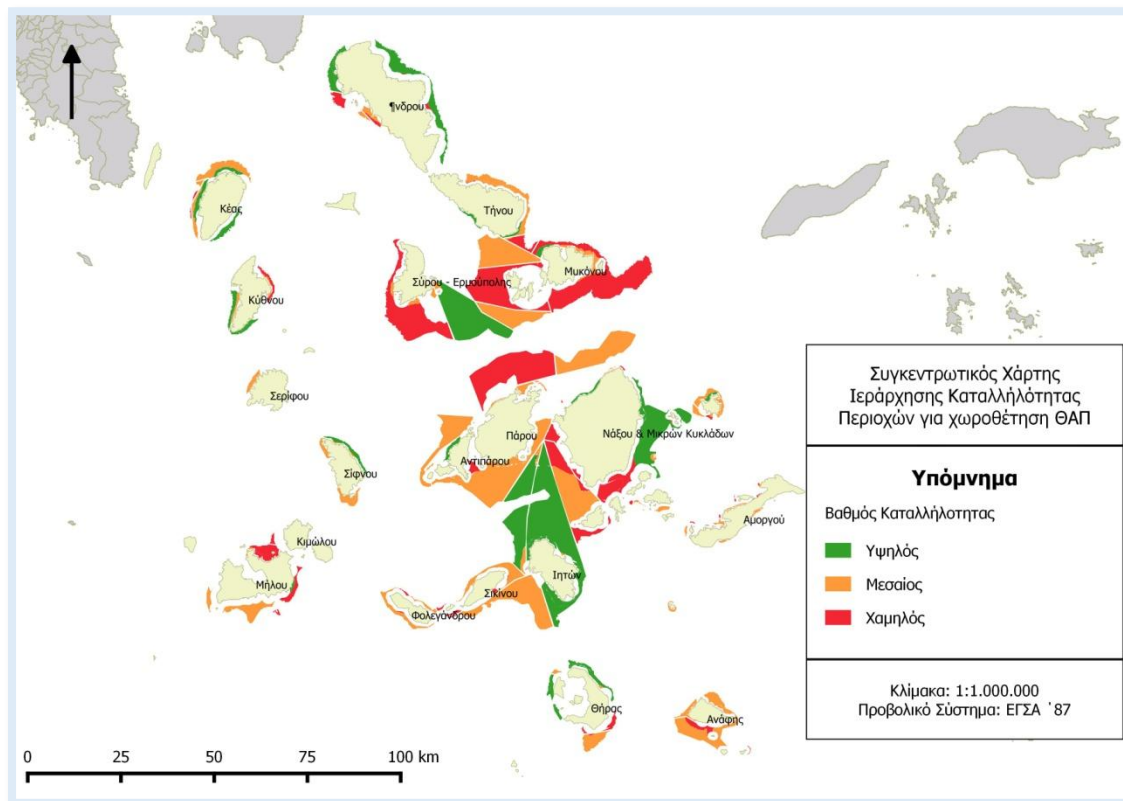
Επιπρόσθετα, οι περισσότερες περιοχές βρίσκονται ανοιχτά της Σύρου, της Τήνου της Μυκόνου, της Πάρου, της Νάξου και της Ίου, με τα υπόλοιπα νησιά να έχουν σαφώς μικρότερες θαλάσσιες εκτάσεις, χαρακτηριστικό των οποίων είναι σποραδικότητα.

Ακολουθώντας το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των κατάλληλων περιοχών που έχουν προκύψει. Μέσω της πολυκριτήριας ανάλυσης αξιολογήθηκαν οι περιοχές ως προς την καταλληλότητά τους, ορίζοντας τα εξής τέσσερα κριτήρια:

1. Εμβαδόν πολυγώνου (Οικονομικό Κριτήριο)
2. Απόσταση από περιοχές Natura (Περιβαλλοντικό Κριτήριο)
3. Απόσταση από σημαντικές παραλίες (Κοινωνικό Κριτήριο)
4. Απόσταση από ακτογραμμή (Τεχνικό Κριτήριο)

Η μέθοδος υπεροχής “Electre Tri” ιεράρχησε τα πολύγωνα με βάση τα παραπάνω κριτήρια σε τρεις κατηγορίες, ως προς το βαθμό καταλληλότητας:

Χάρτης 38: Συγκεντρωτικός Χάρτης Ιεράρχησης Καταλληλότητας Περιοχών για χωροθέτηση ΘΑΠ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο χάρτη 38 παρουσιάζεται η ιεράρχηση όλων των πολυγώνων ως προς την καταλληλότητα τους. Εμπεριέχονται δηλαδή τόσο οι περιοχές χωροθέτησης τεχνολογιών έδρασης όσο και οι αντίστοιχες για τα πλωτά συστήματα. Έπεται ο συγκεντρωτικός πίνακας:

Πίνακας 29: Συγκεντρωτικός πίνακας ιεραρχημένων πολυγώνων

Βαθμός Καταλληλότητας	Αριθμός Πολυγώνων	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό Κάλυψης (%)
Υψηλός	33	6.242,00	20,77
Μεσαίος	90	14.817,14	49,32
Χαμηλός	60	8.985,90	29,91
<b>Σύνολο</b>	<b>183</b>	<b>30.045,03</b>	<b>100</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Προέκυψαν συγκεντρωτικά 183 πολύγωνα ικανά για εγκατάσταση αιολικών σταθμών στο θαλάσσιο χώρο των Κυκλάδων. Οι περιοχές αυτές ικανοποιούν όλα τα κριτήρια που ορίστηκαν στην παράγραφο 4.3.

