



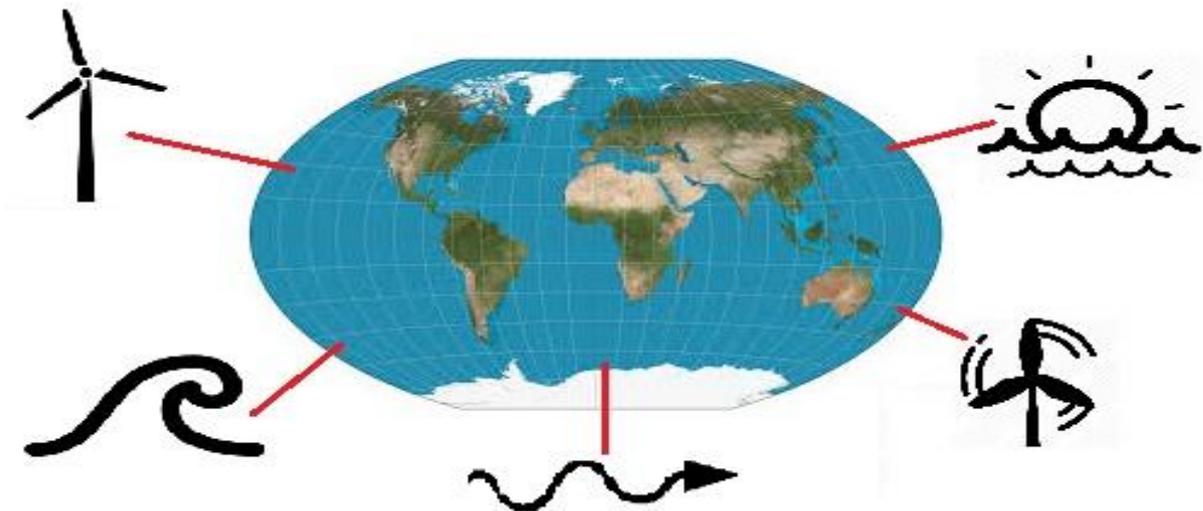
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
«ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**Παγκόσμια αποτύπωση και σύγκριση
εγκαταστάσεων έργων γαλάζιας ενέργειας**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: **ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α.Μ.: 08114812**

ΜΑΘΗΜΑ: ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Τακβόρ Σουκισιάν

ΑΘΗΝΑ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2018

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	8
1. Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	10
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	10
1.2. ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΗΜΕΡΑ	12
1.3. ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	15
2. ΠΑΡΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	22
2.1 Η ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	22
2.1.1. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	23
2.2. ΠΑΡΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	25
2.3. ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.4. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ.....	28
2.5. ΟΙ ΠΙΟ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ & ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΙ ΚΑΙ ΤΕΘΕΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	33
3. ΠΑΡΚΑ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	50
3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	50
3.2. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΙΣΧΥΣ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ).....	52
3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	52
3.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	55
3.5. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	60
4. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	64
4.1 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	64
4.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	66
4.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΚΛΗΣΕΙΣ	68
4.4 ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ	69
5. ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	70
5.1. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ.....	70
5.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	74
5.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	76
5.3.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ EXCEL.....	76

5.3.2.	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ArcGIS ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	77
5.3.3.	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕ ΤΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	80
5.3.4.	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΗΜΕΙΩΝ	88
6.	ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ	90
6.1.	ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΩΣ ΕΙΚΟΝΑ	90
6.2.	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	95
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	99
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	100

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία με τίτλο: «Παγκόσμια αποτύπωση και σύγκριση εγκαταστάσεων έργων γαλάζιας ενέργειας», εκπονήθηκε και συντάχθηκε από το γράφοντα, στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ» του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στα πλαίσια της διπλωματικής μου διατριβής. Η ενασχόληση με την εργασία έγινε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019.

Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά ευγνωμοσύνη και τις πιο θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου Τακβόρ Σουκισιάν κατ' αρχήν για το ενδιαφέρον που μου δημιούργησε για το συγκεκριμένο θέμα κατά την διδασκαλία των μαθημάτων «Σεμινάρια σε προβλήματα θαλάσσια και υποθαλάσσιας τεχνολογίας και επιστήμης», που ήταν και το κίνητρο της επιλογής μου· κυρίως όμως για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθειά του, τις γνώσεις που μου προσέφερε, το χρόνο και την υπομονή που διέθεσε, καθώς και το ιδανικό κλίμα συνεργασίας που καλλιέργησε στην εκπόνηση αυτής της εργασίας. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την ερευνήτρια του Εργαστηρίου Γεωφυσικών Συστημάτων και Τηλεπισκόπησης του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. (τμήμα Ωκεανογραφίας) Κυριακίδου Χαρά για το ειλικρινές ενδιαφέρον αλλά και την ουσιαστική βοήθεια και υποστήριξή του η οποία συνέβαλε στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα αφορά τον εντοπισμό, την αποτύπωση σε έναν παγκόσμιο χάρτη και τη σύγκριση όλων των εγκαταστάσεων έργων γαλάζιας ενέργειας που βρίσκονται σε λειτουργία ή σε φάση κατασκευής με ταυτόχρονη συγκέντρωση και παρουσίαση των διαθέσιμων στοιχείων σχετικά με τις εγκαταστάσεις αυτές (εγκατεστημένη ισχύς, ιδιοκτησία, βάθος εγκατάστασης, κ.λπ.).

Αρχικά περιγράφονται οι μορφές γαλάζιας ενέργειας σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί ως σήμερα, οι προοπτικές τους και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.

Στη δεύτερη φάση κατασκευάζεται ένας ηλεκτρονικός χάρτης όπου αποτυπώνονται όλα τα ως σήμερα έργα γαλάζιας ενέργειας και που συνοδεύεται από μία εκτενή βάση δεδομένων με όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες που αφορούν το κάθε έργο.

Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιείται πρόγραμμα GIS και συνοδεύεται από ανάλυση των τάσεων σε παγκόσμιο επίπεδο.

ABSTRACT

The present research concerns the identification, mapping on a global map and the comparison of all blue energy projects operational or under construction, with simultaneous gathering and presentation of all available data on these facilities (installed power, ownership, depth installation, etc.).

Firstly are described the forms of marine energy and the technologies that have been developed till now, their prospects and the problems they face.

After that, an electronic map is created that shows all the marine energy projects and is accompanied by an extensive database of all the available information concerning each project.

A GIS program is used to implement the research and is accompanied by an analysis of trends at a global level.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Καθώς αυξάνεται ο πληθυσμός της Γης οι ανάγκες για κατανάλωση ενέργειας αυξάνονται. Πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο δεν υπάρχουν απεριόριστα στη φύση και εξαντλούνται καθώς υφίσταται πληθυσμιακή και οικονομική ανάπτυξη. Αυτός ο περιορισμός συναρτηθεί των αυξανόμενων απαιτήσεων για κατανάλωση ενέργειας καθώς και η περιβαλλοντική συνείδηση έχει καταστήσει τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αντικείμενα έρευνας ως τις μελλοντικές πηγές ενέργειας.

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ή αλλιώς «Πράσινη Ενέργεια» έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές που υπάρχουν εν αφθονία στο περιβάλλον και που η χρήση αυτών δεν το ρυπαίνουν, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο). Οι κύριες μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η γεωθερμική, η βιομάζα, η υδραυλική και η κυματική ενέργεια.^[1]

Η Ηλιακή Ενέργεια περιλαμβάνει τα Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα, το Βιοκλιματικό σχεδιασμό και τα παθητικά ηλιακά συστήματα καθώς και τα Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα.

Ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός και τα παθητικά ηλιακά συστήματα αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

Τα Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η Αιολική Ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η Γεωθερμική Ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά και ξηρά πετρώματα.

Η Βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.

Η Υδραυλική ή, αλλιώς, Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται μέσω των υδατοπτώσεων, με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά και από τη συνεχόμενη ροή του και αποδίδεται ως κινητική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι νερόμυλοι.

Η κυματική ενέργεια προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων και των ρευμάτων των θαλασσών και των ωκεανών.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προσφέρουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι ότι:

1. Αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη διατήρηση των περιορισμένων ενεργειακών πόρων
2. Είναι εγχώριες πηγές και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο
3. Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων
4. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας
5. Οι επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας δημιουργούν σημαντικό αριθμό θέσεων εργασίας.
6. Μπορούν να αναβαθμίσουμε κοινωνικά και οικονομικά υποβαθμισμένες περιοχές, και να τις καταστήσουν πόλου έλξης και για άλλες παρόμοιες επενδύσεις
7. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό. Ίσως αποτελούν μοναδική λύση για τη μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων που προέρχονται από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Το ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ ξεκίνησε ήδη από το 1960 για περιβαλλοντικούς, κυρίως, λόγους. Από τη δεκαετία του 1970, λόγω της απότομης αύξησης κατανάλωσης του πετρελαίου και της αυξανόμενης ρύπανσης του περιβάλλοντος, το ενδιαφέρον των ερευνητών και επενδυτών στράφηκε, ιδιαίτερα, στην ηλιακή και αιολική ενέργεια διότι, εκτός του ότι αποτελούν δύο αγαθά που βρίσκονται σε αφθονία στην φύση, η εκμετάλλευσή τους δεν απαιτεί πολύπλοκη επεξεργασία.

1. Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Η εκμετάλλευση του ανέμου έχει μία ιστορία τουλάχιστον 3000 ετών. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Αιγύπτιους το 3500 π.Χ. στην ναυσιπλοΐα, ενώ αργότερα, κατά το 3000 π.Χ., κατασκευάστηκαν οι πρώτοι ανεμόμυλοι στην περιοχή του σημερινού Ιράκ καθώς και στην Ευρώπη το 1180 π.Χ, συγκεκριμένα στη Γαλλία.

Τον 19ο αιώνα μ.Χ έγινε η πρώτη προσπάθεια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω μίας αιολικής μηχανής την οποία κατασκεύασε ο ηλεκτρολόγος μηχανικός James Blyth και παράγαγε 12 kW συνεχούς ρεύματος. Κατά τη διάρκεια του 1920 και 1930 στην Αμερική αναπτύχθηκαν μηχανές αιολικής ενέργειας καθώς και ανεμόμυλοι που εξυπηρέτησαν αγροτικές περιοχές. Ήταν μία περίοδος που οι ανεμόμυλοι γνώρισαν μεγάλη δημοτικότητα στις ΗΠΑ αφού είχαν εγκατασταθεί περίπου 600.000 μονάδες.

Την ίδια περίοδο, στην Ευρώπη, ο SigurdJohannesSavonius, Φιλανδός αρχιτέκτονας, κατασκεύασε μία ανεμογεννήτρια, την Savonius, η οποία ήταν κατακόρυφου άξονα και σχετικά απλής κατασκευής. Το 1931 οΓάλλος G.J.M. Darrieus κατασκεύασε, επίσης, μια ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα και, τέλος, οι Smith και Putman το 1941 εφεύραν την μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα σε παραγωγή ρεύματος η οποία ήταν σε θέση να παράγει MW.



Εικόνα 1 Ανεμογεννήτρια τύπου Savonius¹



Εικόνα 2 Ανεμογεννήτρια τύπου Darrieus²

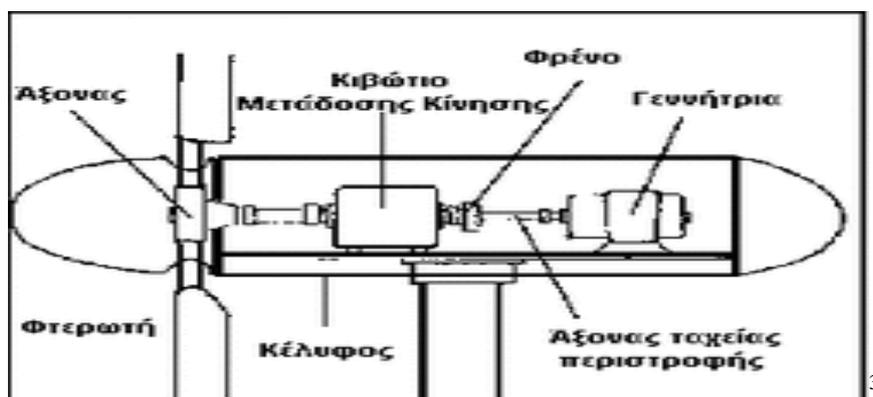
¹<http://ecogenia.blogspot.com>

²<http://www.zeroenergybuildings.org>

1.2. ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΗΜΕΡΑ

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται κατά κύριο λόγο σε ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα 2-3 πτερυγίων όπου η απόδοση της κάθε ανεμογεννήτριας σε ηλεκτρική ισχύ κυμαίνεται προσεγγιστικά από 3kW έως και 8,8MW. Η λειτουργία της δεν παρουσιάζει μεγάλη πολυπλοκότητα κι αυτό γιατί, όπως αναφέρθηκε, η παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της αιολικής ενέργειας δεν απαιτεί ιδιαίτερη επεξεργασία.

Μία ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής τμήματα:



Εικόνα 3 Ανεμογεννήτρια Οριζοντίου Άξονα

1. Το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονά τους.
2. Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανά του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής. Αν η ένταση του ανέμου ενισχυθεί πάρα πολύ, υπάρχει ένα φρένο που περιορίζει την υπερβολική αύξηση περιστροφής των πτερυγίων για να περιοριστεί η φθορά της και να αποφευχθεί η καταστροφή της.
3. Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

³<http://kpe-kastor.kas.sch.gr>

4. Το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.
5. Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση.
6. Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

Καθώς η γεννήτρια περιστρέφεται παράγει ηλεκτρισμό με τάση 25.000V. Το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει πρώτα από τον μετασχηματιστή στην ηλεκτροπαραγωγική μονάδα ο οποίος ανεβάζει την τάση του στα 400.000V. Τα σύρματα της μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος είναι κατασκευασμένα από χαλκό ή αλουμίνιο για να υπάρχει μικρότερη αντίσταση στη μεταφορά του ρεύματος διότι όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του σύρματος τόσο πιο πολύ θερμαίνεται κι έτσι κάποιο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας χάνεται επειδή μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Τα σύρματα μεταφοράς ρεύματος καταλήγουν σε έναν υποσταθμό όπου οι μετασχηματιστές του μετατρέπουν την υψηλή τάση σε χαμηλή για να μπορέσουν να λειτουργήσουν ηλεκτρικές συσκευές.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου ανεμογεννήτριας είναι ότι λόγω του μεγάλου της ύψους εκμεταλλεύεται και τον άνεμο μεγαλύτερης ταχύτητας, είναι εύκολη η συναρμολόγησή της κι έχει υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή.

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα έχουν μερικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με αυτές οριζοντίου άξονα. Μπορούν να εκμεταλλευτούν τον άνεμο απ' όλες τις διευθύνσεις, έχουν πιο απλή κατασκευή και άρα μικρότερο κόστος, όπως επίσης είναι λιγότερο θορυβώδεις. Ωστόσο, η χρήση τους περιορίζεται καθότι οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν αρκετά καλύτερη απόδοση και μεγαλύτερη ευκολία σε θέματα συντήρησης σε κάποια μηχανικά μέρη.



Εικόνα 4 Ανεμογεννήτρια Οριζοντίου Άξονα⁴



Εικόνα 5 Ανεμογεννήτρια Κατακόρυφου Άξονα⁵

⁴<http://www.cres.gr>

⁵<https://medilab.pme.duth.gr>

1.3. ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Το 1982, κατασκευάστηκε το πρώτο αιολικό πάρκο της Ευρώπης, στην Ελλάδα, στην περιοχή της Κύθνου (<https://windeurope.org>). Αποτελούνταν από 5 ανεμογεννήτριες που η καθεμία παράγαγε 20kW και ύστερα αυτό επεκτάθηκε με την εγκατάσταση του πρώτου φωτοβολταϊκού πάρκου με αποτέλεσμα να καλύπτεται το 75% της απαιτούμενης ενέργειας μόνο με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Σήμερα, έχοντας μειωθεί η απόδοσή του, το πάρκο βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

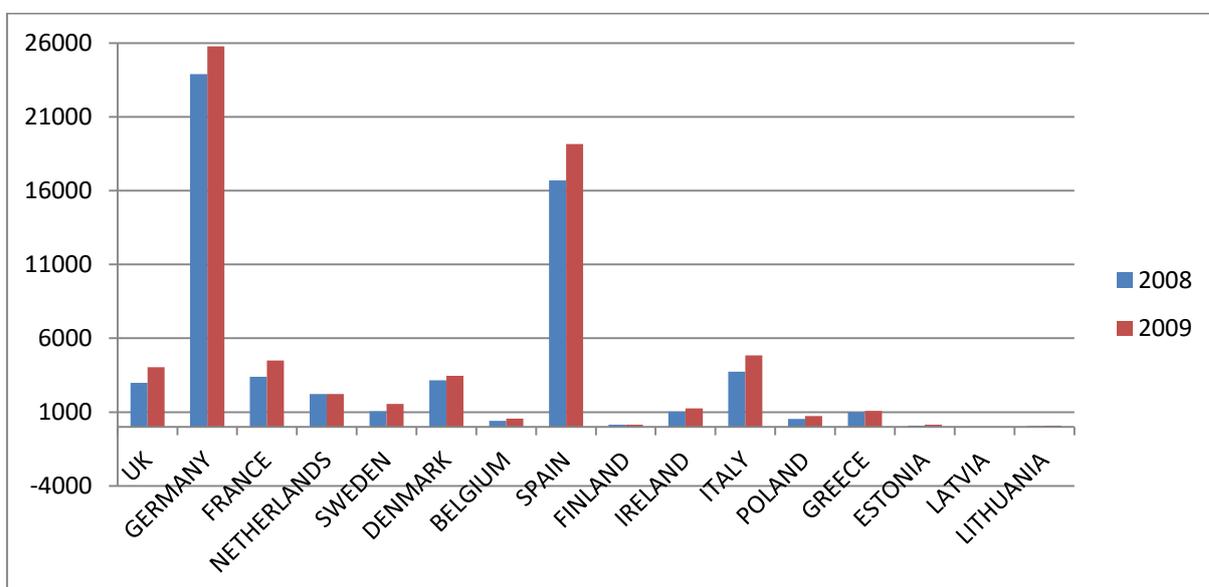
Τον Οκτώβριο του 1991 κατασκευάστηκε στη Δανία το πρώτο θαλάσσιο αιολικό πάρκο με το όνομα Vindeby με 11 ανεμογεννήτριες των 450kW. Απεργαταστάθηκε το 2017.

Τα Ευρωπαϊκά κράτη, για περισσότερο από μία δεκαετία, έχουν αρχίσει να επενδύουν στην αιολική ενέργεια. Τα περισσότερα αιολικά πάρκα βρίσκονται στην στεριά. Παρ' όλα αυτά, κάποιες χώρες της βορειοδυτικής Ευρώπης, όπως η Δανία, η Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους και στην κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

Χαρακτηριστική χρονιά είναι το 2009, κατά το οποίο εγκαταστάθηκαν αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 10.526 MW από τα οποία τα 10.163 MW προέρχονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ενδεικτικά σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα έτη 2008 και 2009. [2]

COUNTRY	TOTAL CAPACITY (MW)	
	YEAR 2008	YEAR 2009
UK	569	4051
GERMANY	1665	25777
FRANCE	950	4492
NETHERLANDS	500	2229
SWEDEN	262	1560
DENMARK	60	3465
BELGIUM	135	563
SPAIN	1558	19149
FINLAND	33	146
IRELAND	232	1260
ITALY	1010	4850
POLAND	268	725
GREECE	114	1087
ESTONIA	19	142
LATVIA	0	28
LITHUANIA	3	91

Πίνακας1Total Capacity 2008-2009 in Europe



Γράφημα 1Total Capacity 2008-2009 (MW)⁶

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω γράφημα, σε όλα τα κράτη υπάρχει πολύ απότομη αύξηση στην παραγόμενη ισχύ. Η Γερμανία είναι η χώρα με την μεγαλύτερη παραγόμενη ποσότητα

⁶<http://www.ewea.org/>

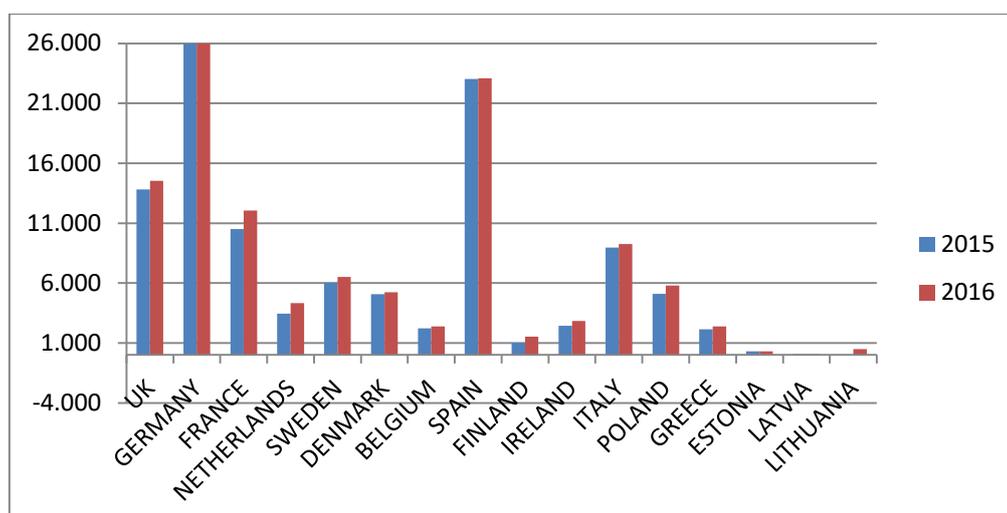
ηλεκτρικής ενέργειας από τα εγκατεστημένα αιολικά πάρκα. Ωστόσο, η μεγαλύτερη αύξηση σημειώθηκε στην Εσθονία, όπου η παραγόμενη ισχύς αυξήθηκε κατά 82%. Από τα 16 κράτη, η Ελλάδα βρίσκεται στην ένατη θέση με συνολική παραγόμενη ισχύ 1087 MW το 2009. Το συνολικό κόστος των επενδύσεων για τις εγκαταστάσεις των αιολικών πάρκων το 2009 είναι προσεγγιστικά 13.000.000.000 €.