Η μέθοδος “Electre Tri” ιεράρχισε τις περιοχές αυτές σε τρεις κατηγορίες αναλογία με το βαθμό καταλληλότητάς τους. Σύμφωνα με τη μέθοδο, προέκυψαν 33 πολύγωνα με υψηλό βαθμό καταλληλότητας, στα οποία προτείνεται η ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Οι περιοχές αυτές καταλαμβάνουν συνολική έκταση 6.242 km<sup>2</sup>, εμβαδόν το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 20,77% της συνολικής επιφάνειας όλων των πολυγώνων. Ενενήντα πολύγωνα χαρακτηρίζονται με μεσαίο βαθμό καταλληλότητας, καταλαμβάνοντας συνολική έκταση 14.817,14 km<sup>2</sup>, δηλαδή σε 49,32% του συνόλου των κατάλληλων περιοχών. Στις περιοχές αυτές, προτείνεται η ανάπτυξη αιολικών σταθμών έπεται από επιπρόσθετες έρευνες, λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των ευρύτερων περιοχών, τις δυνατότητες διασύνδεσης καθώς και κοινωνικά δεδομένα (οχλήσεις, τοπική αντίδραση). Τέλος, η μέθοδος ιεράρχισε 60 πολύγωνα ως τα λιγότερο κατάλληλα για χωροθέτηση ΘΑΠ, αυτά έχουν επιφάνεια ίση με 8.985,90 km<sup>2</sup>, εμβαδόν που αφορά το 29,91 της συνολικής έκτασης των περιοχών που προέκυψαν από τη διαδικασία της χωροθέτησης. Σε αυτές τις περιοχές, δεν προτείνεται η δημιουργία αιολικών πάρκων καθώς θα υπάρχουν σημαντικοί τεχνικοί περιορισμοί, επιπτώσεις στα οικοσυστήματα των περιοχών, εντονότερες αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία και, σε γενικές γραμμές, οι λιγότερα ευνοϊκές συνθήκες για τον ενδιαφερόμενο επενδυτή.

Οι καταλληλότερες περιοχές (πράσινο χρώμα) είναι αυτές που προτείνεται να αξιοποιηθούν για την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην περιοχή μελέτης. Αυτό δεν συνεπάγεται εγκατάσταση σε όλες τις εκτάσεις ούτε και τοποθέτηση ανεμογεννητριών σε όλη την επιφάνεια ενός πολυγώνου. Ανάλογα με τις τωρινές και μελλοντικές ανάγκες των κατοίκων των νησιών, μπορεί να ξεκινήσει σταδιακά η εκμετάλλευση του θαλάσσιου αιολικού δυναμικού των Κυκλάδων, το οποίο είναι το καλύτερο της χώρας. Επιπλέον, πρέπει να προσμετρούνται όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία ενός τέτοιου έργου, συνυπολογίζοντας



κοινωνικά κριτήρια αναφορικά με ενδεχόμενες οχλήσεις, τεχνικές δυσκολίες, περιβαλλοντικούς περιορισμούς.

Ακόμα το κόστος μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα για τη δημιουργία θαλάσσιου αιολικού πάρκου. Σχετικά με αυτό, σε άλλα ευρωπαϊκά κράτη έχουν δημιουργηθεί συμμετοχικά μοντέλα από τον τοπικό πληθυσμό προκειμένου να αξιοποιήσουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρέχοντας μελλοντικές ανταποδοτικές ευκαιρίες για πιο οικονομικό ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα, παράδειγμα αποτελεί η Πορτογαλία, καθώς περιοχές εγκατέστησαν Φωτοβολταϊκά πάρκα με την αρωγή των κατοίκων. Επιπρόσθετα, η Πορτογαλία αποτέλεσε την πρώτη χώρα που για τέσσερις ημέρες κατέφερε να καλύψει το σύνολο της ενεργειακής της ζήτησης μόνο μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (<http://edition.cnn.com/>, 2016). Τέλος, στην περίπτωση της Ελλάδας θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν ενισχύσεις, μέσω υπαγωγής τέτοιων έργων σε επενδυτικό νόμο. Πιθανή λύση θα μπορούσαν να είναι ακόμη και οι συμπράξεις ανάμεσα σε δημόσιους φορείς και επενδυτές.

## **5.2 Περαιτέρω Έρευνα**

Σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζονται περαιτέρω προτάσεις για συνέχιση της έρευνας και αξιοποίηση της συγκεκριμένης μελέτης.

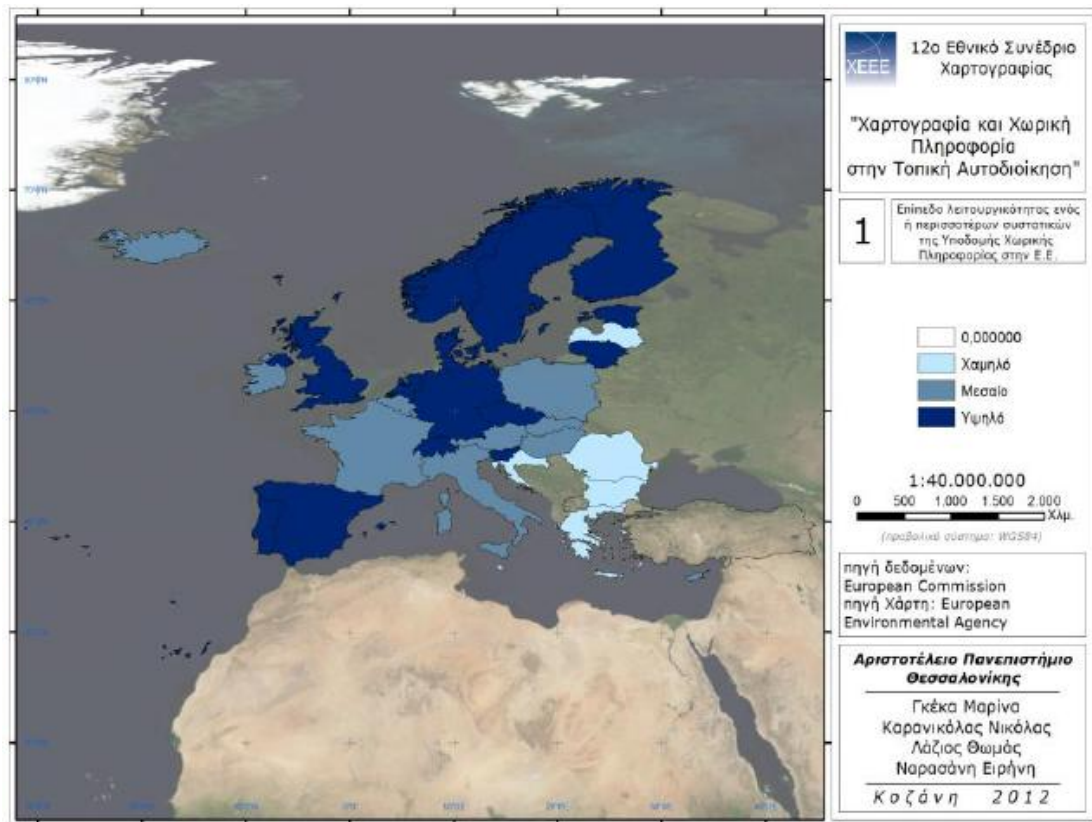
Η παρούσα διπλωματική εργασία μπορεί να αξιοποιηθεί από την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, να επανεξεταστεί (τυχόν επιπλέον περιορισμοί, ιεράρχηση με επιπρόσθετα κριτήρια), έτσι ώστε η Περιφέρεια να ορίσει τις πλέον κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση υπεράκτιου αιολικού στην περιοχή των Κυκλάδων. Η δημοσίευση μίας τέτοιας μελέτης από την Περιφέρεια μπορεί να συμβάλει στην προβολή του υπεράκτιου αιολικού δυναμικού της περιοχής και να προσελκύσει πιθανούς επενδυτές. Δεν πρέπει να λησμονείται πως οι επενδύσεις σε έργα ΑΠΕ συνεχώς κερδίζουν έδαφος προκαλώντας το επιχειρησιακό ενδιαφέρον.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Οδηγία “Inspire” (Infrastructure for Spatial Information in Europe – Ευρωπαϊκή Υποδομή Χωρικών Πληροφοριών), η οποία θεσπίστηκε το 2007, αποσκοπεί στη δημιουργία ενός θεσμικού πλαισίου αναφορικά με την ίδρυση και λειτουργία της Ευρωπαϊκής Υποδομής Χωρικών Πληροφοριών. Στοχεύει στην κοινή χρήση της χωρικής πληροφορίας, την ανταλλαγή, την πρόσβαση και τη χρήση λειτουργικών και περιβαλλοντικών δεδομένων (Πανόπουλος., 2007).

Μέσω της Οδηγίας, επιδιώκεται η επίλυση των προβλημάτων της διαθεσιμότητας, της ποιότητας, της οργάνωσης και της προσβασιμότητας της χωρικής πληροφορίας σε εθνικό επίπεδο, με στόχο την δημιουργία ενός πλαισίου εφαρμογής διευρωπαϊκής πολιτικής για το περιβάλλον, τις μεταφορές και την ενέργεια. Εφαρμόζεται για πληροφορίες που συνδέονται με ένα γεωγραφικό πλαίσιο και καλύπτουν θέματα όπως τα διοικητικά σύνορα, οι παρατηρήσεις της ποιότητας του αέρα, των υδάτων, των εδαφών, η βιοποικιλότητα, οι χρήσεις γης, τα μεταφορικά δίκτυα, η υδρογραφία, το υψόμετρο, κ.ά (Πανόπουλος., 2007).

Στο χάρτη 39 παρουσιάζεται το επίπεδο λειτουργικότητας της Υποδομής Χωρικής Πληροφορίας:

Χάρτης 39: Επίπεδο λειτουργικότητας της Υποδομής Χωρικής Πληροφορίας στην ΕΕ



Πηγή: Γκέκα et all, 2012

Αναφορικά με το επίπεδο λειτουργικότητας της Υποδομής Χωρικής Πληροφορίας, παρατηρείται ότι σε υψηλό επίπεδο ανάπτυξης βρίσκονται οι Σκανδιναβικές χώρες, η κεντρική και βορειοανατολική Ευρώπη, σε μεσαίο επίπεδο βρίσκονται οι βόρειες και βορειοδυτικές, η δυτική και νότια Ευρώπη, ενώ σε χαμηλό επίπεδο η βορειοανατολική και βορειοδυτική Ευρώπη.