Κατά τη διάρκεια του 2016 εγκαταστάθηκαν στην Ευρώπη 12.5 GW. Από αυτά, τα 10.923 MW προέρχονται από αιολικά πάρκα εγκατεστημένα στη στεριά, ενώ τα υπόλοιπα 1.567 MW παράγονται από θαλάσσια αιολικά πάρκα. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα αιολικά πάρκα που εγκαταστάθηκαν το 2016 αντιπροσωπεύει το 51% της συνολικής ενέργειας που παράγεται από τις νέες εγκαταστάσεις. Το συνολικό ποσό που επενδύθηκε σε αιολικά πάρκα είναι 27.500.000.000 €. [3]

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ενδεικτικά σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα έτη 2015 και 2016:

COUNTRY	TOTAL CAPACITY (MW)	
	YEAR 2015	YEAR 2016
UK	13.809	14.542
GERMANY	44.946	50.019
FRANCE	10.505	12.065
NETHERLANDS	3.443	4.328
SWEDEN	6.029	6.519
DENMARK	5.063	5.227
BELGIUM	2.218	2.386
SPAIN	23.025	23.075
FINLAND	1.011	1.539
IRELAND	2.446	2.830
ITALY	8.975	9.257
POLAND	5.100	5.782
GREECE	2.135	2.374
ESTONIA	303	310
LATVIA	62	63
LITHUANIA	315	493

Πίνακας2 Total Capacity 2015-2016 in Europe



Γράφημα 2 Total Capacity 2015-2016 (MW)⁷

Κατά τη διάρκεια της διετίας 2015-2016 η μεγαλύτερη αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από αιολικά πάρκα σημειώθηκε στη Λιθουανία όπου η παραγόμενη ισχύ αυξήθηκε κατά 56,50%. Ύστερα, ακολούθησε η Φινλανδία με αύξηση κατά 52,20% και, τέλος, η Εσθονία είχε μία ελάχιστη αύξηση 1,6%. Η Ελλάδα βρίσκεται στην όγδοη θέση με ποσοστό αύξησης 11,19%.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ορισμένα κράτη της Ευρώπης έχουν δείξει έντονο ενδιαφέρον για τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων. Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα εμφανίζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα αιολικά πάρκα της ξηράς. Ορισμένα από αυτά είναι τα εξής:

- 1.** Στις θαλάσσιες περιοχές η ταχύτητα του ανέμου τείνει να είναι υψηλότερη σε σύγκριση με τη ταχύτητα στη στεριά. Μία μικρή αύξηση της ταχύτητας είναι ικανή να αποφέρει μεγάλη αύξηση στην παραγόμενη ισχύ.
- 2.** Η ταχύτητα του ανέμου στη θάλασσα συνήθως είναι πιο σταθερή από ότι στη στεριά και αυτό καθιστά ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο πιο αξιόπιστη πηγή ενέργειας από ότι ένα αιολικό πάρκο στη στεριά
- 3.** Ο θόρυβος που προκαλείται από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών είναι λιγότερο ενοχλητικός όταν βρίσκεται πιο μακριά από τις κατοικημένες περιοχές

⁷<http://www.ewea.org/>

Από την άλλη πλευρά, για την εγκατάσταση ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου απαιτείται ένα αρκετά υψηλότερο κεφάλαιο καθότι, κυρίως τα κόστη της τοποθέτησης του εξοπλισμού είναι αρκετά μεγαλύτερα σε σύγκριση με αυτά της στεριάς.

Στον Ευρωπαϊκό χώρο τα θαλάσσια αιολικά πάρκα αριθμούνται τουλάχιστον 24. Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται ανά κράτος:[⁴]

COUNTRY	OFFSHORE WIND	COMMISSIONING	CAPACITY (MW)
	FARM	YEAR	
United Kingdom	London Array	2012	630
United Kingdom	Nikos y A	2015	576
United Kingdom	Greater Gabbard	2012	504
United Kingdom	WestofDuddonSand	2014	389
United Kingdom	Walney	2012	367,2
United Kingdom	SheringhamShoal	2012	315
United Kingdom	Thanet	2010	300
United Kingdom	Lincs	2013	270
United Kingdom	HumberGateway	2015	219
United Kingdom	Waster most Rough	2015	210
Denmark	Anholt	2013	400
Denmark	Horns Rev 2	2009	209,3
Denmark	Rodsand II	2010	207
Germany	BARD Offshore 1	2013	400
Germany	Global Tech 1	2015	400
Germany	BorkumRiffgrund 1	2015	312
Germany	NordseeOst	2015	295
Germany	Amrumbank West	2015	288
Germany	Butendiek	2015	288
Germany	Dan Tysk	2015	288
Germany	EnBW Baltic 2	2015	288
Germany	MirwindSud/Ost	2015	288
Belgium	Northwind	2014	216

Πίνακας3 List of Offshore Wind Farms in Europe

Επιπλέον, 10 ακόμα θαλάσσια αιολικά πάρκα είναι υπό κατασκευή και πρόκειται να ολοκληρωθούν μέσα στα επόμενα 3 έτη:

COUNTRY	OFFSHORE WIND FARM	COMPLETION YEAR	CAPACITY (MW)
Netherlands	Gemini	2017	600
Germany	Gode Wind	2017	582
Germany	Veja Mate	2017	402
Germany	Wikinger	2017	350
Germany	Nordsee One	2017	332
Germany	Sandbank	2017	288
United Kingdom	Race Bank	2018	580
United Kingdom	Dudgeon	2017	402
United Kingdom	Rampion	2018	400
Denmark	Horns Rev 3	2019	406,7

Πίνακας4 Offshore Wind Farms in Europe under construction

Στο Ηνωμένο Βασίλειο βρίσκεται το μεγαλύτερο θαλάσσιο αιολικό πάρκο, όχι μόνο της Ευρώπης αλλά και παγκοσμίως, που βρίσκεται σε λειτουργία. Πρόκειται για το *London Array* με παραγόμενη ισχύ 630 MW. Βρίσκεται 20 χιλιόμετρα ανατολικά της ακτής Kent και είναι εγκατεστημένο σε βάθος περίπου 25 μέτρων. Η κατασκευή του ξεκίνησε το 2011, ενώ τέθηκε σε λειτουργία το 2012. Αποτελείται από 175 ανεμογεννήτριες, ύψους 87 μέτρων και διαμέτρου του ρότορα 120 μέτρα η καθεμία. Το κόστος κατασκευής του ανήλθε στα 2.200.000.000 €. Είχε προταθεί η επέκταση του πάρκου έτσι ώστε η συνολική παραγόμενη ισχύς να φτάσει τα 1000 MW, ωστόσο το 2014 η

πρόταση αυτή απορρίφθηκε λόγω των αρνητικών επιπτώσεων που θα είχε στα πουλιά της θάλασσας.



Εικόνα 6 London Array⁸

Στην Ελλάδα δεν έχει εγκατασταθεί έως τώρα υπεράκτιο αιολικό πάρκο, ωστόσο, το 2012 δόθηκαν δύο άδειες από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας για την εγκατάσταση δύο θαλάσσιων αιολικών πάρκων, το ένα σε θαλάσσια περιοχή έξω από τη Λήμνο και το δεύτερο νότια της Αλεξανδρούπολης. Παρ' όλα αυτά, δεν έχει ξεκινήσει ακόμα η υλοποίηση αυτών. [⁵]

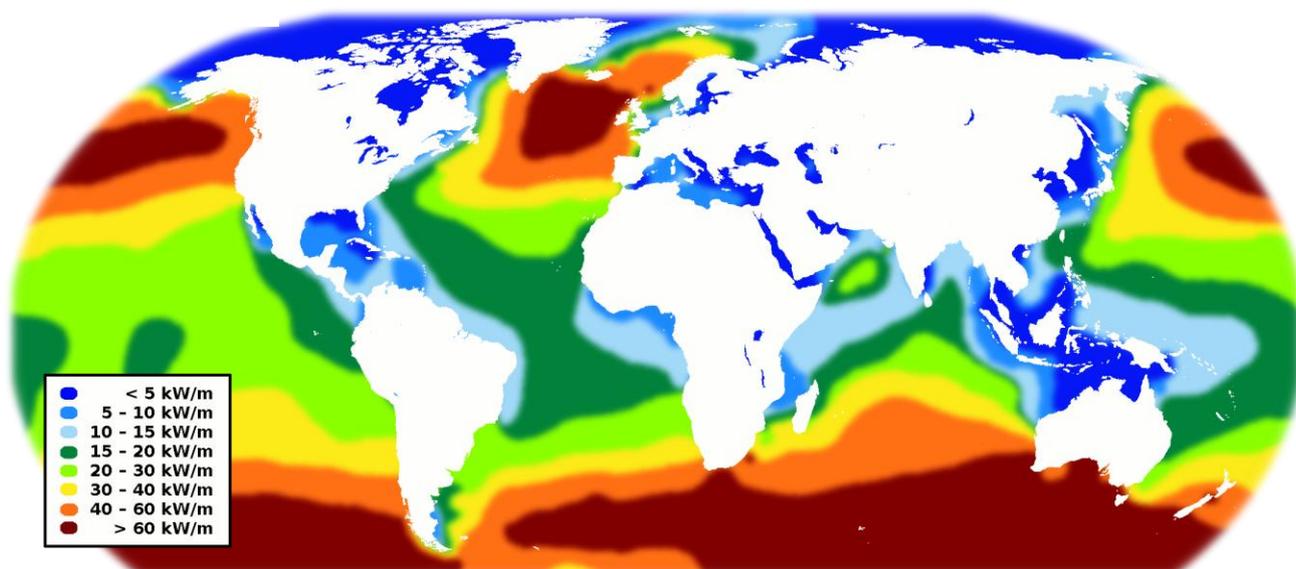
⁸<https://www.cablejoints.co.uk/>

2. ΠΑΡΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Η ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ⁶

Τα κύματα σχηματίζονται από ανέμους που διατρέχουν την επιφάνεια της θάλασσας. Το μέγεθος των κυμάτων εξαρτάται από τη ταχύτητα του ανέμου, τη διάρκειά του, την απόσταση πάνω στη θάλασσα που διανύει ο άνεμος (fetch), τη βαθυμετρία του πυθμένα (που μπορεί να επικεντρώσει ή να διασπείρει την ενέργεια του κύματος). Η κίνηση των μορίων του νερού επιφέρει τη διάδοση μεγάλης ποσότητας κινητικής ενέργειας, που μπορεί να αξιοποιηθεί από τις Συσκευές Ανάκτησης Κυματικής Ενέργειας.

Οι καλύτερες πηγές κυματικής ενέργειας βρίσκονται σε περιοχές όπου ισχυροί άνεμοι έχουν διανύσει μεγάλες αποστάσεις. Για το λόγο αυτό στην Ευρώπη οι πιο αποδοτικές περιοχές είναι οι Δυτικές ακτές καθώς βρίσκονται στο τέλος μιας μεγάλης απόστασης, τον Ατλαντικό Ωκεανό. Τα κύματα έχουν περισσότερη ενέργεια στην ανοιχτή θάλασσα, μακριά από την ακτογραμμή και σε μεγάλα βάθη σε αντίθεση με τα μικρά βάθη κοντά στην ακτογραμμή όπου η αλληλεπίδραση λόγω τριβής με τον πυθμένα μειώνει την ενέργεια του κύματος. Για την ανάκτηση της ενέργειας αυτής έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί μεγάλη ποικιλία συσκευών με διαφορετικό τρόπο λειτουργίας από διάφορες κατασκευάστριες εταιρίες.



Εικόνα 7 Παγκόσμιος Χάρτης Κυματικής Ενέργειας

2.1.1. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ⁷

Τύπος της κυματικής ενέργειας

Σε βαθιά νερά όπου το βάθος πυθμένα είναι μεγαλύτερο του μισού μήκους κύματος, ο ρυθμός μεταφοράς κυματικής ενέργειας "wave energy flux" είναι:

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_{m0}^2 T_e \approx \left(0.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}\right) H_{m0}^2 T_e$$

Όπου P ο ρυθμός μεταφοράς κυματικής ενέργειας ανά μονάδα μήκους της κορυφής του κύματος, H_{m0} το σημαντικό ύψος κύματος, T_e η περίοδος κυματικής ενέργειας "wave energy period", ρ η πυκνότητα του νερού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας. Ο τύπος αυτός υποδηλώνει πως η κυματική ισχύς "wave power" είναι ανάλογη της περιόδου κυματικής ενέργειας και του τετραγώνου του ύψους του κύματος. Όταν το σημαντικό ύψος κύματος δίνεται σε μέτρα, η περίοδος σε δευτερόλεπτα το αποτέλεσμα θα είναι η κυματική ισχύς σε Κιλοβάτ ανά μέτρο μήκους μετώπου του κύματος.

Τα συνήθη κύματα στους ωκεανούς, όπου απέχουν χιλιόμετρα από την ακτογραμμή και τα βάθη πυθμένα είναι τόσο μεγάλα που δεν επηρεάζουν τα κύματα, μπορούν να έχουν ένα μέσο ύψος 3m, και περίοδο 8s. Με τον άνω τύπο προκύπτει για το παράδειγμα αυτό:

$$P \approx \left(0.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}\right) (3\text{m})^2 \times 8\text{s} \approx 36 \frac{\text{kW}}{\text{m}}$$

Που σημαίνει πως υπάρχουν 36 κιλοβάτ δυναμικής ισχύος ανά μέτρο μήκους κορυφής του κύματος.

Στις μεγαλύτερες καταιγίδες, τα μεγαλύτερα κύματα στην ανοιχτή θάλασσα έχουν περί τα 15 μέτρα ύψους και 15 δευτερόλεπτα περίοδο κυματικής ενέργειας. Σύμφωνα με τον άνω τύπο, τέτοια κύματα μπορούν να μεταφέρουν ισχύ περί τα 1,7MW κατά μήκος κάθε μέτρου του μετώπου τους. Μία αποδοτική συσκευή, ανακτώντας το μέγιστο δυνατό της ενέργειας του κύματος έχει ως δευτερεύουσα συνέπεια τα κύματα στη υπήνεμη πλευρά της συσκευής να συνεχίζουν να ταξιδεύουν με χαμηλότερο ύψος κύματος.

Κυματική ενέργεια και ρυθμός μεταφοράς κυματικής ενέργειας” *wave energy and wave-energy flux*”⁸

Σύμφωνα με τη γραμμική κυματική θεωρία, σε μία σταθερή θαλάσσια κατάσταση, η μέση ενεργειακή πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας κυμάτων βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας, είναι ανάλογη του τετραγώνου του ύψους κύματος.

$$E = \frac{1}{16} \rho g H_{m0}^2$$

Όπου E είναι , η μέση ενεργειακή πυκνότητα ανά μονάδα οριζόντιας επιφάνειας (J/m^2), το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενεργειακής πυκνότητας ανά μονάδα οριζόντιας επιφάνειας. Η πυκνότητα δυναμικής ενέργειας είναι ίση με της κινητικής συνεισφέροντας και οι δύο κατά το ήμισυ στη πυκνότητα κυματικής ενέργειας όπως είναι αναμενόμενο από το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας “*equipartition theorem*”.

Στα ωκεάνια κύματα, η επίδραση των επιφανειακών τάσεων είναι αμελητέα για μήκη κύματος πάνω από μερικές δεκάδες εκατοστά. Καθώς τα κύματα διαδίδονται η ενέργειά τους μεταφέρεται. Η ταχύτητα μεταφοράς της ενέργειας αυτής είναι η ταχύτητα ομάδας κυμάτων “*group velocity*”. Ως αποτέλεσμα ο ρυθμός μεταφοράς κυματικής ενέργειας μέσω ενός κατακόρυφου επιπέδου ανά μονάδα πλάτους κάθετου στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος ισούται με:

$$P = E c_g$$

Όπου c_g η ταχύτητα ομάδας κυμάτων (*the group velocity*)(m/s).

Εξαιτίας της σχέσης διασποράς των κυμάτων νερού υπό τις δυνάμεις βαρύτητας, η ταχύτητα ομάδας κυμάτων εξαρτάται από το μήκος κύματος λ ή αντίστοιχα από την περίοδο T . Επιπλέον η σχέση διασποράς είναι μία συνάρτηση του βάθους πυθμένα h . Ως αποτέλεσμα η ταχύτητα ομάδας κυμάτων συμπεριφέρεται διαφορετικά σε μεγάλα, μεσαία και μικρά βάθη.

2.2. ΠΑΡΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πάρκο κυματικής ενέργειας είναι το σύνολο των συσκευών που χρησιμοποιούνται σε μία εγκατάσταση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανακτώντας την κυματική (συσκευές ανάκτησης κυματικής ενέργειας). Μπορεί να βρίσκονται στην ανοιχτή θάλασσα ή κοντά στην ακτή. Όσο πιο μακριά βρίσκονται από την ακτή, τόσο μεγαλύτερα τα κύματα, περισσότερη ενέργεια κύματος και κατ' επέκταση παραγόμενη ενέργεια. Το πρώτο πάρκο κυματικής ενέργειας κατασκευάστηκε στη Πορτογαλία και το μεγαλύτερο προγραμματίζεται για τη Σκωτία.

Σκωτία

Η Σκωτία χορηγεί το ποσό των £13 εκ. για ανάπτυξη της γαλάζιας ενέργειας. Μέρος αυτού, μεγέθους άνω των £4 εκ. ανακοινώθηκε το 2007 πως θα αφορά ένα πάρκο κυματικής ενέργειας παραγωγής 3MW, το μεγαλύτερο παγκοσμίως χρησιμοποιώντας 4 συσκευές Pelamis.

Η εταιρία Ocean Power Technologies (OPT) έχει αναλάβει ένα άλλο πάρκο στην περιοχή Cromarty Firth εγκαθιστώντας με επιτυχία τη συσκευή- "PB150 Power Buoy".

Πρόκληση με βραβείο αξίας £10εκ. καθιερώθηκε για τον πρώτο που θα παράγει 100 GWh από κυματική ενέργεια εντός δύο ετών ως το 2017 (περί τα 5,7MW μέση παραγωγή).

Αγγλία⁹

Ενέκρινε την επιχορήγηση του πάρκου κυματικής ενέργειας με όνομα «Wave hub» έξω από τις βόρειες ακτές της Κορνουάλλης το 2007. Το πάρκο αυτό χρησιμοποιεί ένα υπάρχον σύστημα καλωδίωσης που επιτρέπει σε παραγωγούς συσκευών κυματικής ενέργειας να εγκαθιστούν και να χειρίζονται συσκευές με χαμηλό κόστος διασύνδεσης. Τέσσερις εταιρίες έδειξαν ενδιαφέρον να συνδεθούν στο σύστημα το οποίο αρχικά θα υποστηρίζει ως και 20MW χωρητικότητα κυματικής ενέργειας.

Η εταιρία Ocean Power Technologies (OPT) εμπλέκεται στο δίκτυο αυτό και αποσκοπεί στο να εξελίξει την τεχνολογία των συσκευών της «Power Buoy» καθώς και στο να δημιουργήσει την πρώτη Αγγλική υπεράκτια εγκατάσταση δοκιμής και παρουσίασης συσκευών ανάκτησης κυματικής ενέργειας.

Ωστόσο μία μελέτη του 2017 εκτιμά πως πάρκα κυματικής ενέργειας μαζικής παραγωγής δεν έχουν ακόμα πλησιάσει στο να γίνουν εφαρμόσιμα.

Ο διευθύνων σύμβουλος του οργανισμού "Friends of the Earth Scotland", Duncan McLaren, δήλωσε: "Η κυματική και η παλιρροιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το 1/5 των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του Ηνωμένου Βασιλείου και η Σκωτία βρίσκεται στην ιδανική θέση για να παράγει σημαντικά ποσά αυτής της απόλυτα καθαρής μορφής ενέργειας"

Ηνωμένες Πολιτείες

Η κυματική ενέργεια στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι αναπτυσσόμενη σε αρκετές περιοχές κοντά στις ανατολικές και δυτικές ακτές όπως και στη Χαβάη. Από τη φάση της έρευνας έχει πλέον μεταβεί στη φάση του προγραμματισμού μεγάλων εγκαταστάσεων εντός των επόμενων ετών.

Σύμφωνα με τον πρόεδρο του εμπορικού συλλόγου «Ocean Renewable Energy Coalition» (Συνασπισμός Ωκεάνιας Ανανεώσιμης Ενέργειας), "Η συνολική δυναμικότητα των ακτών των Ηνωμένων Πολιτειών είναι 252 μεγαλύτερες το χρόνο". Αν και δεν έχουν ακόμα υλοποιηθεί μεγάλα έργα πάνω στην κυματική ενέργεια σημαντικές επενδύσεις έχουν γίνει από εταιρίες κοινής ωφέλειας και επιχορηγήσεις για την υλοποίηση και βιωσιμότητα νέων πάρκων.

Το 2017 η εταιρία "Pacific Gas & Electric Company" η μεγαλύτερη εθνική εταιρία κοινής ωφέλειας, ανακοίνωσε εμπορική συμφωνία για αγορά ενέργειας παραγόμενη από ανάκτηση κυματικής προσαρμοζόμενη σε αυστηρές επιταγές χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Μεταξύ των ετών 2008-2012 δεσμεύτηκαν ποσά αξίας \$200 εκ. για επιχορηγήσεις τεχνολογίας κυματικής ενέργειας ενώ \$50 εκ. δεσμεύονται ανά κάθε οικονομικό έτος για έρευνα, ανάπτυξη, επίδειξη και εφαρμογή ωκεάνιας ενέργειας.