Η Οδηγία Inspire εναρμονίστηκε στο ελληνικό δίκαιο το 2010 με τον Ν. 3882/2010. Ο Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας αποτελεί την εκτελεστική και επιχειρησιακή αρχή για την ανάπτυξη και λειτουργία της Εθνικής Υποδομής Χωρικής Πληροφορίας, ενώ, είναι υπεύθυνος και για την ανάπτυξη της εθνικής γεωπύλης. Η εθνική γεωπύλη, παρέχει ελεύθερη πρόσβαση σε 200 σύνολα δεδομένων και αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια για την διάθεση γεωχωρικών δεδομένων (δωρεάν) σε όλες τις δημόσιες αρχές και σε όλους τους πολίτες (Γκέκα et all, 2012).

Με βάση την Οδηγία “Inspire” πιστεύεται πως τα γεωχωρικά δεδομένα πρέπει να είναι κτήμα όλων, παρέχοντας χωρικές και περιγραφικές πληροφορίες στους χρήστες. Σε αυτή τη λογική, τα ψηφιοποιημένα δεδομένα με τις περιγραφικές πληροφορίες τους καθώς και τα παραγόμενα αποτελέσματα της μελέτης, εκτιμάται πως μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω είτε σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης είτε σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας, για τη συγκρότηση μίας ψηφιακής πλατφόρμας για τα

χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του θαλάσσιου χώρου της περιοχής των Κυκλάδων. Η δημιουργία ψηφιακής πλατφόρμας επιτρέπει τη διάδοση και περαιτέρω αξιοποίηση των πληροφοριών σε χρήστες, λοιπούς φορείς και σε επιχειρηματίες.

Παράλληλα, μέσω της δημιουργίας ψηφιακής πλατφόρμας είναι δυνατή η λήψη χωρικών αποφάσεων για την περιοχή αναφοράς (και όχι μόνο), μέσω συμμετοχικών διαδικασιών. Με άλλα λόγια, ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να συμμετέχει σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων χωρικών παρεμβάσεων και αναπτυξιακών προτάσεων. Με αυτό τον τρόπο, πιστεύεται, πως προωθείται η διαφάνεια αναφορικά με διαδικασίες επιλογής θέσεων χωροθέτησης/ εντοπισμού της βέλτιστης επιλογής, συνυπολογίζοντας την άποψη των κατοίκων μίας περιοχής εκ των προτέρων γεγονός που αναμένεται να μειώσει τις αντιδράσεις συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη εξοικείωση του πολίτη με νέες τεχνολογίες και καθιστώντας τον, επί της ουσίας, πραγματικά ενεργό. Έτσι, οι κατευθύνσεις σχεδιασμού θα προτείνονται «εκ των κάτω» από τους χρήστες και όχι από «πάνω προς τα κάτω» όπως γίνεται τη δεδομένη χρονική στιγμή, ακολουθώντας το παράδειγμα ευρωπαϊκών χωρών, όπου ο χωροταξικός σχεδιασμός πραγματοποιείται από κατώτερα επίπεδα, όπως τις τοπικές κοινότητες.

Εικόνα 49: Διασύνδεση χρήστη με γεωπύλες



Πηγή: Σκοπελίτη, 2014

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

#### Συγγράμματα, Άρθρα, Έρευνες, Διπλωματικές Εργασίες, Επίσημες Μελέτες

Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ), (2013), Δεκαετής πρόγραμμα ανάπτυξης συστήματος μεταφοράς 2014-2023 σχέδιο προς ΡΑΕ, Παράρτημα Ι, μελέτη κόστους/οφέλους για τη διασύνδεση των Κυκλάδων με το ηπειρωτικό σύστημα, Αθήνα, Μάρτιος 2013

Αλατζάς κ.α., (2016), «Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου – Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων» ΕΜΠ, ΔΠΜΣ: «Περιβάλλον και Ανάπτυξη». «Μαθήματος Εισαγωγή στις Επιστήμες της Ανάπτυξης και του Περιβάλλοντος» Αθήνα, Απρίλιος 2016

Ασημακόπουλος Γ., (2007), Ειδικό Πλαίσιο Αειφόρου Ανάπτυξης και Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Γελεγένης κ.α., (2005), Πηγές ενέργειας, Συμβατικές και Ανανεώσιμες. Εκδόσεις: Σύγχρονη Εκδοτική

Γιαννακά Γ., (2010), «Χαρακτηριστικά Αιολικής Ενέργειας: Περιγραφή και Χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων» Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη» Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2012

Γκέκα Μ., Καρανικόλας Ν., Λάζιος Ε., Ναρασάνη Ε., (2012), Υποδομή Χωρικών Πληροφοριών, η εξέλιξη και η χαρτογραφική απεικόνισή της: Η εφαρμογή της Οδηγίας Inspire, 12<sup>ο</sup> Συνέδριο Χαρτογραφίας, Οκτώβριος 2012

Δαλμυρά Α., (2015), «Φέρουσα ικανότητα των νησιών και περαιτέρω ανάπτυξη» δημοσιευμένο στην εφημερίδα «Κοινή Γνώμη» διαθέσιμο στο: <http://www.koinignomi.gr/news/politiki/politiki-notio-aigaio/2015/04/03/feroysa-ikanotita-ton-nision-kai-peraitero-anaptyxi.html>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016

Δαλμυρά Α., (2016), «Απρόβλεπτες και προγραμματισμένες διακοπές ρεύματος» δημοσιευμένο στην εφημερίδα «Κοινή Γνώμη» διαθέσιμο στο: <http://www.koinignomi.gr/news/koinonia/2016/09/01/aprovleptes-kai-programmatismenes-diakopes-reymatos.html>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 10/9/2016

ΔΕΔΔΗΕ, (2015), Σχέδια Αντιμετώπισης Έκτακτων Καταστάσεων στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, Ιούλιος, 2015

Δημαδάμα Ζ., (2008), Οικονομία Ανάπτυξη Περιβάλλον, Θεωρητικές Προσεγγίσεις και Πολιτικές Αειφόρου Ανάπτυξης, σελ:159-160, 168-180, 197-218, 221-225 Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση, 2008

Δούκας Χ., Ξυδώνας Π., Ψαρράς Ι., (2015), Πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Σημειώσεις Μαθήματος. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

«Δορυφορική καταγραφή αυθαιρέτων σε Μύκονο, Σαντορίνη και Ρόδο» διαθέσιμο στο:

<http://www.matrix24.gr/2012/04/%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B7-%CE%B1%CF%85%CE%B8%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B5%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%83%CE%B5-%CE%BC/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016

Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου (2011), Οι ΑΠΕ στα Ελληνικά Νησιά, διαθέσιμο στο: <http://www.aegean-energy.gr/gr/pdf/ape-greek-islands.pdf>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 16/5/2016

Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης – ΕΣΠΑ, 2014 – 2020, διαθέσιμο στο: [http://www.espa.gr/elibrary/PA\\_ESPA\\_2014\\_2020.pdf](http://www.espa.gr/elibrary/PA_ESPA_2014_2020.pdf), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/5/2016

Καβουσανάκης Ν. και Παπαδογιάννης Ι., (2012), «Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα. Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές» Πτυχιακή Εργασία του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων της Σχολής Διοίκησης και Οικονομίας, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, 2012

Καϊταντζίδης Μ., (2014), «Φωτιά το κόστος ηλεκτροδότησης στα νησιά» δημοσιευμένο στο: <http://www.euro2day.gr/news/economy/article/1236265/fotia-to-kostos-hlektrodothshs-sta-nhsia.html>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 10/9/2016

Κατσαράς Β. και Λιόσης Γ., (2013), «Χωροχρονική κατανομή του αιολικού και ηλιακού δυναμικού στην Ελλάδα», Διπλωματική Εργασία στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ, Αθήνα, Μάρτιος 2013

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, (2012), Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Εθνικού Προγράμματος Ανάπτυξης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων

Κορωναίος Χ., (2012), Διδακτικές Σημειώσεις: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ΕΜΠ, ΔΠΜΣ: «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Κουτσόπουλος κ.α., (2005), Εφαρμογές του λογισμικού Arcgis 9x με απλά λόγια, Εκδόσεις: Παπασωτηρίου.

Λιάγγου Χ., (2013), «Η υποθαλάσσια διασύνδεση κοστίζει λιγότερο από τη συντήρηση των δικτύων», δημοσιευμένο στην «Καθημερινή» διαθέσιμο στο: <http://www.kathimerini.gr/496805/article/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/h-yposalassia-diasyndesh-kostizei-ligotero-apo-th-synthrhsh-twn-diktywn>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 10/9/2016

Λιάγγου Χ., (2013), «Το μπλακ άουτ και τα συμφέροντα» δημοσιευμένο στην «Καθημερινή» στο: <http://www.kathimerini.gr/51062/article/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/to-mpalak-aoyt-kai-ta-symferonta>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 10/9/2016

Λιανός Ν., (2016), «Χρέος 1,2 εκατ. ευρώ στη ...ΔΕΗ» δημοσιευμένο στο: <http://www.naxospress.gr/artthro/oikonomia/hreos-12-ekatt-eyro-sti-dei>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016

Λύκος Χ., (2014), «Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στο Νησιωτικό Χώρο των Κυκλάδων. Προοπτικές και Εναλλακτικά Σχέδια» Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, ΔΠΜΣ: «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», Αθήνα, Ιανουάριος, 2014

Μάρκου Γ., (2013), «Το νέο Θεσμικό Πλαίσιο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα», Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ

Μπαλαράς κ.α., (2006), Συμβατικές και Ήπιες πηγές ενέργειας, Εκδόσεις: ΤΕΚΔΟΤΙΚΗ

Μπαϊλάς Ε., (2008), Πολυκριτηριακή αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών στην Ελλάδα, Πάντειο Πανεπιστήμιο

Νάκου Ε., (2007), Χωροθέτηση αιολικού πάρκου στο νομό Φωκίδας με λογική της ασάφειας και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Νέα Προγραμματική Περίοδος για την Πολιτική της Συνοχής 2014 – 2020, διαθέσιμο στο: <http://www.espa.gr/el/Pages/staticNewProgrammingPeriod.aspx> τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 22/5/2016

Οργανισμός αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας (2001), Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός 2000, Αθήνα

Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη – Επιτροπή, Brundtland, 1987 διαθέσιμο στο: <http://ecoweek.netfirms.com/ecoweek/pages/3.html>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 30/4/2016

Πανόπουλος Γ., (2007), Κοινοτική Οδηγία INSPIRE. Περιγραφή, Ανάπτυξη και Εναρμόνιση στα ελληνικά δεδομένα. Σεμιναριακός κύκλος «Διαχείριση χωρικών και χωρο-χρονικών δεδομένων». Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας

Παπαδόπουλος Μ., (1997), Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές: ΕΜΠ, Αθήνα