Το πανεπιστήμιο του Όρεγκον σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο της Ουάσινγκτον αναλαμβάνουν την ίδρυση του " Βορειοδυτικού εθνικού κέντρου Θαλάσσιας ανανεώσιμης κυματικής και παλιρροιακής ενέργειας Northwest National Marine Renewable Energy Center for wave and tidal energy ενώ το πανεπιστήμιο της Χαβάη ιδρύει το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιας Ενέργειας της Χαβάη" National Renewable Marine Energy Center in Hawaii.

Η εταιρία "Grays Harbor Ocean Energy Company of Seattle" αιτήθηκε της Ομοσπονδιακής Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας δικαίωμα ανάκτησης της κυματικής ενέργειας έξω από τις ακτές των

Καλιφόρνια, Χαβάη, Μασαχουσέτης, Νιου Τζέρσεϋ, Νέας Υόρκης και νήσου Ρόουντ. Το έργο αυτό αξίας \$28 δις θα είναι το μεγαλύτερο έργο ανανεώσιμης ενέργειας στο κράτος.

Ισπανία

Το "Mutriku BreakWater Wave Plant" είναι ο πρώτος κυματοθραύστης με διάταξη πολλαπλών στροβίλων. Παράγει ενέργεια από το 2011 και αποδίδει 296 kW από 16 στροβίλους και 16 OWCs. Το 2015 είχε αποδώσει τη πρώτη της GWh. Σήμερα αποδίδει ακόμα και λειτουργεί και ως χώρος δοκιμών νέων τεχνολογιών.

Πορτογαλία

Το "Aguçadoura Wave Farm" ήταν το πρώτο εμπορικής κλίμακας πάρκο κυματικής ενέργειας, 5 χιλιόμετρα έξω από την Póvoa do Varzim βόρεια του Oporto στη Πορτογαλία. Απέδωσε 2.25MW χρησιμοποιώντας 3 συσκευές Pelamis. Συνδέθηκε τον Ιούλιο του 2008, επίσημα ξεκίνησε το Σεπτέμβριο του 2008 και έκλεισε δύο μήνες αργότερα εξαιτίας τεχνικών προβλημάτων των μηχανών.

Ιταλία

Η εταιρία 40 South Energy έχει το υπεράκτιο κέντρο δοκιμών της στο Castiglione della Pescaia της Ιταλίας και σκοπεύει να το αναβαθμίσει σε εμπορικής χρήσης Πάρκο Κυματικής Ενέργειας συνδέοντάς το μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου με την ακτή. Εν τω μεταξύ στη Λαβάνια της Ιταλίας ιδιοκτήτες υδατοκαλλιέργειας έχουν ξεκινήσει διαδικασίες μετατροπής της εγκατάστασής του σε παράλληλη παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιώντας τεχνολογία της 40 South Energy.

Ρωσία¹⁰

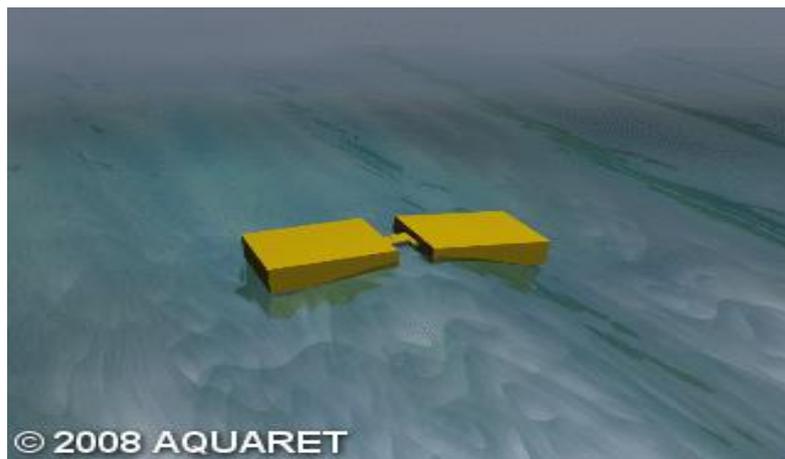
Το 2013, η εταιρία Ocean Rus Energy, με έδρα το Yekaterinburg, παρουσίασε μία σειρά από συσκευές ανάκτησης κυματικής ενέργειας με απόδοση από 160W ως 1MW(σχεδιασμού). Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των γεννητριών αυτών είναι ότι αποτελούμενες από πολλές μικρές συσκευές συναρμολογούμενες μεταξύ τους μπορούν να κατασκευαστούν έτσι ώστε να αποδίδουν την επιθυμητή ενέργεια. Αντίθετα από τις περισσότερες μονάδες στοχεύουν σε μικρής κλίμακας παραγωγή ενέργειας.

2.4.ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Συσκευές Ανάκτησης Κυματικής Ενέργειας (wave energy converter, WEC) ονομάζονται οι συσκευές που μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η αιφόρος αυτή μορφή ενέργειας μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη είτε κοντά στην ακτή είτε σε βαθιά νερά της ανοιχτής θάλασσας. Οι συσκευές ανάκτησης μπορούν να διαχωριστούν σε οκτώ βασικούς τύπους ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους.

A) Ο ΕΞΑΣΘΕΝΗΤΗΣ

Ο Εξασθενητής είναι μία πλωτή συσκευή που λειτουργεί παράλληλα με τη διεύθυνση μετάδοσης του κύματος και στην ουσία ακολουθεί την κίνηση του κύματος. Η ενέργεια παράγεται από τη σχετική κίνηση των δύο σκελών της συσκευής (προσήνεμο και υπήνεμο) καθώς το κύμα τη διαπερνά.

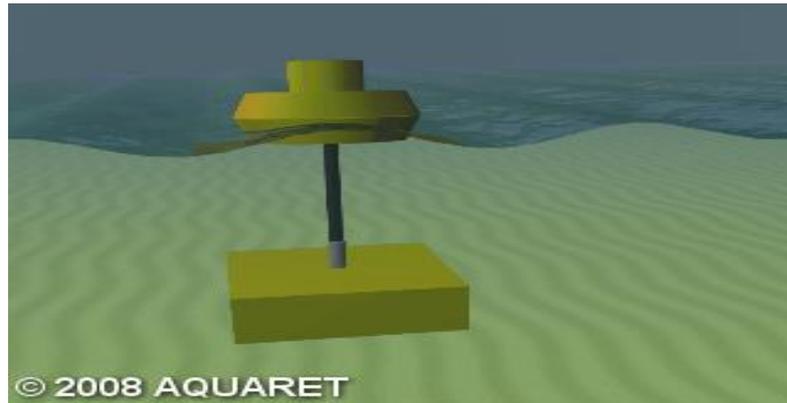


Εικόνα 8 ΕΞΑΣΘΕΝΗΤΗΣ⁹

⁹<http://www.emec.org.uk>

Β) Ο ΣΗΜΕΙΑΚΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΣ

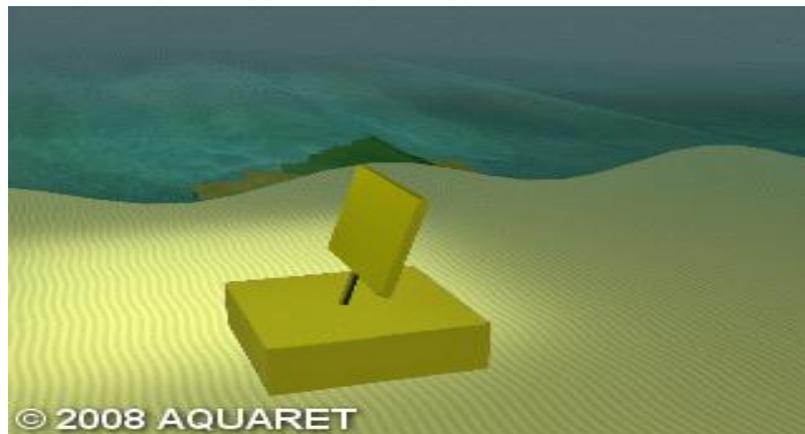
Ο Σημειακός Απορροφητής είναι ένας αγκυρωμένος πλωτήρας που κινείται στη κατακόρυφη διεύθυνση καθώς βρίσκεται στην επιφάνεια του νερού. Η ενέργεια που παράγει οφείλεται στη σχετική μετατόπιση μεταξύ πλωτήρα και βάσης. Είναι ικανός να απορροφήσει ενέργεια κυμάτων από όλες τις κατευθύνσεις. Το σύστημα παραγωγής ενέργειας μπορεί να έχει διάφορες μορφές ανάλογα με τη διάταξη των αντιδραστήρων.



Εικόνα 9 ΣΗΜΕΙΑΚΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΣ¹⁰

Γ) ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΟΣ ΚΑΤΑ SURGE ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

Αποτελείται από ένα βραχίονα τοποθετημένο σε μία περιστρεφόμενη άρθρωση μίας σταθερής βάσης στον πυθμένα. Παράγει ενέργεια ταλαντευόμενος όπως ένα εκκρεμές κατά τη διεύθυνση μετάδοσης του κύματος (surge) αλλά και από τη κίνηση σωματιδίων νερού μέσα από αυτό.

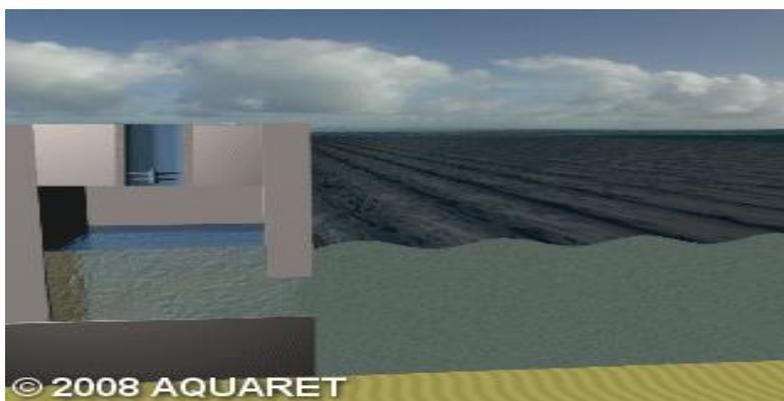


Εικόνα 10 ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΟΣ ΚΑΤΑ SURGE ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΚΥΜΑΤΟΣ¹¹

¹⁰<http://www.emec.org.uk>

Δ) ΣΤΗΛΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

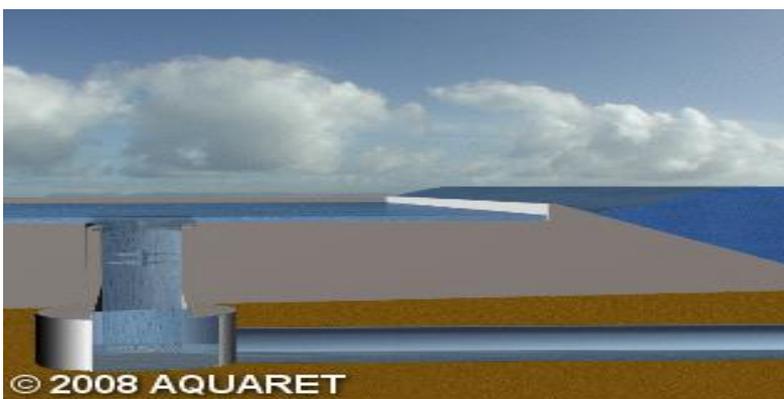
Είναι μία κατασκευή μερικώς βυθισμένη με εσωτερικό κενό. Είναι ανοιχτό προς στη θάλασσα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, εγκλωβίζοντας μια στήλη αέρα πάνω από μια στήλη νερού. Τα κύματα προκαλούν άνοδο και κάθοδο της στήλης του νερού, η οποία συμπιέζει και αποσυμπιέζει τη στήλη αέρα. Αυτός ο παγιδευμένος αέρας είναι ελεύθερος να ρέει από και προς την ατμόσφαιρα μέσω ενός στροβίλου, ο οποίος συνήθως έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται ανεξάρτητα από την κατεύθυνση της ροής του αέρα. Η περιστροφή του στροβίλου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 11 ΣΤΗΛΗ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ¹²

Ε) ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

Οι συσκευές αυτές παγιδεύουν νερό καθώς τα κύματα εισέρχονται σε μια δεξαμενή. Το νερό αυτό επιστρέφει στη θάλασσα διερχόμενο από μία υδρογεννήτρια τουρμπίνας. Χρησιμοποιούν συνήθως συλλέκτες για να συγκεντρώσουν την ενέργεια του κύματος.



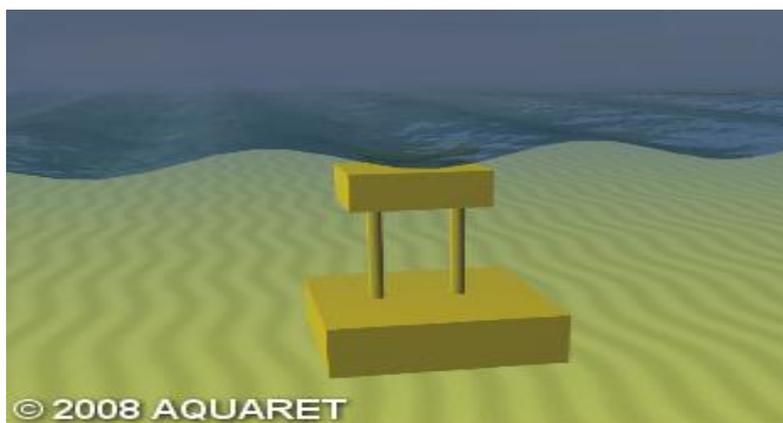
Εικόνα 12 ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ¹³

¹¹<http://www.emec.org.uk>

¹²<http://www.emec.org.uk>

ΣΤ) ΒΥΘΙΣΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΠΙΕΣΗΣ

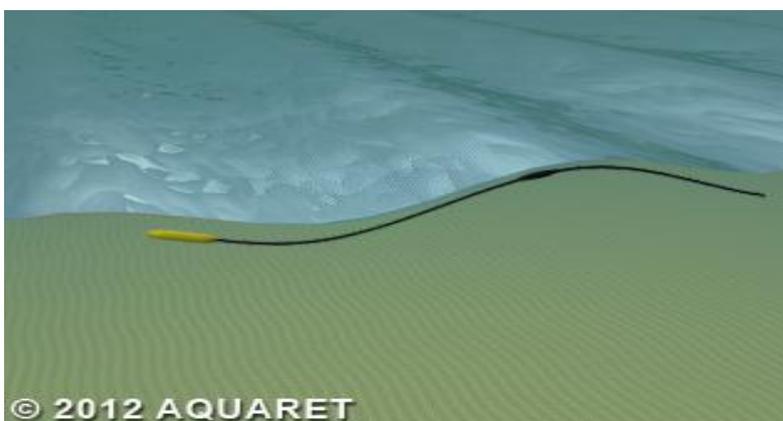
Οι συσκευές αυτές βρίσκονται συνήθως κοντά στην ακτή και επί του πυθμένα. Η κίνηση του νερού εξαιτίας των κυμάτων προκαλεί την άνοδο και κάθοδο της επιφάνειας του νερού με αποτέλεσμα να εναλλάσσεται η υδροστατική πίεση στη συσκευή. Η εναλλαγή αυτή προκαλεί την άντληση κάποιου υγρού μέσω ενός συστήματος που παράγει ενέργεια.



Εικόνα 13 ΒΥΘΙΣΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΠΙΕΣΗΣ¹⁴

Ζ) ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

Η τεχνολογία των συσκευών αυτών βασίζεται σε ένα λαστιχένιο σωλήνα με νερό, αγκυροβολημένο στο βυθό της θάλασσας, που ακολουθεί την κίνηση των κυμάτων. Το νερό εισέρχεται μέσω της πρύμνης και το διερχόμενο κύμα προκαλεί διακυμάνσεις της πίεσης κατά μήκος του σωλήνα, δημιουργώντας μια «διόγκωση». Καθώς η διόγκωση ταξιδεύει στο σωλήνα, αυξάνεται, συγκεντρώνοντας ενέργεια που αξιοποιείται από μία υδρογεννήτρια τουρμπίνας στην έξοδο του σωλήνα.



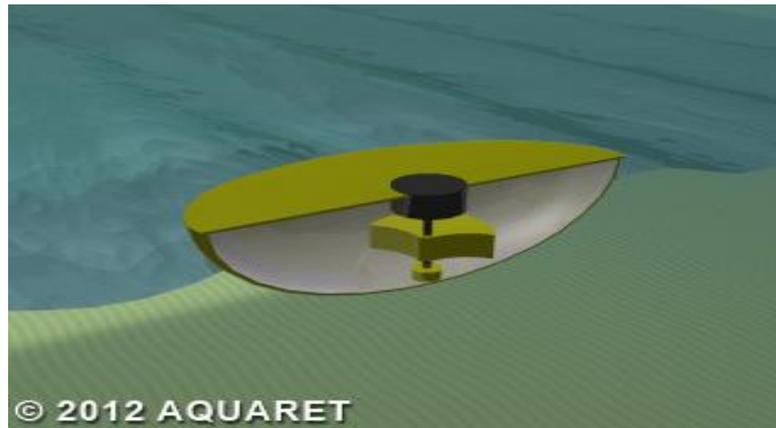
Εικόνα 14 ΣΥΣΚΕΥΗ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΥΜΑΤΟΣ¹⁵

¹³<http://www.emec.org.uk>

¹⁴<http://www.emec.org.uk>

Η) ΣΥΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΜΑΖΑΣ

Είναι ένα είδος σκάφους στην επιφάνεια της θάλασσας που παράγει ενέργεια ταλαντούμενο σε δύο διευθύνσεις τη heave και sway (κατακόρυφα και κατά πλάτος). Η κίνηση αυτή προκαλεί τη περιστροφή ενός έκκεντρου βάρους ή ενός γυροσκοπίου που βρίσκεται στο κέντρο του σκάφους και εν συνεχεία η περιστροφή αυτή μεταφέρεται σε μία ηλεκτρογεννήτρια.



Εικόνα 15 ΣΥΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΜΑΖΑΣ¹⁶

Θ) ΑΛΛΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ¹¹

Εδώ ανήκουν όλες οι συσκευές με πολύ πρωτοποριακή και διαφορετική τεχνολογία από τις προαναφερθείσες καθιερωμένες ή έχουν άγνωστα χαρακτηριστικά. Παραδείγματα αυτών είναι το Wave Rotor, ένας στρόβιλος τοποθετημένος απευθείας στα κύματα. Αξιοσημείωτες προτάσεις είναι εύκαμπτες κατασκευές ή μία κατασκευή με μεταβλητό σχήμα.

¹⁵<http://www.emec.org.uk>

¹⁶<http://www.emec.org.uk>

2.5.ΟΙ ΠΙΟ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ&ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΙ ΚΑΙ ΤΕΘΕΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

A) PELAMIS WAVE POWER: “The first generation Pelamis P1”

Ιδρύθηκε το 1998, με έδρα το Εδιμβούργο κατασκευάζει και εκμεταλλεύεται συσκευές ανάκτησης κυματικής ενέργειας Pelamis.

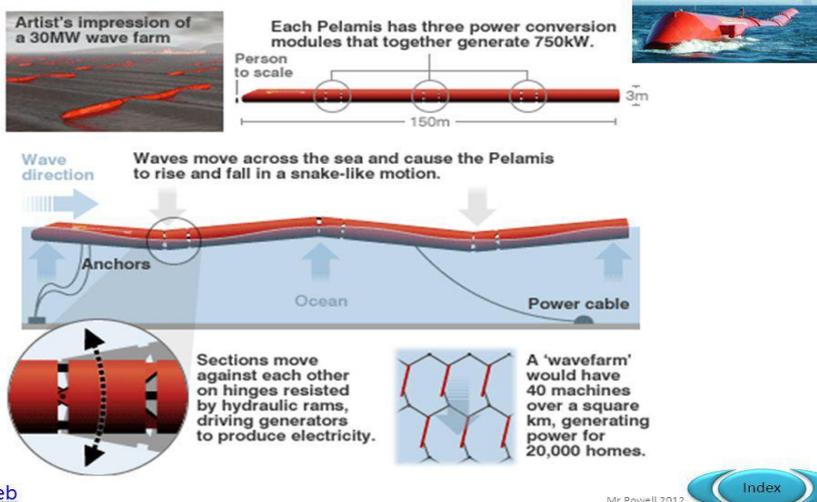
Το 2004, η Pelamis Wave Power παρουσίασε το πρώτο πρωτότυπο πλήρους κλίμακας, το P1, στο χώρο δοκιμών κύματος EMEC στο Billia Croo. Εδώ, το P1 έγινε η πρώτη υπεράκτια (Σ.Α.Κ.Ε.) στον κόσμο για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια σε εθνικό δίκτυο. Η συσκευή είχε μήκος 120 μέτρα, διάμετρο 3,5 μ. και αποτελείτο από τέσσερα τμήματα σωλήνα. Η **Pelamis Wave Energy Converter** αξιοποιούσε την κίνηση επιφανειακών ωκεάνιων κυμάτων για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η συγκεκριμένη συσκευή ήταν σχεδιασμένη για μεγάλα βάθη, άνω των 50 μ, όπου 4 αρθρωτά συνδεδεμένα ημιβυθισμένα κυλινδρικά τμήματα κάμπτονταν μεταξύ τους καθώς το κύμα διέσχιζε τη συσκευή. Η κίνηση των τμημάτων που προκαλείτο από τα κύματα περιοριζόταν από υδραυλικές αναρτήσεις που αντλούν λάδι υψηλής πίεσης μέσω υδραυλικών κινητήρων που κινούν ηλεκτρικές γεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια από όλες τις αρθρώσεις τροφοδοτεί με ένα μόνο καλώδιο μια διακλάδωση στον πυθμένα. Διάφορες συσκευές μπορούν να συνδεθούν με την ακτή μέσω ενός μόνο υποθαλάσσιου καλωδίου.