Παπαζής Σ., (1998), Αξιολόγηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: προβλέψεις με εναλλακτικά σενάρια σε περιφερειακό και διεθνές επίπεδο. Πάντειο Πανεπιστήμιο

Παπακωνσταντίνου Β., (2012), Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και παραδείγματα από τον διεθνή χώρο, Ερευνητική Εργασία ΤΜΧΑ, ΑΠΘ, Βέροια, 2012

Παπακωνσταντίνου Β., (2012), Χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ στον δήμο Βέροιας, με την χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, Διπλωματική Εργασία ΤΜΧΑ, ΑΠΘ, Βέροια, 2012

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (2016), «Market Plan Τουριστικού Προϊόντος Νοτίου Αιγαίου, Οδικός Χάρτης 2015-2020»

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (2012), Αναθεωρημένο Τεύχος Περιφερειακού Σχεδίου Νοτίου Αιγαίου, Αθήνα, Ιούνιος 2012

- Ρόκου Ε., (2016), Η αισθητική σε μεγάλα έργα: αιολικά πάρκα και τεχνικά φράγματα. ΕΜΠ, ΔΠΜΣ: «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», Αθήνα, Μάιος 2016
- Σαρρή Π., (2008), Χωροθέτηση αιολικών πάρκων στο νομό Λακωνίας με την χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σεντελής Α., (2015), Αιολικά πάρκα και νησιωτικός χώρος: Η περίπτωση των νησιών των Κυκλάδων, 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος, Σεπτέμβριος 2015
- Σκοπελίτη Α., (2014), Εθνικοί χαρτογραφικοί οργανισμοί και γεωπύλες: λειτουργικότητα και χρήστης, 13<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Χαρτογραφίας, Πάτρα 2014
- Τσεκούρας Γ. και Μαυρογεώργης Θ., (2015), “Αξιολόγηση, αναθεώρηση και εξειδίκευση του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ”, Ιούνιος 2015
- Υδρογραφική Υπηρεσία (2004), Ναυτιλιακές οδηγίες των Ελληνικών ακτών, Αθήνα 2004
- Χαλκιάς Χ., (2015), Γεωγραφική Ανάλυση με την αξιοποίηση της Γεωπληροφορικής: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγράμματα και Βοηθήματα
- Χατζηβασιλειάδης Γ., (2013), «Οι Κρίσιμες Υποδομές των Νησιών, Ρεύμα και Νερό» δημοσιευμένο στο: [http://www.energia.gr/article.asp?art\\_id=73249](http://www.energia.gr/article.asp?art_id=73249), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 10/9/2016
- Χατζημπίρος Κ., (2014), «ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΟΥ 2050» 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο: Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών, ΕΜΠ, Αθήνα, 2014
- Ψύλλος Α., (2012), Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Σύγχρονο πλαίσιο και η σχέση με τον χωροταξικό σχεδιασμό και την περιφερειακή πολιτική στην Ελλάδα, ΤΜΧΑ
- Greenpeace, (2007), «Μύθοι και Πραγματικότητα για την Αιολική Ενέργεια» διαθέσιμο στο: <http://www.greenpeace.org/greece/el/news/newstories-archive/windmills-true-lies/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 14/5/2016
- Greenpeace, (2009), Βόρειες Κυκλάδες θαλάσσιο καταφύγιο ζωής, Ελληνικό Γραφείο της Greenpeace, διαθέσιμο στο: <http://www.greenpeace.org/greece/PageFiles/97690/marine-reserves-report.pdf>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 28/5/2016
- Sustainable Greece 2020, Χάρτα για μία Βιώσιμη Ελλάδα διαθέσιμο στο: <http://www.sustainablegreece2020.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 3/5/2016
- WWF Ελλάς (2010), Σχόλια του WWF Ελλάς για την προκαταρκτική χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων. Αρ. Πρωτ. 382 / Σεπτέμβριος 2010

### Θεσμικό Πλαίσιο και Νόμοι

Νόμος 2742/1999 «Χωροταξικός Σχεδιασμός και Αειφόρος Ανάπτυξη & άλλες διατάξεις»

Νόμος 3852/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης»

«Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Χωρικής Ενότητας Κρήτης- Νήσων Αιγαίου 2007-2013» διαθέσιμο στο: [http://www.3kps.gr/documents/ESPA/11\\_EP\\_KRITIS\\_KAI\\_NHSION\\_AIGAIΟΥ.pdf](http://www.3kps.gr/documents/ESPA/11_EP_KRITIS_KAI_NHSION_AIGAIΟΥ.pdf), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016

ΥΠΕΧΩΔΕ, (2003), «Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου» ΦΕΚ 1487/Β/2003

ΥΠΕΧΩΔΕ (2008), «Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης», Αθήνα, Αρ. Φύλλου 128

ΥΠΕΧΩΔΕ (2008), «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αθήνα, Αρ. Φύλλου 2464

ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 85-7 Απριλίου 2014, Νόμος Υπ' Αριθ. 4254 «Μέτρα Στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις»

ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 85-4 Ιουνίου 2010, Νόμος 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»



### Ξενόγλωσση

- Bay Hasager et all, (2013), Wind atlas of the Northern European Seas based on Envisat ASAR, QuikSCAT and ASCAT διαθέσιμο στο: [http://orbit.dtu.dk/ws/files/59448583/Wind\\_atlas\\_of\\_the\\_Northern\\_European\\_Seas.pdf](http://orbit.dtu.dk/ws/files/59448583/Wind_atlas_of_the_Northern_European_Seas.pdf), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 24/5/2016
- COM, (2010), Energy 2020 A strategy for competitive, sustainable and secure energy, European Commission, Brussels
- European Commission, (1997), ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY, White Paper for a Community Strategy and Action Plan
- European Commission, (2010), Joint Research Centre (Renewable Energy Snapshots 2010), διαθέσιμο στο: [http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=2820&obj\\_id=509&dt\\_code=HLN&lang=en](http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=2820&obj_id=509&dt_code=HLN&lang=en), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 18/5/2016
- European Wind Energy Association, (2014), The European offshore wind industry – key trends and statistics 2013
- European Wind Energy Association, (2013), Deep Water – The next step for offshore wind energy
- EREC, (2010), Renewable Energy in Europe- Markets, Trends and Technologies
- Figueira J., Mousseau V., and Nau J., (2001), Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results, European Journal of Operational Research: Volume 130, Issue 2, 16 April 2001, Pages 263–275
- Greenpeace, (2003), The answer is blowing in the wind, UK launches first offshore wind farm
- Greenpeace, (2014), Global Wind Energy Outlook 2014, διαθέσιμο στο: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/briefings/climate/2014/GWEO-2014-final.pdf>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/5/2016
- Hau E., (2006), Wind Turbines, Fundamentals, Technologies, Application, Economics 2<sup>nd</sup> edition: Springer
- Kaldellis J.K., (2005), *Social attitude towards wind energy applications in Greece*, Department of Mechanical Engineering, Laboratory of Soft Energy Applications & Environmental Protection, TEI Piraeus, Athens, Greece, διαθέσιμο στο: <http://aoatools.aua.gr/pilotec/files/bibliography/kaldellis-2730030849/kaldellis.pdf>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/5/2016
- Maguder N., (2016), «Can a whole country run on renewable energy?» δημοσιευμένο στο <http://edition.cnn.com/2016/09/01/world/eco-solutions-renewables-spc/>, την 1<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 2016
- Norden, (2009), Marine Spatial Planning in the Nordic region, Copenhagen 2009, διαθέσιμο στο: [http://www.imr.no/filarkiv/2011/03/msp\\_nordic\\_region.pdf/en](http://www.imr.no/filarkiv/2011/03/msp_nordic_region.pdf/en), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 25/5/2016

PREDAC, (2003), Spatial Planning of Wind Turbines διαθέσιμο στο: [http://www.cler.org/IMG/pdf/WP8\\_ANG\\_guide.pdf](http://www.cler.org/IMG/pdf/WP8_ANG_guide.pdf), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/5/2016

Sanchez-Lozano J.M., Antunez C.H., Garcia-Cascales M.S., Dias L.S. (2014), GIS-based photovoltaic solar farms site selection using ELECTRE-TRI: Evaluating the case for the Torre Pacheco, Murcia, Southeast of Spain και Sanchez-Lozano

Schwalle and all, (1999), Ηλεκτρικές Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον, Εκδόσεις: 2<sup>E</sup>

Snodin H., (2008), Sea Wind Europe: Greenpeace

Sobrie O., (2011), Integration of decision aid tools in a Geographical Information System, University of Mons, Faculty of engineering

Soker H. and all, (2000), Offshore Wind Energy in the North Sea, Technical Possibilities and Ecological Considerations – A study for Greenpeace

Thanet offshore wind Ltd, (2005), Thanet Offshore Wind Farm, Environmental Statement, November 2005

United Nations, (2003), "World Summit on Sustainable Development. Johannesburg 2002. Political Declaration and Plan of Implementation", United Nations, N. York

United Nations, (1992), Conference on Environment & Development Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992 AGENDA 21, διαθέσιμο στο: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 27/4/2016

Vassilakos N. and all, (2003), Methods of Financing Renewable Energy Investments In Greece: Centre for Renewable Energy Sources, Athens

Wiersma F. and all, (2011), State of the Offshore Wind Industry in Northern Europe, Ecofys Netherlands BV

### Διαδικτυακές Πηγές

- <http://www.aegean-energy.gr/gr/home.htm>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016
- <http://www.alieia.minagric.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- [http://www.alieia.minagric.gr/sites/default/files/basicPageFiles/Maps\\_2015Nov\\_0.pdf](http://www.alieia.minagric.gr/sites/default/files/basicPageFiles/Maps_2015Nov_0.pdf)
- <http://www.anemogennitria.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 2/5/2016
- <http://www.aquaret.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 29/4/2016
- <http://astrosparalio.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 7/5/2016
- <http://atlantea.news/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 27/5/2016
- [http://atlantea.news/oloklirohike\\_i\\_hartografisi\\_ton\\_livadion\\_poseidonias/](http://atlantea.news/oloklirohike_i_hartografisi_ton_livadion_poseidonias/)
- <https://corporate.vattenfall.co.uk/projects/operational-wind-farms/thanet/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 13/5/2016
- <http://www.cres.gr/kape/index.htm>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/5/2016
- <http://www.dafni.net.gr/gr/home.htm>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/9/2016
- <http://www.deddie.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 13/9/2016
- <http://www.desmie.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 22/8/2016
- <http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/aiolika/>
- <http://www.econews.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 12/5/2016
- <http://edition.cnn.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 5/10/2016
- <http://edition.cnn.com/2016/09/01/world/eco-solutions-renewables-spc/>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/Αιολικό\\_πάρκο](https://el.wikipedia.org/wiki/Αιολικό_πάρκο), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 3/5/2016
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CF%82>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016
- <http://www.emodnet-hydrography.eu/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- <https://en.wikipedia.org/wiki/NIMBY>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/5/2016
- <http://energy.gov/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 7/5/2016
- [http://europa.eu/index\\_el.htm](http://europa.eu/index_el.htm), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 21/5/2016
- [http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue\\_growth/](http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth/), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/5/2016
- [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/](http://ec.europa.eu/regional_policy/), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 21/5/2016
- [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable\\_energy\\_statistics#Methodology\\_2F\\_Metadata](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Methodology_2F_Metadata), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/5/2016