Η συσκευή αυτή λειτουργεί αποδοτικότερα σε εξασθενημένα κύματα. Καθώς η συσκευή αναταποκρίνεται στην καμπυλότητα του κύματος και όχι στο ύψος του και καθώς το κύμα μπορεί να φτάσει μέχρι μία ορισμένη καμπυλότητα πριν τη φυσική θραύση του, περιορίζεται το εύρος της επιτρεπτής κίνησης της συσκευής αλλά διατηρεί μεγάλη κίνηση στις αρθρώσεις σε μικρά κύματα.



Εικόνα16 PELAMIS WAVE POWER P1 ¹⁷

Pelamis Wave Power Generator



Εικόνα 17PELAMISWAVEPOWER Λειτουργία ¹⁸

¹⁷ <http://www.emec.org.uk/>

¹⁸ <http://www.emec.org.uk/>



Εικόνα18 PELAMIS WAVE POWER Πάρκο¹⁹

B) E.ON: “THE PELAMIS WAVE POWER LTD P2”¹²

Η εξέλιξη του Pelamis P1 στο EMEC μεταξύ 2004-2007 οδήγησαν στην ανάπτυξη της δεύτερης γενιάς συσκευής τους, το Pelamis P2. Η λειτουργία είναι παρόμοια με του P1, αλλά περιλαμβάνει 5 συνδεδεμένα τμήματα, αποδίδει 750kW έχει μήκος 180m, διάμετρο 4m και ζυγίζει περίπου 1350 τόνους.

Το 2005, η E.ON, η μεγαλύτερη εταιρεία επενδύσεων σε ενέργεια και φυσικό αέριο παγκοσμίως και μία από τις εταιρίες ανανεώσιμης ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου, ίδρυσε μια εξειδικευμένη ομάδα ανάπτυξης για να διερευνήσει τις διάφορες τεχνολογίες κυμάτων και παλίρροιας και να δημιουργήσει ένα χαρτοφυλάκιο έργων. Σημειώνοντας την πρώτη σημαντική επένδυση στην κυματική ενέργεια, η εταιρεία αγόρασε τη δεύτερη γενιά της μηχανής Pelamis Wave Power Ltd P2 το 2009: η πρώτη μηχανή ισχύος του κόσμου που θα αγοραστεί από μια εταιρεία κοινής ωφέλειας.

Φτάνοντας στο Orkney τον Ιούλιο του 2010, η μηχανή P2 750kW εγκαταστάθηκε με επιτυχία στην εγκατάσταση δοκιμών κυματικής ενέργειας Billia Croo για πρώτη φορά τον Οκτώβριο του 2010. Μετά από ένα τριετές πρόγραμμα δοκιμών, το P2-001 επέστρεψε στην κυριότητα του Pelamis Wave Power, για συνεχή επίδειξη μαζί με το Scottish Power Renewables που του ανήκει το P2-002.

Το πρόγραμμα δοκιμών που αναπτύχθηκε από τη Pelamis είναι δομημένο σύμφωνα με μια σειρά καιρικών καταστάσεων, καθένα από τα οποία έχει προοδευτικά υψηλότερα ύψη κύματος. Το P2 θα δοκιμαστεί για μια καθορισμένη χρονική περίοδο σε κάθε κατάσταση πριν από τη διαβάθμιση στην επόμενη. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την προοδευτική διαχείριση του κινδύνου για την τεχνολογία και την ικανότητα να βρει και να χειριστεί τυχόν απροσδόκητα τεχνικά ζητήματα που προκύπτουν. Οι εργασίες επιθεώρησης και συντήρησης πραγματοποιούνται στο Lyness, όπου βρίσκεται το

¹⁹<https://mendocoastcurrent.wordpress.com>

μηχάνημα όταν δεν βρίσκεται στην εγκατάσταση δοκιμών, έτοιμο για αναδιάταξη σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες.



Εικόνα19 PELAMIS WAVE POWER LTD P2²⁰

Δυστυχώς, η Pelamis μπήκε σε καθεστώς εξωτερικής διαχείρισης τον Νοέμβριο του 2014 και η Wave Energy Scotland κατέχει σήμερα τα περιουσιακά της στοιχεία και το IP. Το P2-001 έχει αποσυναρμολογηθεί.

Γ) Ο.Ρ.Τ. OCEAN POWER TECHNOLOGIES “ THE POWERBUOY PB3”¹³

Η συσκευή PB3 της εταιρίας OPT μπορεί να λειτουργεί ως αδιάλειπτη τροφοδοσία ρεύματος (UPS), η οποία διαρκώς επαναφορτίζεται ανακτώντας κυματική ενέργεια. Χρησιμοποιείται σε ωκεανούς, αγκυροβόλείται και επιπλέει πάνω από το σημείο χρήσης και μπορεί να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε βάθος ωκεανού πάνω από 20 μέτρα και μέχρι 1 χλμ.

Το PB3 τροφοδοτεί συνεχώς εξοπλισμό που βρίσκεται στο βυθό της θάλασσας ή επί της συσκευής, παρέχοντας ταυτόχρονα μεταφορά δεδομένων και επικοινωνία σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις ξηράς. Διαστασιολογήθηκε και σχεδιάστηκε για να αποθηκεύει επαρκή ηλεκτρική ενέργεια καλύπτοντας και μεγάλες περιόδους επίπεδης ήρεμης θάλασσας.

Η μετατροπή της κυματικής ενέργειας σε ηλεκτρική πραγματοποιείται μέσω μιας γεννήτριας άμεσης κίνησης που φορτίζει συνεχώς μία μπαταρία (σύστημα αποθήκευσης ενέργειας). Η ισχύς από την μπαταρία χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες των εφαρμογών και των τελικών χρηστών. Αυτό είναι ιδιαίτερα επωφελές για εφαρμογές που έχουν διαφορετικές απαιτήσεις ισχύος, όπως συνεχόμενων ή μεγαλύτερων περιστασιακών κορυφών.

²⁰<https://mendocostcurrent.wordpress.com>

Το PB3 σχεδιάστηκε για την ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους (OPEX), με το οποίο απλοποιείται η ανάπτυξη και η αξιοποίησή του, αξιοποιώντας σκάφη που χρησιμοποιούνται ευρέως στις υπεράκτιες θαλάσσιες επιχειρήσεις. Το PB3 μπορεί είτε να ρυμουλκηθεί είτε να εγκατασταθεί από το κατάστρωμα ενός σκάφους.

Το διάστημα συντήρησης κατά το σχεδιαστή είναι 3ετές. Το σύστημα ελέγχου και διαχείρισης PB3 περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων, την επεξεργασία και τη μετάδοση τους, επιτρέποντας στρατηγικές προληπτικής συντήρησης, αυξάνοντας έτσι τη διαθεσιμότητα και τη λειτουργική αποτελεσματικότητα.

Η τεχνολογία PB3 επιδείχθηκε για ένα έργο του αμερικανικού ναυτικού για την παροχή ενέργειας σε δίκτυα παράκτια ασφάλειας και ανταπεξήλθε σε αυστηρές θαλάσσιες δοκιμές, συμπεριλαμβάνοντας τη χρήση του έξω από την ακτή του Νιου Τζέρσεϋ κατά τη διάρκεια του τυφώνα Irene το 2011. Τα εξωτερικά φορτία προβλέπεται να μεταφέρονται μέσω ενός κοντέινερ θαλάσσιας μεταφοράς ISOαπαιτώντας ελάχιστη επιτόπια προετοιμασία προ της εγκατάστασης.

Οι προδιαγραφές της συσκευής παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

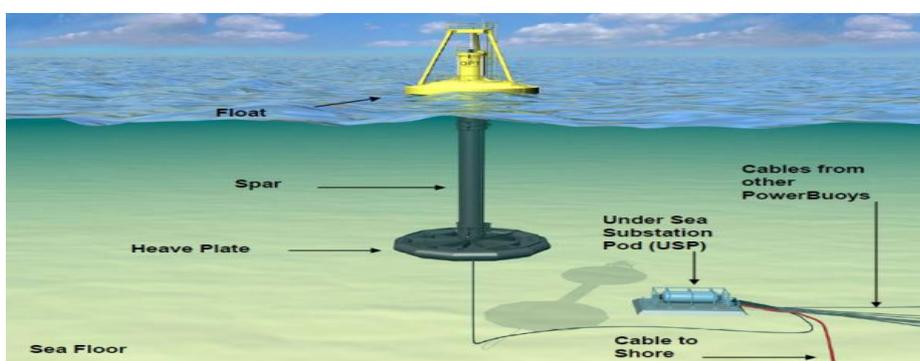
DIMENSIONS	ELECTRICAL
Height: 13.3 m	Continuous Average Power based on 8.4 kWh/Day (typical) (Annual Average: Site Dependent)
Draft: 9.28 m	Payload Peak Power: up to 3 kW peak power to load: 7.5 kW (custom)
Spar Diameter 1.0 m Float Diameter: 2.65 m	Nominal Battery Capacity (ESS): 50 kWh (approx.); Modular and Scalable to 100, 150 kWh (appx.)
Weight: 8,300 kg	Zero wave day capacity: 100 W load for 1+ weeks (50 kWh ESS)
MOORING	DC Output: 24 V and 300 V (standard) 5 V to 600 V (custom)
Type: Single point or 3 point	Power Generation Sea States: 1 - 5
Point: Anchor or shackle	
Min Depth: 25 m	
Max Depth w/ standard design: 1,000 m*	*Other mooring designs available for deeper deployments

Πίνακας5 O.P.T. OCEAN POWER TECHNOLOGIES “ THE POWERBUOY PB3”



Image courtesy of Ocean Power Technologies

Εικόνα20 THE POWER BUOY PB150²¹



Εικόνα21 THE POWER BUOY: Η Διάταξη²²

²¹ www.power-technology.com

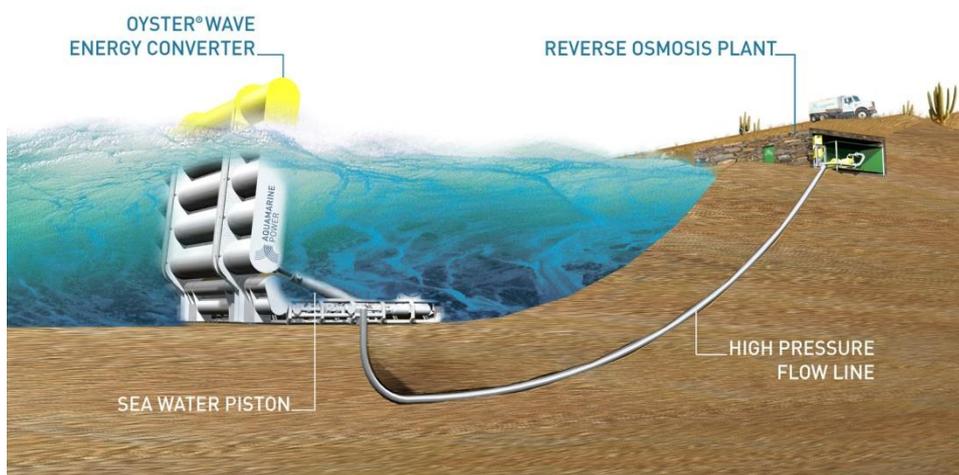
²² www.greencarcongress.com

Δ) AQUAMARINE POWER: “The Oyster”²⁴

Η εταιρία Aquamarine ιδρύθηκε το 2005, και εδρεύει στο Εδιμβούργο. Ανέπτυξε την τεχνολογία “The Oyster wave power technology” για να ανακτήσει τη κυματική ενέργεια κοντά στην ακτή.

Η συσκευή “The Oyster” είναι ένας ταλαντευόμενος κατά surge μετατροπέας κύματος: ένα πλωτό, αρθρωτό πτερύγιο που συνδέεται στον πυθμένα σε βάθος περίπου δέκα μέτρων, περίπου μισό χιλιόμετρο από την ακτή. Αυτό το πτερύγιο, το οποίο είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου βυθισμένο, κινείται προς τα πίσω και προς τα εμπρός στα παράκτια κύματα. Η κίνηση του πτερυγίου κινεί δύο υδραυλικά έμβολα που πιέζουν νερό υψηλής πίεσης στην ξηρά ενεργοποιώντας μία συμβατικού τύπου υδρο-ηλεκτρογεννήτρια τουρμπίνας.

Η Aquamarine Power ανέπτυξε και εξέτασε δύο συσκευές Oyster πλήρους κλίμακας στη περιοχή δοκιμών της EMEC στο Orkney, το Oyster 1 315kW και το Oyster 800 kW δεύτερης γενιάς, δαπανώντας πάνω από £3εκ. και συνεργαζόμενη με πάνω από 40 τοπικές επιχειρήσεις. Το Oyster 800 συνδέθηκε στο το δίκτυο τον Ιούνιο του 2012 έως ότου το πρόγραμμα δοκιμών έληξε το 2015, όπου και η εταιρεία έπαψε να λειτουργεί.



Εικόνα22 AQUAMARINE POWER: “The Oyster”²³

²³ <https://newatlas.com>

E) AW-ENERGY : “The Wave Roller”

Λειτουργεί σε παράκτιες περιοχές (περίπου 0,3-2 χιλιόμετρα από την ακτή) σε βάρη μεταξύ 8 και 20 μέτρων. Ανάλογα με τις παλιρροιακές συνθήκες, είναι κατά το πλείστον πλήρως βυθισμένο ή ακυρωμένο στον πυθμένα. Μια μονάδα Wave Roller (ένα πτερύγιο και συνδυασμός ΡΤΟ) έχει ονομαστική ισχύ από 350kW έως 1000kW, με συντελεστή χωρητικότητας 25-50% ανάλογα με τις συνθήκες κύματος στο χώρο του έργου. Η τεχνολογία μπορεί να αναπτυχθεί ως μεμονωμένες μονάδες ή σε πάρκα.

Είναι και αυτό ένας ταλαντευόμενος κατά surge μετατροπέας κύματος. Η μετακίνηση του νερού προς τα πίσω και προς τα εμπρός κατά τη διεύθυνση μετάδοσης του κύματος, θέτει σε κίνηση το πτερύγιο του Wave Roller. Για τη μεγιστοποίηση της ενέργειας που μπορεί να ανακτήσει το Wave Roller από τα κύματα, η συσκευή εγκαθίσταται υποθαλάσσια σε βάρη περίπου 8 - 20 μέτρων, όπου η δύναμη του κύματος κορυφώνεται. Ένα μόνο πτερύγιο απορροφά 1,5-2 MW ισχύος από την κύμα. Το πτερύγιο αυτό καλύπτει ουσιαστικά ολόκληρο το βάθος της στήλης ύδατος από τον πυθμένα μέχρι την επιφάνεια του νερού.

Καθώς το πτερύγιο του Wave Roller μετακινείται και απορροφά την κυματική ενέργεια, αντλίες υδραυλικού εμβόλου που είναι προσαρτημένες στο πτερύγιο αντλούν υδραυλικό υγρό μέσα σε ένα κλειστό υδραυλικό κύκλωμα. Όλα τα στοιχεία του υδραυλικού κυκλώματος εσωκλείονται μέσα σε μια ερμητικά κλειστή δομή μέσα στη συσκευή και δεν εκτίθενται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής στον ωκεανό. Τα υγρά υψηλής πίεσης τροφοδοτούνται σε ένα σύστημα αποθήκευσης ισχύος και εξομάλυνσης, το οποίο συνδέεται με έναν υδραυλικό κινητήρα που κινεί μια ηλεκτρογεννήτρια. Η ηλεκτρική ισχύς αυτής της μονάδας παραγωγής ανανεώσιμης κυματικής ενέργειας το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου.



Εικόνα23 AW-ENERGY : “The Wave Roller”²⁴

²⁴ www.aw-energy.com

ΣΤ) SCOTTISHPOWERRENEWABLES¹⁵

Η Scottish Power Renewables είναι μέρος της Iberdrola, του μεγαλύτερου κατασκευαστή αιολικής ενέργειας στον κόσμο, με λειτουργικό χαρτοφυλάκιο άνω των 14.000 μεγαβάτ (MW) (από τον Μάρτιο του 2012). Η Scottish Power Renewables είναι υπεύθυνη για την πρόοδο των χερσαίων αιολικών και θαλάσσιων ενεργειακών έργων της στη Μεγάλη Βρετανία και την Ιρλανδία και των υπεράκτιων αιολικών πάρκων σε ολόκληρο τον κόσμο, διαχειριζόμενη την ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία όλων των (σημερινών και δυνητικών) έργων.

Τον Μάιο του 2012, η συσκευή Pelamis Wave Power δεύτερης γενιάς της εταιρίας - το P2 - αναπτύχθηκε για πρώτη φορά σε μια θέση δίπλα στην συσκευή P2 της E.ON, στο πλαίσιο μιας μοναδικής συμφωνίας συνεργασίας μεταξύ των δύο των κατασκευαστών συσκευών ανανεώσιμης ενέργειας για να μεγιστοποιήσουν τη τεχνογνωσία από τη λειτουργία και τη συντήρηση των μηχανών ως πάρκο κυματικής ενέργειας. Η συσκευή φυλάσσεται στο Lyness όταν δεν είναι εγκατεστημένη.

Τον Φεβρουάριο του 2016, η EMEC εξαγόρασε το P2-002 από την Scottish Power Renewables και αναζητά πλέον ιδέες για μελλοντικές ευκαιρίες μάθησης και έργα Έρευνας και Ανάπτυξης που μπορούν να επωφεληθούν από τη χρήση της πρωτότυπης συσκευής Pelamis P2-002.

Z) SEATRICITY: “The Oceanus 2”¹⁶

Η Seatricity είναι μια νέα βρετανική εταιρεία που ασχολείται αποκλειστικά με την ανάπτυξη συσκευών ανάκτησης κυματικής ενέργειας. Η συσκευή της Seatricity περιλαμβάνει πολλαπλούς πλωτήρες που κινούνται κατακόρυφα ακολουθώντας τα κύματα, χρησιμοποιεί αντλίες που πιέζουν το θαλασσινό νερό και το διοχετεύουν στην ξηρά ενεργοποιώντας μία συμβατικού τύπου υδροηλεκτρογεννήτρια τουρμπίνας που παράγει μέχρι 1MW ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτροπαραγωγή και άλλα ευάλωτα εξαρτήματα τοποθετούνται στη ξηρά, έτσι είναι εύκολα προσβάσιμα και ταυτόχρονα προστατεύονται από τις καταστροφές του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Πολλές μεμονωμένες αντλίες συνδέονται μαζί για να παράγουν ικανοποιητική ποσότητα νερού υπό πίεση.

Έχοντας δοκιμάσει μια πρωτότυπη συσκευή υπό κλίμακα στον Ατλαντικό Ωκεανό έξω από την Αντίγκουα, η Seatricity προχώρησε στο να δοκιμάσει το πλήρους κλίμακας πρωτότυπο της σε πιο αντίξοες συνθήκες στη δοκιμαστική εγκατάσταση κυματικής ενέργειας της Billia Croo.

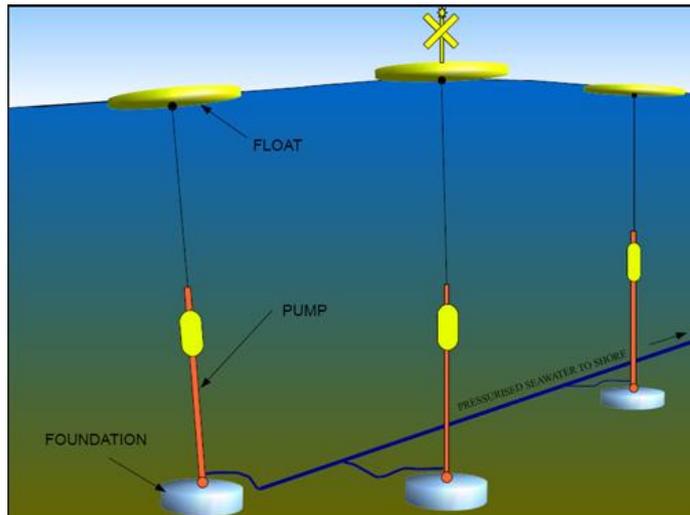
Η εταιρεία κατασκεύασε μια παραγωγική μονάδα στο Stromness το 2011, όπου κατασκευάστηκαν οι πλωτήρες της συσκευής. Η συσκευή τέθηκε σε λειτουργία για πρώτη φορά στη Billia Croo το 2013, ενώ το 2014 το έργο έμεινε εκτός λειτουργίας.

Το Oceanus 2 είναι μία δεύτερης γενιάς συσκευή ανάκτησης κυματικής ενέργειας της Seatricity. Η κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας αντλία της Seatricity είναι μία διπλής διαδρομής αυτοάγκιστρη υδραυλική αντλία που λειτουργεί ως Σημειακός Απορροφητής. Η συσκευή Oceanus 2 χρησιμοποιείται στο Wave Hub.