- <http://www.ewea.org/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/5/2016
- <http://geodata.gov.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- <https://www.google.gr/maps/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- <http://www.greenpeace.org/greece/el/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 14/5/2016
- [www.gwec.net](http://www.gwec.net/), τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 29/4/2016
- <http://www.hexicon.eu/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 7/10/2016
- <https://www.hnhs.gr/el/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- <http://www.matrix24.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 11/9/2016
- <http://www.meteo.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 14/9/2016
- <http://www.meteo.gr/meteoplus/beaches-home.cfm>
- <http://www.oceanpowertechnologies.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 7/5/2016
- <http://odysseus.culture.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- [http://odysseus.culture.gr/map/CulturalMap\\_gr/cultural\\_map\\_gr.html](http://odysseus.culture.gr/map/CulturalMap_gr/cultural_map_gr.html)
- <http://oikoskopio.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 15/9/2016
- <http://www.ornithologiki.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 17/5/2016
- <https://powergenerations.wordpress.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 28/4/2016
- <http://www.rae.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 24/9/2016
- <http://www.rae.gr/old/SUB3/3B/3b3.htm#%CE%9D%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%A9%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F>
  - <http://www.rae.gr/geo/>
- <http://www.sierraclub.org/sierra/2015-1-january-february/feature/leading-edge>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 18/5/2016
- <http://www.simelas.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 14/5/2016
- <http://www.siemens.com/global/en/home/markets/wind.html>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 3/10/2016
- [http://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/6\\_MW\\_Brochure\\_Jan.2012.pdf](http://www.energy.siemens.com/br/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/6_MW_Brochure_Jan.2012.pdf)
- <http://www.statistics.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 21/9/2016
- <http://www.thewindpower.net/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 19/6/2016
- [http://www.thewindpower.net/windfarm\\_en\\_16615\\_corfu.php](http://www.thewindpower.net/windfarm_en_16615_corfu.php)
  - [http://www.thewindpower.net/windfarm\\_en\\_16652\\_agios-efstratios.php](http://www.thewindpower.net/windfarm_en_16652_agios-efstratios.php)
- <http://www.xemc-darwind.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 3/10/2016
- <http://www.xemc-darwind.com/Wind-turbines/XE128-5MW>

<http://www.ypeka.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 23/6/2016

<http://wikimapia.org/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 16/6/2016

<http://www.windpower.org/en/tour/wres/euromap.htm>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 28/4/2016

<http://www.w2e-rostock.de/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 3/10/2016

- [http://www.w2e-rostock.de/fileadmin/user\\_upload/download/w2e-data-sheet\\_120-30fc\\_version-02-010-2.pdf](http://www.w2e-rostock.de/fileadmin/user_upload/download/w2e-data-sheet_120-30fc_version-02-010-2.pdf)

<http://www.4coffshore.com/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης: 27/4/2016

## Παράρτημα

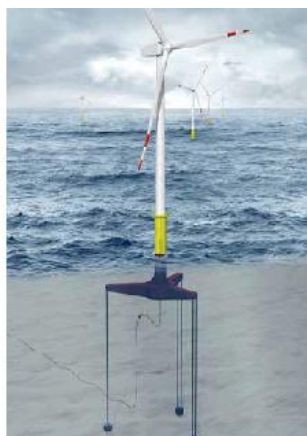
Τεχνολογίες για κατασκευές έδρασης και πλωτές ανεμογεννήτριες:



Design name	HiPRwind – EU project
Coordinator	Fraunhofer IWES
Programme	Framework Programme 7
Budget	€19.8m (EU support: €11m)
Period	2010-2015
Origin	Europe



Design name	IDEOL
Company	IDEOL
Substructure	Concrete floater
Turbine capacity	5-6 MW (prototype)
Demonstration/pilot	2014
Origin	France



Design name	PelaStar
Company	The Glosten Associates
Substructure	Tension-leg turbine platform
Turbine capacity	1:50 (demonstration/pilot) 2.5 MW (commercial)
Demonstration/pilot	2011
Commercial installation	2015-2017
Origin	United States



Design name	Wind turbine with INnovative design for Floating Lightweight Offshore
Company	Nass & Wind, DCNS and Vergnet
Type of floater	Semi-submersible
Turbine capacity	1 MW (prototype) 2.5 MW (commercial)
Prototype installed	2013
Commercial installation	2016
Origin	France



Design name	Blue H TLP
Company	Blue H
Substructure	Submerged deepwater platform
Turbine capacity	5-7 MW (commercial)
Prototype installed	2015
Commercial installation	2016
Origin	Netherlands



Design name	Floating Haliade
Company	Alstom
Manufacturer	Alstom
Substructure	Tension Leg Buoy (for water depths between 50m-80m) Tension Leg Platform (for water depths between 80m-300m)
Turbine capacity	6 MW

Πηγή: European Wind Energy Association, 2013