Εικόνα 24 SEATRICITY: “The Oceanus 2”²⁵

²⁵<http://seatricity.com/>



Εικόνα25 SEATRACITY: "The Oceanus 2"²⁶

H) CorPower: “The CorPower ‘s C3 Wave Energy Converter” Stockholm, Sweden¹⁷

Οι συσκευές που κατασκεύασε η Cor Power έχουν στην επιφάνεια του νερού έναν πλωτήρα κινούμενο κατακόρυφα που ανακτά ενέργεια από την κίνηση των κυμάτων τόσο τη κατακόρυφη όσο και κατά τη διεύθυνση μετάδοσής τους. Το WEC συνδέεται με τον πυθμένα χρησιμοποιώντας μια προεντεταμένη γραμμή αγκύρωσης. Διαθέτει ένα σύστημα πνευματικής ανάρτησης μεταξύ της γραμμής αγκύρωσης και του πλωτήρα για να ενεργοποιείται ένα ευαίσθητο σύστημα με υψηλή φυσική συχνότητα ταλάντωσης. Ο έλεγχος φάσης από τη καινοτόμο τεχνολογία του WaveSpring καθιστά το σύστημα ικανό να ανταποκριθεί σε ένα ευρύ φάσμα περιόδων κύματος, ενισχύοντας έντονα την κίνηση και την ανάκτηση ενέργειας. Το όφελος είναι μια σημαντική μείωση του απαιτούμενου μεγέθους πλωτήρα συγκριτικά με ένα συμβατικό, βαρυτικά ισορροπημένη Συσκευή Ανάκτησης Κυματικής Ενέργειας χωρίς έλεγχο φάσης και τη βελτιωμένη δυνατότητα επιβίωσης με τη δυνατότητα απελευθέρωσης της συσκευής κατά τις καταιγίδες.

Η γραμμική κίνηση του πλωτήρα μετατρέπεται σε περιστροφή χρησιμοποιώντας ένα πρωτότυπο, πολύ ανθεκτικό κιβώτιο ταχυτήτων. Ο κατακόρυφος οδοντωτός τροχός διαμοιράζει ένα μεγάλο φορτίο σε πολλά μικρά γρανάζια, παρέχοντας ισχύ υψηλής πυκνότητας. Τα συνεργαζόμενα στοιχεία παρέχουν απόσβεση των μεταβατικών φορτίων, καθιστώντας το πολύ στιβαρό. Μια διπλή σειρά σφονδύλων / γεννητριών παρέχει απορρόφηση ισχύος και προσωρινή αποθήκευση ενέργειας για εξομάλυνση ισχύος. Οι γεννήτριες και τα ηλεκτρονικά τμήματα είναι συνήθη εξαρτήματα γνωστά από την αιολική βιομηχανία, χρησιμοποιώντας μία ευρέως διαδεδομένη αρχιτεκτονική σύνδεσης δικτύου. Οι πλωτήρες λειτουργούν αυτόνομα από έναν προγραμματιζόμενο χειριστή λογισμικού που βρίσκεται μέσα στη συσκευή, με μια διασύνδεση για τηλεχειρισμό και λήψη δεδομένων στην ακτή μέσω καλωδίου και ραδιοζεύξης.

Η έννοια του πάρκου κυματικής ενέργειας βασίζεται στη σύζευξη εκατοντάδων ή και χιλιάδων μονάδων σε συστοιχίες, με ένα κοινό καλώδιο εξαγωγής ενέργειας που συνδέει τις συσκευές ανάκτησης με το ήδη υπάρχον χερσαίο ηλεκτρικό δίκτυο. Με Συσκευές Ανάκτησης Κυματικής Ενέργειας να αποδίδουν περί τα 250kW ανά μονάδα σε ένα τυπικό κλίμα ακτών του Ατλαντικού, είναι εφικτά πάρκα κυματικής ενέργειας που αποδίδουν 10-250MW με 40-1000 μονάδες. Η ιδέα αυτή δίνει τη δυνατότητα στη μαζική παραγωγή να μειώσει το κόστος ανά μονάδα και να καθιερωθεί ένα πρόγραμμα συντήρησης που βασίζεται στην αντικατάσταση ολόκληρων μονάδων στη θάλασσα. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η εκτέλεση ενεργειών συντήρησης στο αφιλόξενο περιβάλλον της ανοιχτής θάλασσας και προσφέρεται βελτίωση στην ομαλή λειτουργία του πάρκου και μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης.



Εικόνα26 Cor Power: “The Cor Power ‘s C3 Wave Energy Converter” Stockholm, Sweden²⁷

²⁷<http://www.corpowerocean.com>

Θ) LAMINARIA: “The200kW Laminaria WEC” Oostende, Belgium

Η συσκευή της Laminaria αποτελείται από μία κατακόρυφη επιφάνεια που αλληλεπιδρά με την οριζόντια μεταφορά ενέργειας του κύματος. Ως αποτέλεσμα της οριζόντιας κίνησης του νερού, η συσκευή παίρνει κλίσεις και κατ’ επέκταση μεταφέρει κινήσεις μέσω των γραμμών αγκύρωσης σε ηλεκτρογεννήτριες.

Η Φλαμανδική εταιρία βρίσκεται στο στάδιο της προετοιμασίας για να θέσει σε λειτουργία την καινοτόμο συσκευή της, πλήρους κλίμακας “Laminaria WEC” στην δοκιμαστική εγκατάσταση που συνδέεται με το δίκτυο της EMEC στη Billia Croo το 2019. Η Laminaria είναι η πρώτη βελγική εταιρία που θα διεξάγει δοκιμές στις δοκιμαστικές εγκαταστάσεις της EMEC. Η τεχνολογία της Laminaria - ένας κατά surge κινούμενος σημειακός απορροφητής- διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα προστασίας κατά των καταιγίδων για τη βελτίωση της βιωσιμότητας της συσκευής, επιτρέποντάς της να παραμείνει σε λειτουργία κατά τη διάρκεια των της καταιγίδας.

Το Φεβρουάριο του 2016, η Laminaria ανακοίνωσε ότι η εταιρία είχε ενώσει τις δυνάμεις της με την EMEC, την Innosea, το Πανεπιστήμιο της Γάνδης και την TTI Testing, για να ενισχύσει την ανάπτυξη του νέας συσκευής ανάκτησης κυματικής ενέργειας (WEC). Η LAMWEC, η οποία χρηματοδοτείται από την OCEANERA-NET First Joint Call 2014, επιδιώκει να αναπτύξει και να δοκιμάσει μία συσκευή “200kW Laminaria WEC”, προχωρώντας από το στάδιο 5 της TRL (επικυρωμένη τεχνολογία σε σχετικό περιβάλλον) έως το 7 (επίδειξη πρωτοτύπου συστήματος σε λειτουργικό περιβάλλον).

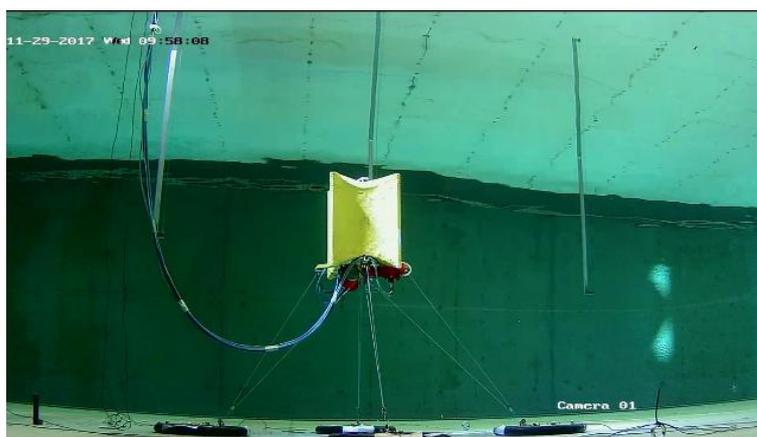
Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος δοκιμών σε δεξαμενές (και προηγούμενων δοκιμών της Βόρειας Θάλασσας), η Innosea έχει πραγματοποιήσει τη μοντελοποίηση του συστήματος αγκύρωσης, συμπεριλαμβανομένης της απόκρισης PTO, για να επιβεβαιώσει την απόκριση της συσκευής και τα φορτία του συστήματος αγκύρωσης. Χρησιμοποιώντας αυτά τα φορτία, η TTI έχει σχεδιάσει απολήξεις γραμμών αγκύρωσης πλήρους κλίμακας, οι οποίες πλέον δοκιμάζονται για κόπωση κατά παραγγελία.

Η Laminaria έχει ολοκληρώσει το σχεδιασμό μιας γενικευμένης μεθόδου αγκύρωσης, συμπεριλαμβανομένου μιας μηχανικής και ηλεκτρικής τηλεχειριζόμενης διασύνδεσης, του συστήματος ρυμούλκησης και του συνόλου του πλαισίου PTO. Το Πανεπιστήμιο της Γάνδης έχει επίσης ολοκληρώσει θεωρητικές μελέτες σχετικά με την οργάνωση του PTO και πλέον ετοιμάζει εργαστηριακές δοκιμές. Η τελική δοκιμή σε δεξαμενή ολοκληρώθηκε προς το τέλος του 2017 για να ελεγχθεί η βιωσιμότητα της συσκευής. Η Σ.Α.Κ.Ε. υποβλήθηκε σε ισοδύναμα σημαντικά ύψη

κύματος έως και 16μέτρων, αποδεικνύοντας ότι ο μηχανισμός επιβίωσης μπορεί να μειώσει τα φορτία σε ένα επιλεγμένο όριο κατά τη διάρκεια ακραίων καταστάσεων.



Εικόνα27 LAMINARIA: “The 200kW Laminaria WEC”²⁸



Εικόνα28 LAMINARIA: “The 200kW Laminaria WEC”²⁹

²⁸ <http://www.greenbridge.be>

²⁹ <https://conpaper.tistory.com>

I) WELLO: “The Wello Penguin” Finland¹⁸

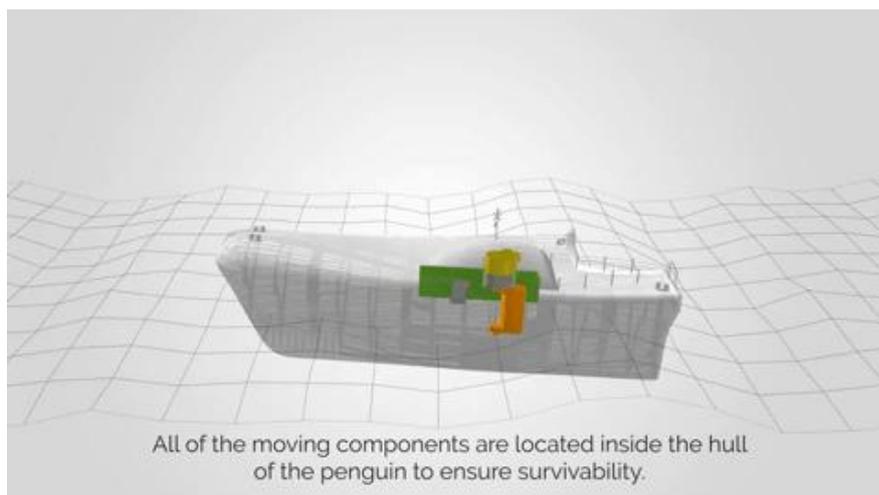
Το Wello Penguin αποτελεί έναν τρόπο παραγωγής βιώσιμης, καθαρής ενέργειας σε αρμονία με το περιβάλλον. Το “σκάφος” Penguin επιπλέει στο νερό και ανακτά την κινητική ενέργεια των κυμάτων, μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική. Το σκάφος τοποθετείται μακριά από τη ζώνη θραύσης των κυμάτων. Ο “στόλος” Penguin μπορεί να αποτελείται από μία ή οσοδήποτε μονάδες, ανάλογα με τις επιθυμητές ανάγκες παραγωγής ενέργειας. Οι συσκευές αυτές αγκυρώνονται στον πυθμένα της θάλασσας σε βάθος περίπου 50 μέτρων. Μόνο 2 μέτρα από κάθε μονάδα είναι ορατά πάνω από την επιφάνεια. Εν αντιθέσει σταθερών κατασκευών στην επιφάνεια της θάλασσας, ο “Πιγκουίνος” επιπλέει με ελάχιστη αγκύρωση, χωρίς καμία ορατή ή ακουστική διαταραχή στην πλησιέστερη ακτή. Η προσέγγιση της Wello στην παραγωγή ενέργειας είναι βιώσιμη, διακριτική και χωρίς οχλήσεις.

Length: 30m,

Width: 16m,

Construction mass: 220 ton,

Nominal power: 600kW



Εικόνα29 WELLO: “The Wello Penguin”³⁰

³⁰<https://wello.eu>



Εικόνα30 WELLO: “The Wello Penguin”³¹

³¹<https://wello.eu>

3. ΠΑΡΚΑ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

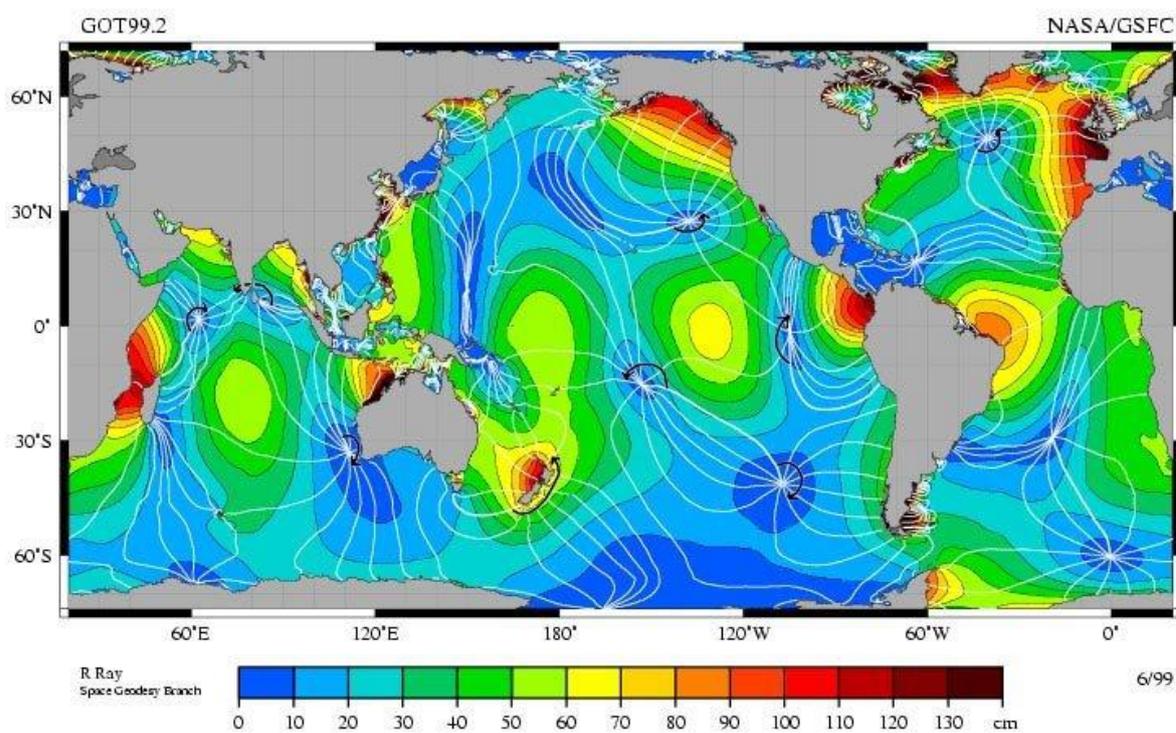
Παλίρροια είναι η μετακίνηση θαλάσσιων μαζών με αποτέλεσμα περιοδικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και τη δημιουργία θαλάσσιων παλιρροιακών ρευμάτων. Η μετακίνηση αυτή οφείλεται αποκλειστικά στην έλξη που ασκούν κυρίως η σελήνη αλλά και ο ήλιος στους ωκεανούς. Για το λόγο αυτό οι παλίρροιες όντας από αρχαίων χρόνων αντικείμενο μελέτης της ναυσιπλοΐας είναι πλέον απολύτως προβλέψιμες δίνοντας ισχυρό πλεονέκτημα στην ενέργεια που ανακτάται από αυτές.



Εικόνα 31 Ηλιακή και Σεληνιακή Έλξη

Το φαινόμενο της μέγιστης ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας σε μια περιοχή ονομάζεται πλήμμη ενώ της χαμηλότερης στάθμης ρηχία. Η μέγιστη πλήμμη είναι η πλήμμη συζυγίας που συμβαίνει όταν η γη ευθυγραμμίζεται με τον ήλιο και τη σελήνη (πανσέληνος και νέα σελήνη). Κατά τη διάρκεια των φαινομένων αυτών η έλξη της σελήνης και του ήλιου αλληλοενισχύονται και τα παλιρροιακά ρεύματα που σχηματίζονται είναι τα ισχυρότερα. Αντίθετα το φαινόμενο όπου το σύστημα Ήλιος-Γη-Σελήνη σχηματίζει ορθή γωνία λέγεται παλίρροια τετραγωνισμού, οι έλξεις των πλανητών αντιδρούν και τα ρεύματα είναι ασθενέστερα. Είναι προφανές πως οι περιοχές με μεγάλα ύψη παλίρροιας θα έχουν και περισσότερη παλιρροιακή ενέργεια. Επιπροσθέτως συμβάλουν στην

αύξηση της αξιοποιήσιμης παλιρροιακής ενέργειας και στενώματα της ακτογραμμής όπως πορθμοί ή κανάλια μεταξύ νησιών που αυξάνουν τη ταχύτητα των ρευμάτων.



Εικόνα 32 Το παλιρροιακό εύρος παγκοσμίως³²

³²<https://www.reddit.com>

3.2. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΙΣΧΥΣ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ)

Παλιρροιακή ονομάζεται η ενέργεια που ανακτάται από τις παλίρροιες και μετασχηματίζεται κατά κύριο λόγο σε ηλεκτρική. Αν και όχι ακόμα αρκετά διαδεδομένη έχει προοπτικές για ευρεία χρήση στο μέλλον.

Πλεονέκτημα της ενέργειας αυτής είναι ότι οι παλίρροιες είναι οι πιο προβλέψιμες από όλες τις μορφές ανανεώσιμης ενέργειας όπως ο άνεμος, τα κύματα, τα ρεύματα ή και ο ήλιος.

Όστόσο μεγαλύτερο μειονέκτημα έναντι των προαναφερόμενων είναι το πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης όπως και το μικρό εύρος διαθέσιμων περιοχών με μεγάλες παλιρροιακές ανισοσταθμίες ή μεγάλη ροή νερού. Για το λόγο αυτό η τεχνολογία των συσκευών ανάκτησης παλιρροιακής ενέργειας εξελίχθηκε τόσο στο σχεδιασμό (όπως η συσκευή διαφορικού δυναμικού ή η παλιρροιακή λίμνη) όσο και στη τεχνολογία του ίδιου του στροβίλου (όπως αξονικές τουρμπίνες). Ως αποτέλεσμα πλέον πολύ περισσότερες περιοχές είναι κατάλληλες για αξιοποίηση της παλιρροιακής ενέργειας και το κόστος οικονομικό και περιβαλλοντικό, έχει γίνει συγκρίσιμα ανταγωνιστικό.

Ιστορικά η παλιρροιακή ενέργεια ήταν αξιοποιήσιμη από το Μεσαίωνα ως και τη Ρωμαϊκή εποχή. Νερόμυλοι αναφέρονται στην Ευρώπη και στις ανατολικές ακτές της βορείου Αμερικής . Κατά τη πλήμμη παγίδευαν το νερό και κατά την άμπωτη το απελευθέρωναν σε νερόμυλους που με τη μηχανική ενέργεια άλεθαν αλεύρι. Η ιδέα της υδροηλεκτρικής ενέργειας δηλαδή παραγωγή ενέργειας μέσω στροβίλων κινούμενων από τη πτώση του νερού εισήχθη στην Ευρώπη και την Αμερική τον 19^ο αιώνα.

Το 1966 λειτούργησε η πρώτη παγκοσμίως εγκατάσταση παλιρροιακής ενέργειας στη Γαλλία με το όνομα Rance σταθμός παλιρροιακής ενέργειας” και παρέμεινε η μεγαλύτερη σε παραγωγή ενέργειας ως τη λειτουργία της Sihwa Lake Tidal Power Station της Νοτίου Κορέας το 2011. Η δεύτερη παράγει 254MWκαι αποτελείται από ένα σύστημα κυματοθραύστη με 10 υποθαλάσσιες τουρμπίνες.

3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η παλιρροιακή ισχύς λαμβάνεται από τις ωκεάνιες παλίρροιες της Γης. Οι παλιρροιακές δυνάμεις είναι περιοδικές μεταβολές στη βαρυτική έλξη που ασκούν τα ουράνια σώματα. Αυτές οι δυνάμεις δημιουργούν αντίστοιχες κινήσεις ή ρεύματα στους ωκεανούς του κόσμου. Λόγω της έντονης προσέλευσης των ωκεανών, δημιουργείται ένταση στην στάθμη των υδάτων, προκαλώντας προσωρινή αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Καθώς η Γη περιστρέφεται, αυτή η διόγκωση του ωκεάνιου ύδατος συναντά το ρηχό νερό δίπλα στην ακτογραμμή και δημιουργεί μια παλίρροια. Αυτό το περιστατικό λαμβάνει χώρα με έναν ασταθή τρόπο, λόγω της συνεχούς τροχιάς της σελήνης γύρω από τη γη. Το μέγεθος και ο χαρακτήρας αυτής της κίνησης αντικατοπτρίζουν τις μεταβαλλόμενες θέσεις της Σελήνης και του Ήλιου σε σχέση με τη Γη, τις επιπτώσεις της περιστροφής της Γης και την τοπική γεωγραφία του θαλάσσιου εδάφους και των ακτών.

Η παλιρροιακή δύναμη είναι η μόνη τεχνολογία που βασίζεται στην ενέργεια που είναι εγγενής στα τροχιακά χαρακτηριστικά του συστήματος Γης-Σελήνης και σε μικρότερο βαθμό στο σύστημα Γης-Ήλιου. Άλλες φυσικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται από την ανθρώπινη τεχνολογία προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον Ήλιο, συμπεριλαμβανομένων ορυκτών καυσίμων, συμβατικής υδροηλεκτρικής ενέργειας, αιολικής, ενέργειας βιοκαυσίμων, κυματικής και ηλιακής ενέργειας. Η πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιεί τις ορυκτές εναποθέσεις διασπάσιμων στοιχείων της Γης, ενώ η γεωθερμική ενέργεια παγιδεύει την εσωτερική θερμότητα της Γης, η οποία προέρχεται από ένα συνδυασμό υπολειμματικής θερμότητας από την πλανητική συσσώρευση (περίπου 20%) και τη θερμότητα που παράγεται από τη ραδιενεργή διάσπαση (80%).

Μια παλιρροϊκή γεννήτρια μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιακών ροών σε ηλεκτρική ενέργεια. Μεγαλύτερη παλιρροιακή διακύμανση και υψηλότερες ταχύτητες παλιρροιακού ρεύματος μπορούν να αυξήσουν δραματικά το δυναμικό μιας εγκατάστασης για την παραγωγή παλιρροιακής ηλεκτρικής ενέργειας.

Επειδή οι παλίρροιες της Γης τελικά οφείλονται σε βαρυτική αλληλεπίδραση με τη Σελήνη και τον Ήλιο και την περιστροφή της Γης, η παλιρροιακή δύναμη είναι πρακτικά ανεξάντλητη και ταξινομείται ως πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Η κίνηση των παλιρροιών προκαλεί απώλεια μηχανικής ενέργειας στο σύστημα Γης-Σελήνης: αυτό είναι αποτέλεσμα της άντλησης νερού μέσω φυσικών περιορισμών γύρω από τις ακτές και συνεπακόλουθη ιξώδης διασπορά στον πυθμένα και σε αναταράξεις.

Αυτή η απώλεια ενέργειας έχει προκαλέσει την αργή περιστροφή της Γης στα 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια από τη δημιουργία της. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 620 εκατομμυρίων ετών, η περίοδος περιστροφής της γης (διάρκεια μιας ημέρας) έχει αυξηθεί από 21,9 ώρες σε 24 ώρες [8] σε αυτή την περίοδο η Γη έχει χάσει το 17% της περιστροφικής της ενέργειας. Ενώ η παλιρροιακή ισχύς θα πάρει επιπλέον ενέργεια από το σύστημα, το αποτέλεσμα είναι αμελητέο και θα είναι εμφανές μόνο μετά από εκατομμύρια χρόνια.

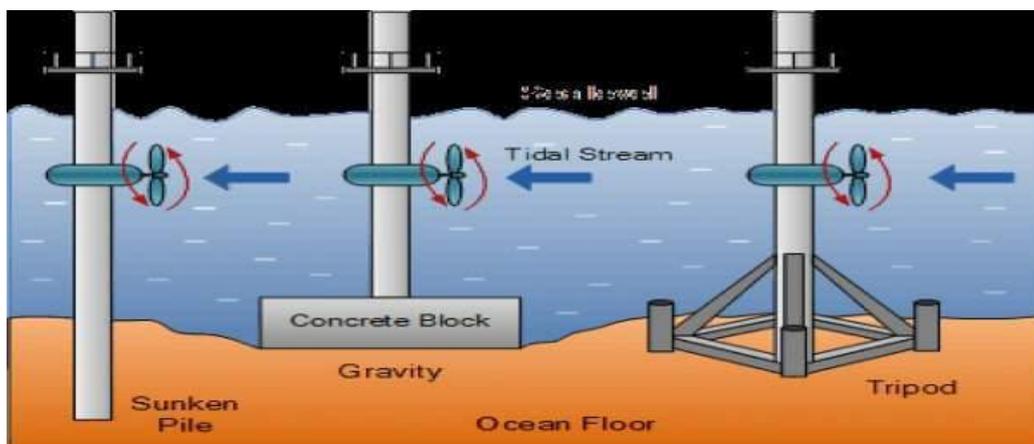
3.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

A. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Συνέπειες του φαινομένου της παλίρροιας είναι αφενός η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σε μία περιοχή και αφετέρου η ροή των υδάτων από και προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Οι συσκευές τύπου “Ρεύματος” αξιοποιούν την κινητική ενέργεια της παλίρροιας κατά την κίνηση του νερού. Καθώς το νερό κινείται προς μια κατεύθυνση εγκατεστημένες στον πυθμένα τουρμπίνες ενεργοποιούνται από αυτό με τρόπο παρόμοιο των ανεμογεννητριών. Οι γεννήτριες αυτές είτε θα είναι ή εξολοκλήρου βυθισμένες προσφέροντας μηδενική αλλοίωση του φυσικού τοπίου, ή θα είναι εγκατεστημένες κάτω από υπάρχουσες γέφυρες. Ιδιαίτερα αποδοτικά από άποψη γεωμορφολογίας είναι φυσικά στενώματα της θάλασσας όπως πορθμοί ή είσοδοι κολπίσκων, όπου κατά τη ροή των υδάτων η ταχύτητα αυξάνεται. Στα σημεία αυτά ενδείκνυται η τοποθέτηση τουρμπινών που μπορούν να είναι οριζόντιας ή κάθετης περιστροφής, ανοιχτού τύπου ή σε αγωγό.

Συγκριτικά με την αιολική, η ενέργεια του θαλάσσιου ρεύματος (που στην προκειμένη περίπτωση δημιουργείται από τη παλίρροια) είναι πιο αξιοποιήσιμη. Ο λόγος είναι το γεγονός ότι η πυκνότητα του νερού είναι πολύ μεγαλύτερη του αέρα. Χρησιμοποιώντας έτσι τουρμπίνες παρόμοιας τεχνολογίας και ιδίου μεγέθους με τις ανεμογεννήτριες μπορούμε από ένα παλιρροιακό ρεύμα 10mph να έχουμε απόδοση σε ενέργεια που θα αντιστοιχούσε σε ένα ρεύμα αέρα 90mph.



Εικόνα 33 Παλιρροιακές γεννήτριες ρεύματος³³

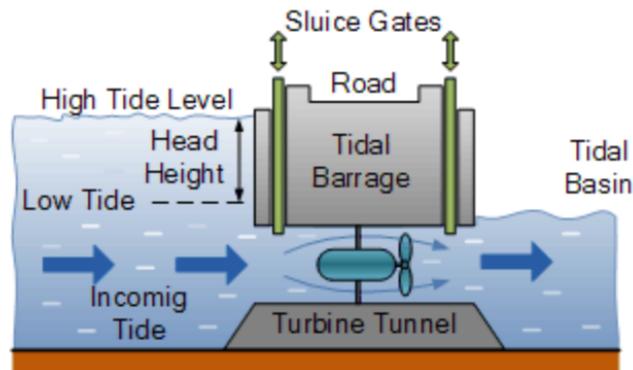
³³<http://www.alternative-energy-tutorials.com>

Β. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟ ΦΡΑΓΜΑ

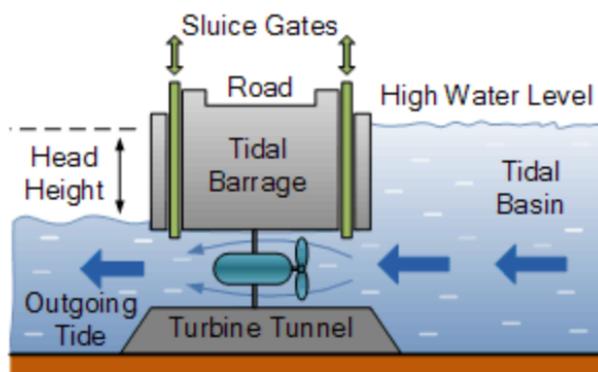
Αντίθετα από τις παλιρροιακές γεννήτριες ρεύματος, τα παλιρροιακά φράγματα εκμεταλλεύονται τη δυναμική ενέργεια της διαφοράς στάθμης μεταξύ πλήμμης και ρηχίας

Ένα φράγμα που καταλαμβάνει το πλάτος μιας παλιρροιακής εκβολής κατασκευάζεται έτσι ώστε να κλείνει μία μεγάλη λεκάνη πίσω του. Κατά τη διάρκεια της πλήμμης το νερό εισέρχεται στη λεκάνη όπου ανεβαίνει και η στάθμη του. Στη πλήμμη η στάθμη στη λεκάνη έχει φτάσει στο μέγιστο ύψος και κατ' επέκταση και η δυναμική της ενέργεια. Επί του φράγματος, κατά μήκος του υπάρχουν τουρμπίνες συνδεδεμένες με ηλεκτρογεννήτριες. Μέσω των τουρμπινών αυτών διέρχεται το νερό είτε κατά την άμπωτη εξερχόμενο της λεκάνης είτε κατά τη πλημμυρίδα, εισερχόμενο στη λεκάνη.

Tidal Barrage Flood Generation



Tidal Barrage Ebb Generation

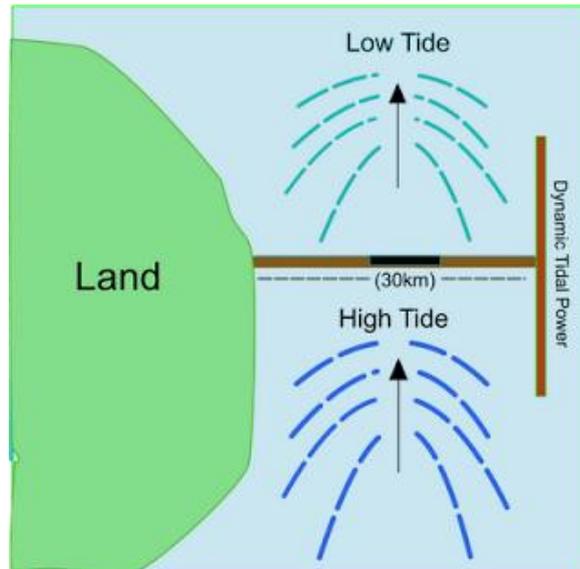


Εικόνα 34 Παλιρροιακό Φράγμα³⁴

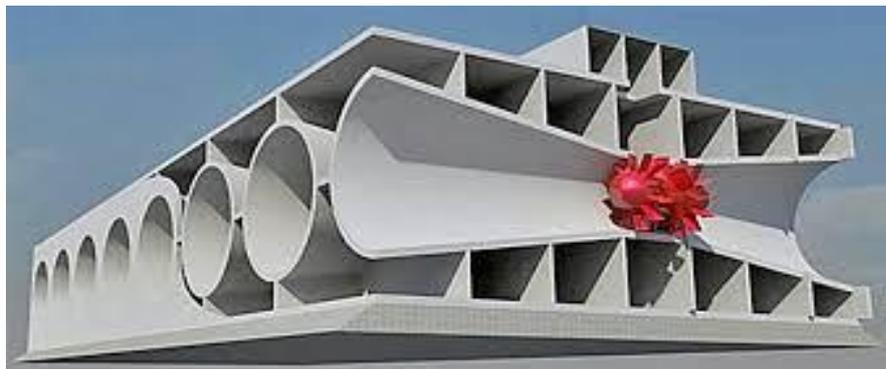
Γ. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΙΣΧΥΣ

Η μέθοδος αυτή, γνωστή ως DTP (Dynamic Tidal Power) αποτελείται από ένα μεγάλο μήκους φράγμα (30-50 χιλιομέτρων) κατασκευασμένο κάθετα στη στεριά που θα ξεκινάει την ακτή και θα έχει τουρμπίνες στο εσωτερικό του. Καθώς τα παλιρροιακά ρεύματα θα προσκρούουν στο φράγμα η κινητική ενέργεια θα κινεί τις τουρμπίνες, παράλληλα όμως θα δημιουργείται μια σημαντική διαφορά στάθμης αυξάνοντας τη δυναμική ενέργεια και εντείνοντας τη ροή του νερού μέσα από τις τουρμπίνες. Η μέθοδος αυτή έτσι συνδυάζει τη δυναμική και την κινητική ενέργεια της παλίρροιας. Δεν είναι ακόμα δοκιμασμένη αλλά είναι πολλά υποσχόμενη. Καλύτερη εφαρμογή μπορεί να βρει σε περιοχές με ισχυρά παλιρροϊκά ρεύματα παράλληλα στη στεριά και ρηχά νερά όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Κίνα και η Κορέα.

³⁴<http://www.alternative-energy-tutorials.com>



Εικόνα 35 Τρόπος λειτουργίας Δυναμικής Παλιρροιακής Ισχύος³⁵



Εικόνα 36 Παράδειγμα συσκευής Δυναμικής Παλιρροιακής Ισχύος³⁶

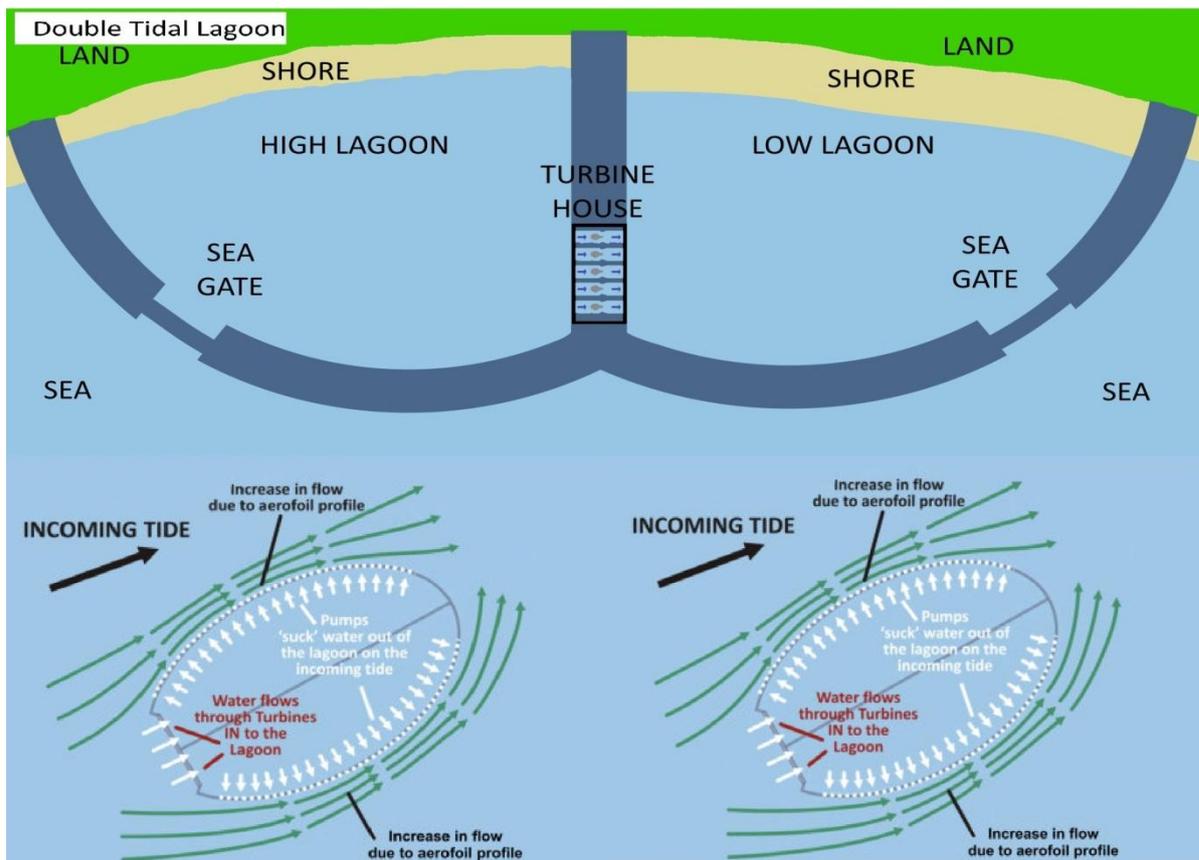
Δ. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΛΙΜΝΗ

Η Παλιρροιακή λίμνη είναι μία τεχνητή λεκάνη με νερό, μέσα στο νερό. Σχηματίζεται από καμπύλα πλωτά διαφράγματα που απομονώνουν μια επιφανειακή μάζα νερού. Τουρμπίνες υπάρχουν στη είσοδο της λεκάνης και λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο όπως τα παλιρροιακά φράγματα αξιοποιώντας τη δυναμική ενέργεια της παλίρροιας. Πλεονέκτημα έναντι των τελευταίων είναι ότι δεν επηρεάζουν κάποιο υπάρχον οικοσύστημα καθώς είναι τεχνητές. Η μορφή τους μπορεί να είναι μονή, διπλή ή και τριπλή με ή χωρίς άντληση νερού από τα τοιχώματα για εξομάλυνση της ισχύος εξόδου.

³⁵ <https://energyeducation.ca>

³⁶ www.dutchmarineenergy.com

Η παραγόμενη ενέργεια όταν υπερβαίνει τη ζητούμενη θα μπορούσε αντί να περιορίζεται, να αποθηκεύεται. Ιδιαίτερα αποτελεσματικό θα ήταν η κατασκευή παλιρροιακών λιμνών σε μακρινές περιοχές με διαφορετική ώρα πλήμμης και ρηχίας με αποτέλεσμα την εξισορρόπηση της παραγωγής μέγιστης ενέργειας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Πρώτο παλιρροιακό πάρκο αυτής της μεθόδου θα ήταν η Παλιρροιακή λίμνη της Swansea Bay στην Ουαλία, Ηνωμένο Βασίλειο αλλά ακυρώθηκε.



Εικόνα 37 Τρόπος λειτουργίας Παλιρροιακής Λίμνης³⁷

³⁷ <https://scottishscientist.wordpress.com>

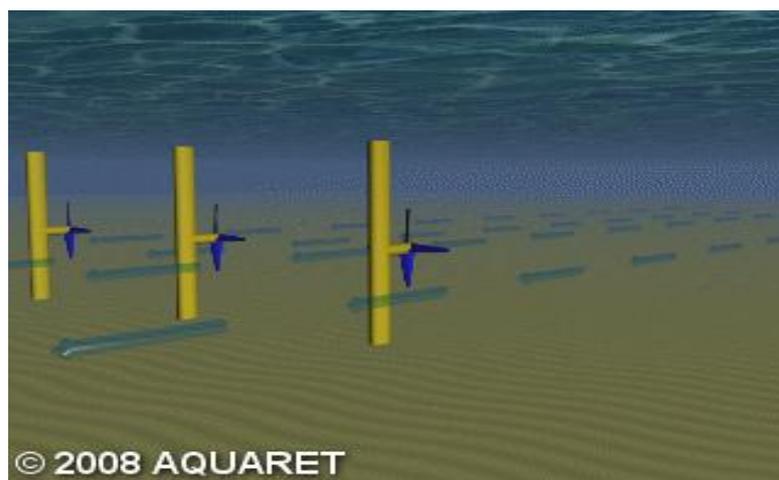
3.5. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι συσκευές ανάκτησης κυματικής ενέργειας είναι ως επί το πλείστον τουρμπίνες παρόμοιες με αυτές των ανεμογεννητριών με τη διαφορά ότι είναι βυθισμένες στη θάλασσα και κινούνται παρασυρόμενες από τη ροή παλιρροιακών ρευμάτων αξιοποιώντας τη κινητική ενέργεια της παλίρροιας. Τα ρεύματα αυτά επιταχύνονται σε μορφολογίες πυθμένα και στεριάς όπως ακτές, πορθμούς, εισόδους κόλπων και στενούς διαύλους. Τα πτερύγια των στροβίλων των συσκευών αυτών χρησιμοποιώντας ως ρευστό το νερό που έχει μεγαλύτερη πυκνότητα μπορούν να αποδίδουν σημαντική ισχύ αν και μικρότερα και κινούμενα με μικρότερη ταχύτητα. Για την αύξηση της ταχύτητας ροής μέσα στο στρόβιλο και κατ' επέκταση της παραγόμενης ισχύος δύναται να χρησιμοποιηθούν κάλυπτρα ή διατάξεις τύπου χωνί ώστε να ομαλοποιείται και να συγκεντρώνεται η ροή σε αυτόν.

Διακρίνονται έξι βασικοί τύποι συσκευών ανάκτησης κυματικής ενέργειας.

A. ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Η λειτουργία της συσκευής αυτής είναι ακριβώς ίδια με της κοινής ανεμογεννήτριας. Το φυσικό παλιρροιακό ρεύμα κινεί τα πτερύγια (τύπου προπέλα) του στροβίλου περί ενός οριζοντίου άξονα, κάθετα στη ροή και μία ενσωματωμένη ηλεκτρογεννήτρια παράγει ηλεκτρικό ρεύμα.

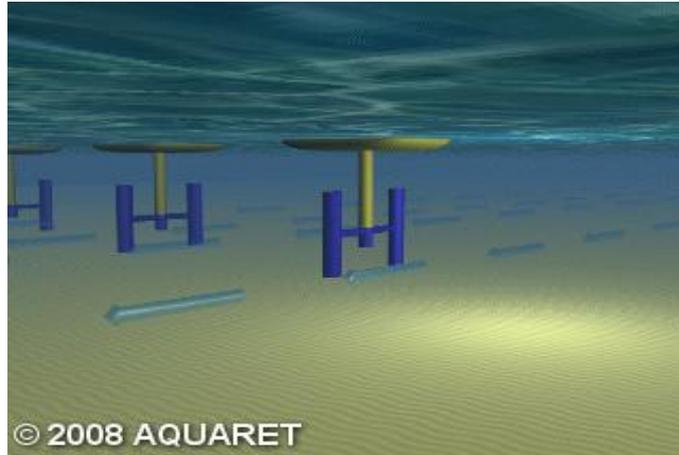


Εικόνα 38 Τουρμπίνα Οριζόντιου Άξονα³⁸

³⁸<http://www.emec.org.uk>

Β. ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ

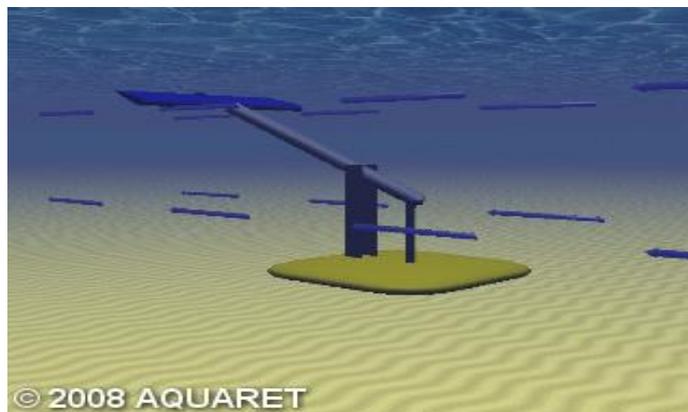
Η λειτουργία της συσκευής αυτής είναι παρόμοια με του προηγούμενου τύπου μόνο που εδώ ο άξονας είναι κατακόρυφος. Τα πτερύγια είναι διαφορετικού τύπου αφού εδώ κινούνται περί ενός κατακόρυφου άξονα και κατ' επέκταση παράλληλα στη ροή, τύπου νερόμυλου.



Εικόνα 39 Τουρμπίνα Κατακόρυφου Άξονα³⁹

Γ. ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΟ ΥΔΡΟΠΤΕΡΥΓΟ

Η συσκευή αυτή βασίζει τη λειτουργία της στην άντωση που προκαλεί η ροή ενός ρευστού πάνω σε μία υδροτομή. Συγκεκριμένα ένα οριζόντιο υδροπτέρυγο, κάθετο στη παλιρροιακή ροή είναι προσαρμοσμένο σε ένα βραχίονα στο πυθμένα της θάλασσας. Καθώς το παλιρροιακό ρεύμα διέρχεται από το υδροπτέρυγο του προκαλεί άντωση μεταβαλλόμενη προς τα πάνω και προς τα κάτω με αποτέλεσμα να ταλαντεύει το βραχίονα που με τη σειρά του κινεί ένα υδραυλικό έμβολο και παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

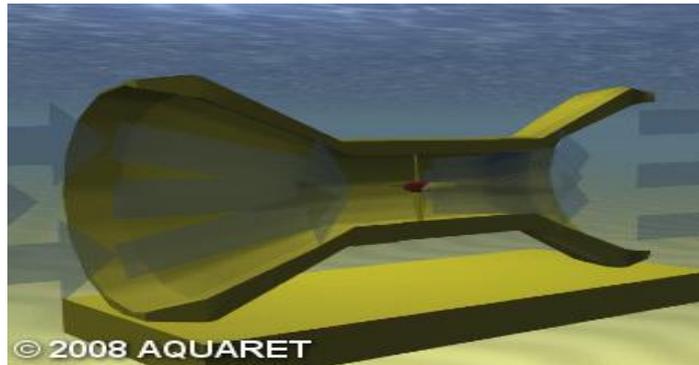


Εικόνα 40 Ταλαντευόμενο Υδροπτέρυγο⁴⁰

³⁹<http://www.emec.org.uk>

Δ. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΑΚΡΩΝ (BENTΟΥΡΙ)

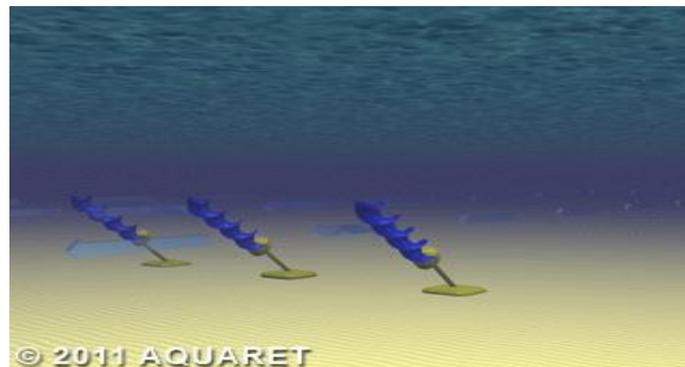
Ο συσκευή περιορισμένων άκρων βασίζεται στο φαινόμενο Βεντούρι. Ένας ειδικά διαμορφωμένος, πλήρως βυθισμένος αγωγός σε διάταξη διπλής χοάνης συγκεντρώνει τη ροή που διέρχεται από την τουρμπίνα. Λόγω στένωσης στο κέντρο του αγωγού η ταχύτητα του ρευστού αυξάνεται και έτσι η τουρμπίνα που βρίσκεται στο εσωτερικό του αποδίδει μεγαλύτερη ισχύ.



Εικόνα 41 Συσκευή Περιορισμένων άκρων⁴¹

Ε. Ο ΚΟΧΛΙΑΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

Αποτελείται από έναν κεντρικό κυλινδρικό άξονα που περιβάλλεται από μία ελικοειδή επιφάνεια. Η λειτουργία της συσκευής αυτής είναι αντίστροφη της πρωτότυπης συσκευής του Αρχιμήδη γνωστή ως "Κοχλίας του Αρχιμήδη" καθώς αντί να περιστρέφεται με σκοπό τη μεταφορά νερού περιστρέφεται από την κίνηση του νερού. Συγκεκριμένα τα οριζόντια κινούμενα παλιρροιακά ρεύματα προσκρούουν στη κάθετα τοποθετημένη αυτή "βίδα", το νερό μεταφέρεται προς τα πάνω περιστρέφοντάς τη, και μία ηλεκτρογεννήτρια μετατρέπει τη περιστροφή σε ηλεκτρική ενέργεια.



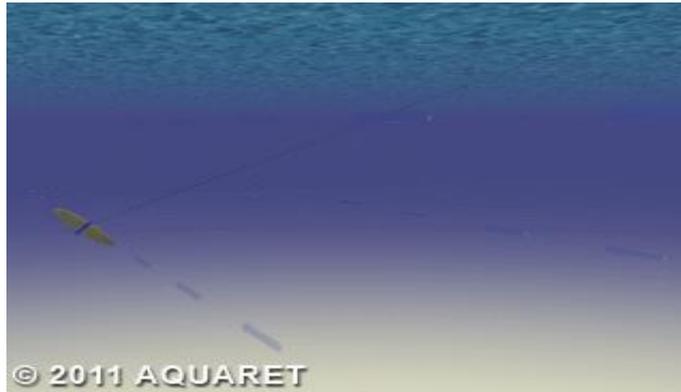
Εικόνα 42 Συσκευή Ο Κοχλίας του Αρχιμήδη⁴²

⁴⁰ <http://www.emec.org.uk>

⁴¹ <http://www.emec.org.uk>

ΣΤ. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΑΕΤΟΣ

Ένα πτερύγιο που λειτουργεί ως χαρταετός έχει προσαρτημένη κάτω του μία τουρμπίνα και είναι προσδεμένο στον πυθμένα της θάλασσας .“Πετάει” παρασυρόμενος από το παλιρροιακό ρεύμα και ακολουθεί μία πορεία σχήματος 8 ώστε να επιταχύνει τη ροή στη τουρμπίνα.



Εικόνα 43 Συσκευή Παλιρροιακού Χαρταετού⁴³

Ζ. ΛΟΙΠΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν όλες οι άλλες συσκευές με τελείως διαφορετικό τρόπο λειτουργίας από τους πιο καθιερωμένους τύπους που περιγράφονται ανωτέρω ή που δεν υπάρχει πρόσβαση στα χαρακτηριστικά τους.

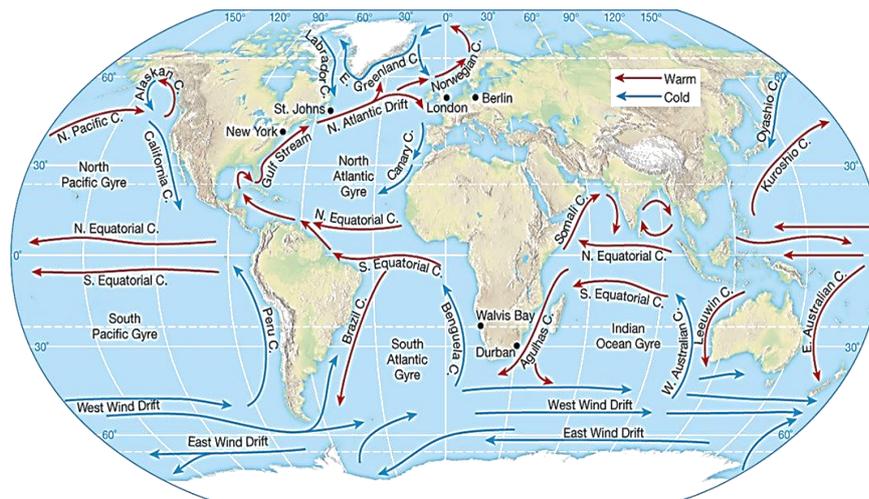
⁴² <http://www.emec.org.uk>

⁴³ <http://www.emec.org.uk>

4. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

4.1 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Κατά μήκων των ωκεανών κινούνται θαλάσσια ρεύματα σταθερής ροής με μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Οι νέο-αναπτυσσόμενες συσκευές ανάκτησης ενέργειας ωκεάνιων ρευμάτων αποσκοπούν στην εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής.



Εικόνα 44 Τα Ωκεάνια Ρεύματα⁴⁴

Στην εικόνα 31 απεικονίζονται τα ωκεάνια ρεύματα παγκοσμίως με κόκκινο χρώμα τα ζεστά και μπλε τα κρύα. Η διαφορά θερμοκρασίας των θαλάσσιων υδάτων μεταξύ διαφόρων περιοχών είναι και ο κυριότερος λόγος που σχηματίζονται τα θαλάσσια ρεύματα και βρίσκονται σε διαρκή κίνηση. Τα σχέδια που σχηματίζουν κατά την κίνησή τους ποικίλουν καθώς εκτός από τη θερμοκρασία επηρεάζονται και από παράγοντες όπως η αλατότητα του νερού, η μορφολογία του ωκεάνιου πυθμένα και η περιστροφή της γης. Τα περισσότερα ρεύματα δημιουργούνται από τον άνεμο και τη θέρμανση της επιφάνειας της θάλασσας από τον ήλιο στις περιοχές κοντά στον ισημερινό ενώ άλλα από τη διαφορά αλατότητας και πυκνότητας του νερού καθ' ύψος. Αντίθετα με τα παλιρροιακά ρεύματα που κινούνται παλινδρομικά τα ωκεάνια ρεύματα έχουν σταθερή κατεύθυνση.

Όπως όλα τα θαλάσσια ρεύματα, έτσι και τα ωκεάνια εξαιτίας της πυκνότητας του νερού, αν και κινούμενα με πολύ μικρότερες ταχύτητες από τον αέρα, μεταφέρουν μεγαλύτερες ποσότητες

⁴⁴ www.examrace.com

ενέργειας. Το νερό, έχοντας πυκνότητα πάνω από 800 φορές μεγαλύτερη του αέρα για την ίδια επιφάνεια κινούμενο με 12 μίλια/ώρα μπορεί να ασκήσει δύναμη που αντιστοιχεί σε αέρα κινούμενο με 110 μίλια/ώρα. Κατά συνέπεια η ενέργεια που θα μπορούσε να ανακτηθεί από τα ρεύματα είναι τεράστια. Εκτιμάται πως μόνο το 1/1000 της ενέργειας του Κόλπου αν μπορούσε να ανακτηθεί θα κάλυπτε το 35% των ενεργειακών αναγκών της Φλόριντα.

Η συνολική ισχύς της ωκεάνιας ενέργειας παγκοσμίως εκτιμάται περί τα 5000 GW με ενεργειακή πυκνότητα ανά περιοχές ως και 15 κιλοβάτ ανά τετραγωνικό μέτρο. Για την αξιοποίηση της ωκεάνιας ενέργειας ως τώρα έχουν δείξει ενδιαφέρον η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ιαπωνία και η Κίνα.

Αν και πολλές χώρες συμπεριλαμβανομένου των Ηνωμένων Πολιτειών επενδύουν στην εξέλιξη της τεχνολογίας που θα ανακτά την ενεργεία των ωκεάνιων ρευμάτων, βρίσκεται ακόμη σε πολύ πρώιμο στάδιο. Αποτελεί τη λιγότερο εξελιγμένη μορφή γαλάζιας ενέργειας έναντι της αιολικής, της παλιρροιακής και της κυματικής. Δεν υπάρχουν ακόμα λειτουργικές γεννήτριες συνδεδεμένες με κάποιο ηλεκτρικό δίκτυο. Ως τώρα έχουν δοκιμαστεί μόνο λίγες πρωτότυπες συσκευές επίδειξης.

Ωστόσο υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες συσκευών υπό εξέλιξη με επικρατέστερη μία πρωτότυπη τουρμπίνα οριζόντιου άξονα παρόμοια με την κοινή ανεμογεννήτρια δοκιμασμένη και με πιθανή εμπορική χρήση σε 5-7 χρόνια.

Αν και λίγο εξελιγμένη η τεχνολογία των συσκευών αμιγώς για ωκεάνια ρεύματα, υπάρχουν σε λειτουργικό και εμπορικό στάδιο συσκευές παλιρροιακών ή ποτάμιων ρευμάτων που έχουν παρεμφερή τρόπο λειτουργίας.



Εικόνα 45 Seagen, Η πρώτη παλιρροιακή ανεμογεννήτρια⁴⁵

⁴⁵ <https://en.wikipedia.org>

4.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε η τεχνολογία των συσκευών αυτών βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο με πιο διαδεδομένο τον τύπο συσκευής πλήρως βυθισμένης τουρμπίνας. Ανακτά την ενέργεια ωκεάνιων ρευμάτων μέσω της υδροδυναμικής άντωσης και οπισθέλκουσας. Αποτελείται από πτερύγια επί ενός περιστρεφόμενου άξονα, οριζόντιου ή κάθετου, μία ηλεκτρογεννήτρια που μετατρέπει τη περιστροφική κίνηση σε ηλεκτρισμό και ένα μέσο μεταφοράς της ενέργειας αυτής στην ακτή ώστε να αποδοθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Για τη σταθεροποίηση των συσκευών τουρμπίνας στο νερό εν μέσω του ωκεάνιου ρεύματος χρησιμοποιούνται στυλοι, καλώδια ή άγκυρες. Η τουρμπίνα οριζοντίου άξονα είναι παρόμοια με της ανεμογεννήτριας. Αντιθέτως οι κάθετου άξονα διακρίνονται σε άντωσης ή οπισθέλκουσας. Οι συσκευές άντωσης προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες. Παράδειγμα αυτών είναι η συσκευή τουρμπίνας "Darrieus-design" με τρία ή τέσσερα πτερύγια σχήματος λεπτής αεροτομής, δοκιμασμένη στους πορθμούς της Κουρισίμα της Ιαπωνίας.

Ένας εκ των τρόπων αγκύρωσης των συσκευών στον πυθμένα είναι καλώδια που αλληλεπιδρούν με το θαλάσσιο ρεύμα κρατώντας σταθερή τη θέση της συσκευής. Η διάταξη αυτή παρομοιάζεται με τη λειτουργία του χαρταετού όπου στη θέση του χαρταετού είναι η συσκευή και του χειριστή η άγκυρα. Περιφερειακά των συσκευών αυτών θα μπορούσαν να είναι αγωγοί κωνικής μορφής ή κάλυπτρα για τη συγκέντρωση της ροής στο στρόβιλο και κατ' επέκταση τη βελτίωση της απόδοσης της τουρμπίνας.

Μεταξύ πολλών διατάξεων που έχουν προταθεί είναι και μία πλωτή ρόδα, αγκυρωμένη στον πυθμένα. Περιμετρικά θα υπάρχουν προσδεδεμένα καλώδια με προσαρτημένες πλωτές άγκυρες (αλεξίπτωτα νερού). Καθώς τα αλεξίπτωτα θα γεμίζουν με νερό παρασυρόμενα από το ρεύμα, θα κινούν τη ρόδα ενώ στο τέλος της διαδρομής τους θα κλείνουν και θα επιστρέφουν και η ρόδα θα λειτουργεί σα νερόμυλος. Σε μεγάλες περιοχές με ισχυρά ρεύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και υδατοτουρμπίνες ακόμα και σε μεγάλες ομάδες σχηματίζοντας ένα θαλάσσιο πάρκο ενέργειας ωκεάνιου ρεύματος με σχεδιασμό παρόμοιο ενός αιολικού πάρκου. Η απόσταση μεταξύ των συσκευών θα εξαρτάται από τις δίνες που θα σχηματίζουν στη ροή και τις ανάγκες συντήρησης. Στις Φιλιππίνες βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας ένας παλιρροιακός φράχτης από κάθετου άξονα τουρμπίνες απόδοσης 30 μεγαβάτ.



Εικόνα 46 Υπάρχουσα συσκευή ανάκτησης⁴⁶



Εικόνα 47 Προτεινόμενες συσκευές ανάκτησης⁴⁷

⁴⁶ www.boem.gov

⁴⁷ www.boem.gov

4.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας, η ενέργεια των ωκεάνιων ρευμάτων για να φτάσει στο τελικό στάδιο όπου θα είναι πλέον αξιοποιήσιμη σε εμπορική κλίμακα πρέπει να αντιμετωπίσει θεμελιώδεις προκλήσεις, κάποιες από τις οποίες είναι:

- το φαινόμενο της σπηλαίωσης όπου ο σχηματισμός φυσαλίδων μετατρέπει τη ροή σε τυρβώδη και μειώνει ουσιαστικά τη ανακτήσιμη ενέργεια του ρεύματος
- την πρόβλεψη της ανάπτυξη των θαλάσσιων εγκαταστάσεων
- την αξιοπιστία του συστήματος καθώς τα κόστη συντήρησης είναι ιδιαίτερα υψηλά.
- Την αντίσταση στη διάβρωση

Για τους λόγους αυτούς δεν υπάρχουν συσκευές ωκεάνιας ενέργειας εν λειτουργία για εμπορική χρήση και συνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο, αλλά μικρής κλίμακας δοκιμαστικές εγκαταστάσεις. Το 1980 μελετήθηκε για πρώτη φορά η ανάκτηση της ωκεάνιας ενέργειας από το ρεύμα του πορθμού της Φλόριντα μοντελοποιώντας πιθανές διατάξεις και τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Το 2000 το Αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας βράβευσε τρεις εταιρίες για την έρευνα πάνω στις συσκευές ανάκτησης ενέργειας ωκεάνιων ρευμάτων.

4.4 Ο ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ

Καθώς όλα τα έργα γαλάζιας ενέργειας έχουν επίπτωση στο υδάτινο περιβάλλον, βρίσκονται σε ένα διαρκές στάδιο ανάπτυξης και δοκιμών.

Θετικό στοιχείο για τις βυθισμένες τουρμπίνες θαλάσσιων ρευμάτων, αποτελεί το γεγονός ότι όντας εγκατεστημένες κάτω από τις επιφάνεια της θάλασσας προκαλούν ελάχιστη οπτική όχληση.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αξιοποίησης της ωκεάνιας ενέργειας που πρέπει να μελετηθούν και να αντιμετωπιστούν αφορούν είτε την επίδραση στη θαλάσσια οικολογία είτε συγκρούσεις με άλλες πιθανές χρήσεις της ίδιας περιοχής του ωκεανού.

Ένα ζήτημα θεμελιώδους σημασίας ως προς την περιβαλλοντική του επίπτωση είναι οι πόροι που απαιτούνται για τη κατασκευή και λειτουργία των συσκευών αυτών.

Μείζονος σημασίας είναι η προστασία των θαλάσσιων οργανισμών και ιδίως ψαριών και θαλάσσιων θηλαστικών ανεξαρτήτως μεγέθους έργου. Η ταχύτητα των πτερυγίων των τουρμπινών συνεπώς πρέπει να είναι τόσο μικρή ώστε να επιτρέπει την ασφαλή διέλευση υδρόβιων οργανισμών μέσα από αυτές. Για τη προστασία μεγάλων θηλαστικών προτείνονται προστατευτικοί φράκτες ή φρένα ενεργοποιούμενα με κάποιο ηχοβολιστικό σύστημα.

Επιπροσθέτως κατά την επιλογή της θέσης που θα εγκατασταθεί ένα πάρκο γαλάζιας ενέργειας λαμβάνονται υπόψη η επίπτωση στις θαλάσσιες διαδρομές αλλά και στις πιθανές μελλοντικές χρήσεις όπως επαγγελματική ή ερασιτεχνική αλιεία ή καταδύσεις αναψυχής.

Εκτιμάται πως αναπόφευκτη θα είναι η λήψη μέτρων άμβλυνσης της περιβαλλοντικής καταπόνησης όπως η καθιέρωση περιοχών απαγόρευσης της αλιείας.

Ανησυχητική περιβαλλοντική επίπτωση θεωρείται ακόμα και η ίδια η επιβράδυνση της ροής καθώς θα ανακτάται η ενέργειά της.

Υπολογίσιμες οφείλουν να είναι και τοπικές επιπτώσεις όπως οι μεταβολές της θερμοκρασίας και της αλατότητας στις εκβολές των ποταμών που οφείλονται στη μεταβολή των αναμιγνυόμενων θαλασσινών και γλυκών νερών επηρεάζοντας κατ' επέκταση το οικοσύστημα.

5. ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

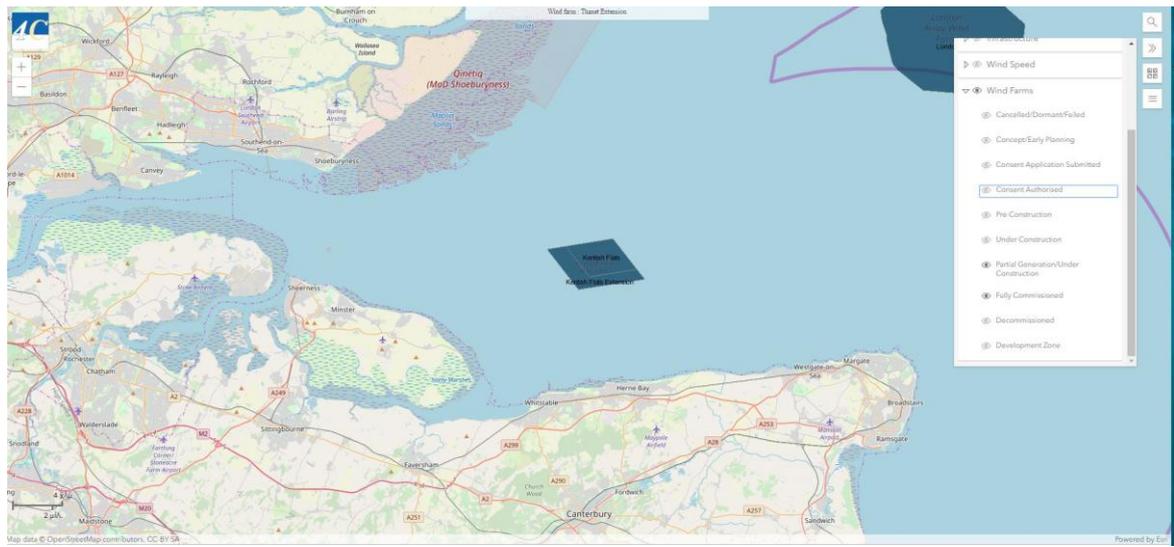
5.1. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ

Οι πληροφορίες αναφορικά με τα έργα γαλάζιας ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν, καταγράφηκαν και εισάχθηκαν στο χάρτη λήφθηκαν από ένα πλήθος διαδικτυακών πηγών όπως παγκόσμιους συμβουλευτικούς οργανισμούς θαλάσσιας ενέργειας όπως ο "4Coffshore", το Ευρωπαϊκό κέντρο θαλάσσιας ενέργειας "EMEC", το Wikipedia και εν τέλει από τους ιστότοπους των ίδιων των έργων γαλάζιας ενέργειας και των κατασκευαστών τους.

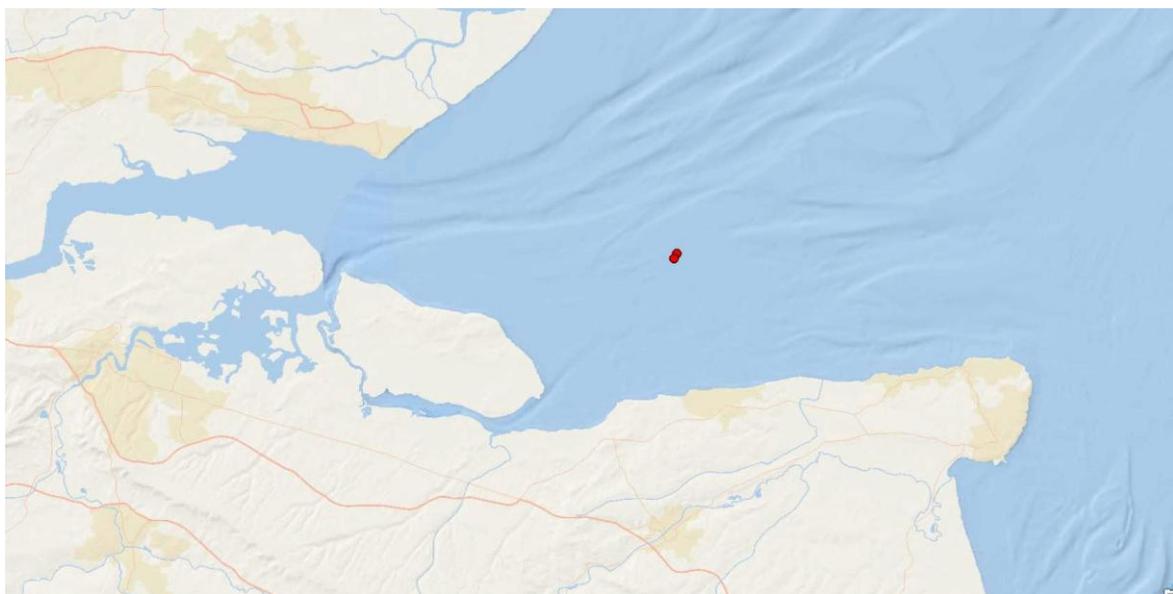
Πιο συγκεκριμένα οι περισσότερες διαθέσιμες πληροφορίες αφορούν τα αιολικά θαλάσσια πάρκα και λήφθηκαν από τον οργανισμό "4Coffshore" άλλες όντας ανοιχτές προς το κοινό και άλλες κατόπιν αλληλογραφίας με το διευθυντή πωλήσεων του οργανισμού Lauren Anderson και ενεργοποίησης του "4C Offshore Freemium account". Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι μεταξύ όλων το πολύτιμων πληροφοριών που εξασφαλίστηκαν από τη διαδικασία αυτή, έλλειπε το γεωγραφικό μήκος του κάθε αιολικού πάρκου (κεντροβαρικό).

Έτσι, προκειμένου να εντοπιστούν στο παγκόσμιο χάρτη τα έργα αυτά και να τοποθετηθούν στο κάρτα του προγράμματος ArcGis χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή "GLOBAL OFFSHORE MAP" του προαναφερόμενου οργανισμού που απεικονίζει τα ζητούμενα έργα πάνω σε ένα παγκόσμιο χάρτη. Με γνώμονα το δεδομένο γεωγραφικό πλάτος "Centre latitude" που λήφθηκε από τις πληροφορίες του κάθε έργου, "Project Details for OFFSHORE WIND FARMS" εντοπίστηκαν γραφικά με αντιπαραβολή των δύο χαρτών (ο ένας του προγράμματος και ο άλλος του οργανισμού) για όλα τα αιολικά πάρκα ένα προς ένα.

Ακολουθεί παράδειγμα εντοπισμού γραφικά σημείου.



Εικόνα 48 4Coffshore



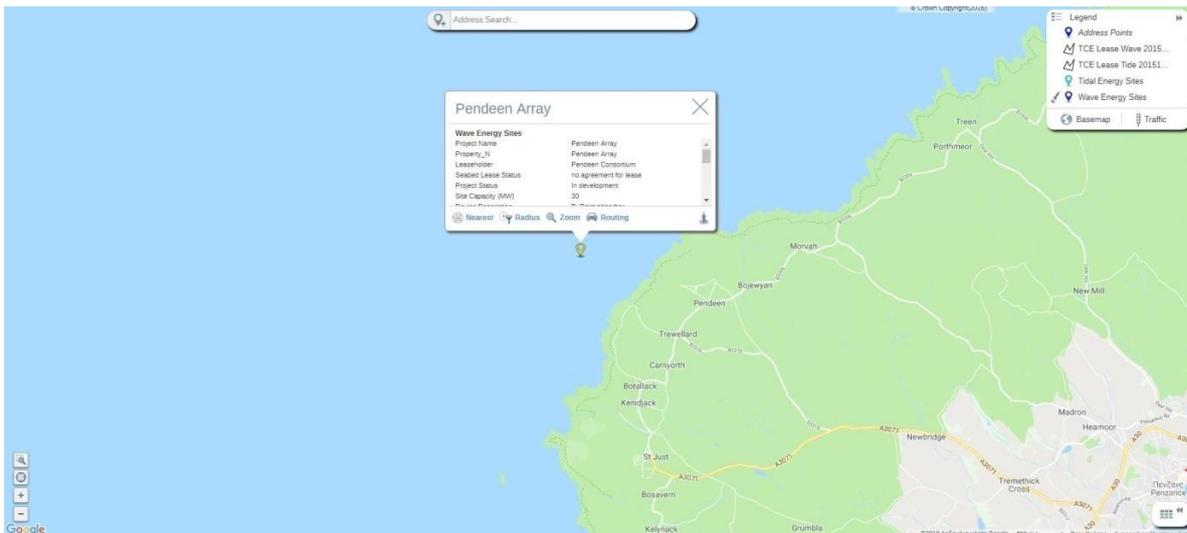
Εικόνα 49 Χάρτης ArcGIS

Βέβαια επειδή όλα τα θαλάσσια αιολικά πάρκα παγκοσμίως σε όλα τα στάδια κατασκευής (όπως "σε λειτουργία", "προτεινόμενα", "απεγκαταστημένα" ή ακόμα και "ακυρωμένα") είναι πάρα πολλά (αριθμούνται περί τα 1700) και είναι περιττό τα συμπεριληφθούν στη παρούσα εργασία, αποτύπωση παγκοσμίως έγινε μόνο για αυτά "σε λειτουργία" ή "υπό κατασκευή και υπό μερική παραγωγή". Αντιθέτως για την μεσόγειο όπου μόνο μία θαλάσσια ανεμογεννήτρια είναι πλήρως εγκατεστημένη και σε λειτουργία έγινε αποτύπωση για όλα τα θαλάσσια αιολικά πάρκα σε όλα τα στάδια.

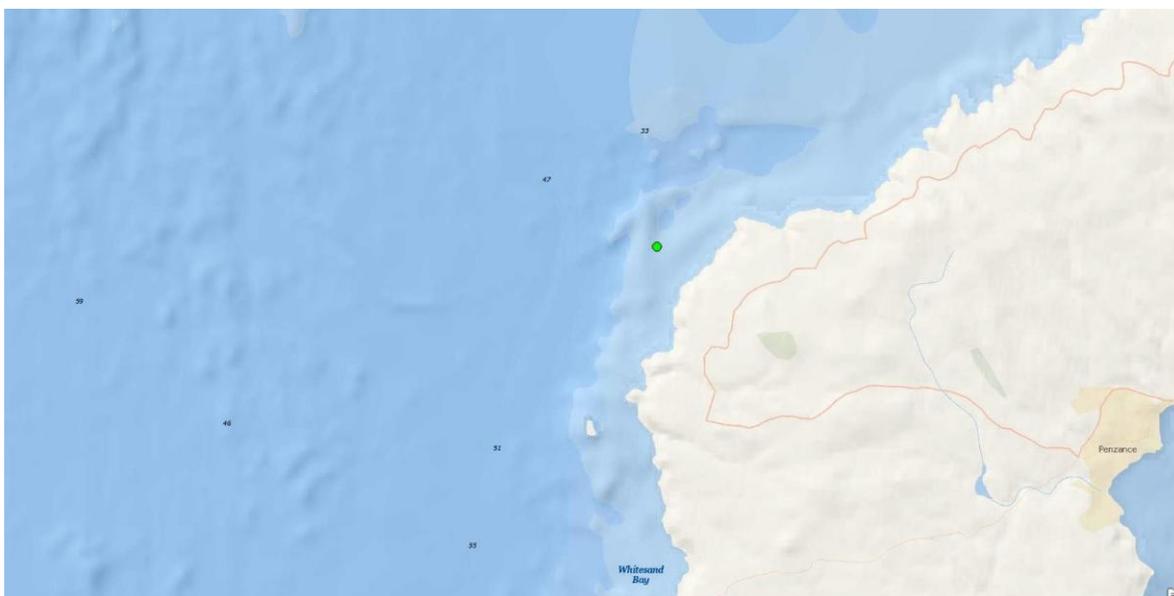
Όσον αφορά τα έργα παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας οι περισσότερες πληροφορίες λήφθηκαν από τον ιστότοπο της "EMEC", Ευρωπαϊκό κέντρο θαλάσσιας ενέργειας. Τα έργα αυτά αφορούν το Ηνωμένο Βασίλειο όπου και βρίσκονται τα περισσότερα καθώς η περιοχές αυτές ευνοούν έχοντας αφενός τις μεγαλύτερες παλιρροιακές διακυμάνσεις αλλά και πολύ μεγάλα κύματα προερχόμενα από τον Ατλαντικό ωκεανό. Όλα τα έργα έχουν συμπεριληφθεί ανεξαρτήτου σταδίου.

Όπως και στον ιστότοπο της "4Coffshore" έτσι και της "EMEC", παρέχεται η δυνατότητα προεπισκόπησης των έργων πάνω στο χάρτη της Αγγλίας. Η διαφορά εδώ είναι πως δε δίνεται καμία πληροφορία σχετικά με το γεωγραφικό πλάτος ή μήκος της κάθε εγκατάστασης. Και εδώ "εντοπίστηκαν γραφικά με αντιπαραβολή των δύο χαρτών (ο ένας του προγράμματος και ο άλλος του ιστότοπου) για όλα τα παλιρροιακά και κυματικά πάρκα ένα προς ένα. Σε όλες τις περιπτώσεις η διαδικασία εντοπισμού έγινε με ιδιαίτερη προσοχή ώστε η κεντροβαρική θέση του κάθε πάρκου που ορίστηκε πάνω στο χάρτη του προγράμματος να είναι μία πολύ καλή προσέγγιση και σίγουρα εντός της περιοχής που καταλαμβάνει το πάρκο.

Ακολουθεί παράδειγμα εντοπισμού γραφικά σημείου:



Εικόνα 50 Χάρτης EMEC



Εικόνα 51 Χάρτης ArcGIS

Τα παλιρροιακά και κυματικά πάρκα στον υπόλοιπο κόσμο εντοπίστηκαν αρχικά από τον ιστότοπο της "Wikipedia" και κατόπιν πληροφορίες για αυτά αλλά και για την ακριβή τους θέση από αναζήτηση στον ιστότοπο του ίδιου του έργου ή του κατασκευαστή του. Στα περισσότερα υπήρχαν ως δεδομένα οι ακριβείς συντεταγμένες τους. Έχουν συμπεριληφθεί τα ολοκληρωμένα έργα και αυτά που έχουν ξεκινήσει τη κατασκευή τους.

5.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από τις ίδιες πηγές που αναφέρθηκαν προηγουμένως συγκεντρώθηκαν και επιλέχθηκαν όσα δεδομένα, ελεύθερα για το κοινό, κρίθηκαν απαραίτητα για την συγκρότηση της παρούσας βάσης δεδομένων.

Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν:

1. Θαλάσσια αιολικά πάρκα, παγκοσμίως και στη μεσόγειο:

- Όνομα έργου (Project)
- Κεντροβαρικό γεωγραφικό πλάτος (Centrelatitude)
- Στάδιο κατασκευής (Project Status)
- Χώρα (Country)
- Θάλασσα (Sea)
- Κατασκευαστής (Developer)
- Ιδιοκτήτης (Owner)
- Συνολική ισχύς έργου (Project capacity)
- Αριθμός ανεμογεννητριών (Number of turbines)
- Μοντέλο ανεμογεννήτριας (Turbine model)
- Ισχύς ανεμογεννήτριας (Turbine capacity)
- Θεμελίωση (Foundation)
- Εύρος βάθους (Depth range stated by developer)
- Απόσταση από την ακτή (Distance from shore, reported)
- Ετήσια κάλυψη σε σπίτια (Homes powered annually)
- Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ (CO₂ reduced per year)
- Ετήσια μείωση εκπομπών SO₂ (SO₂ reduced per year)

Δεδομένα όπως συνολική ισχύς έργου και αριθμός συσκευών για έργα της Μεσογείου στη φάση του σχεδιασμού για μη αποφασισμένες τιμές λήφθηκε η μεγαλύτερη από τις προτεινόμενες για λόγους δυνατότητας αριθμητικής σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

2. Πάρκα κυματικής και πάρκα παλιρροιακής ενέργειας:

- Όνομα έργου (Project Name)
- Στάδιο κατασκευής (Project Status)
- Χώρα (Country)
- Ιδιοκτήτης (Property)
- Συνολική ισχύς έργου σε MW(Site Capacity (MW))
- Ενοικιαστής της εγκατάστασης (Leaseholder)
- Τύπος συσκευής (Device Type)
- Μοντέλο συσκευής (Device Make: Model)
- Αριθμός συσκευών (Number of Devices)
- Ισχύςσυσκευής (Device Rated Capacity (MW))
- Συμβόλαιο σύνδεσης πυθμένα (Seabed Lease Status)
- Τρόπος αγκύρωσης (Seabed Fixation)
- Τεχνολογική κλίμακα έργου (Technology Status)
- Έτος έναρξης λειτουργίας (Date of Commencement of Operation)
- Σκοπεύει να συνδεθεί νε το ηλεκτρικό δίκτυο (To be grid connected)
- Παρατηρήσεις (Notes)
- Ιστότοπος (Website)

5.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.3.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ EXCEL

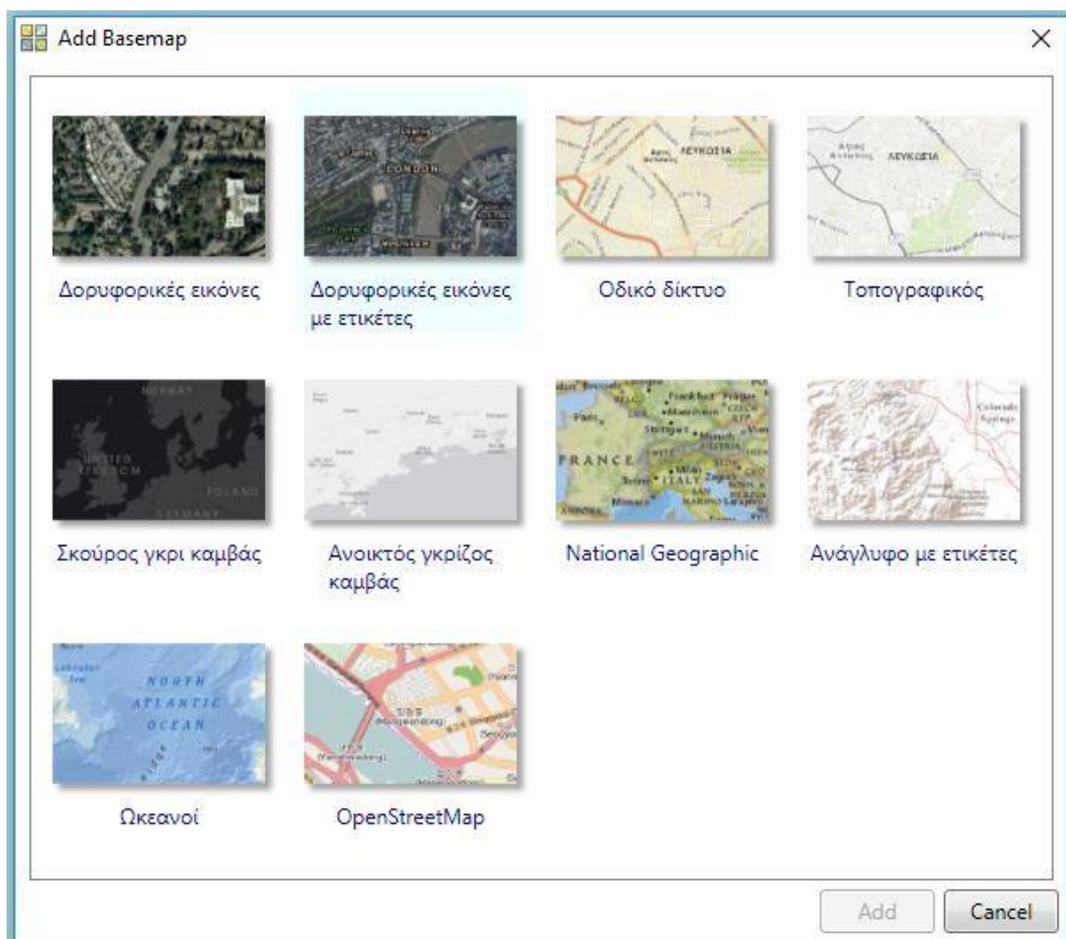
Αφού συγκεντρώθηκαν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες καταγράφηκαν σε 4 ξεχωριστές λίστες με χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel και αποθηκεύτηκαν ως αρχεία “.xlsx”. Στα αρχεία αυτά δόθηκαν τα ονόματα “WIND_FARMS”, “Wind_medit”, “WAVE_FARMS” και “TIDAL_FARMS” για τα θαλάσσια αιολικά πάρκα παγκοσμίως, τα θαλάσσια αιολικά πάρκα της Μεσογείου, τα πάρκα κυματικής ενέργειας και τα πάρκα παλιρροιακής ενέργειας αντίστοιχα. Στους πίνακες που εμπεριέχονται στα αρχεία αυτά κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα έργο γαλάζιας ενέργειας ενώ κάθε στήλη σε κάποια από τις προαναφερόμενες πληροφορίες.

Επιπρόσθετα εισήχθη μία επιπλέον στήλη όπου δόθηκε ένας κωδικός αριθμός για κάθε έργο του πίνακα. Θα επεξηγηθεί αργότερα η χρησιμότητα του αριθμού αυτού.

5.3.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ArcGIS ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σε πρώτη φάση δημιουργήθηκε ένα αρχείο με τη χρήση του προγράμματος ArcMap του ArcGIS. Το ArcGIS είναι μια ολοκληρωμένη συλλογή από προϊόντα λογισμικού για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS). Χρησιμοποιείται σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδιασμό, ανάλυση, διαχείριση και καταγραφή γεωγραφικών συστημάτων, environmental management, land records management, land planning, vehicle tracking κ.α.

Αφού δημιουργήθηκε το αρχείο της παρούσας εργασίας και ονομάστηκε "ArcGIS Marine Energy" εισάχθηκε ένας χάρτης υποβάθρου πάνω στον οποίο θα απεικονίζονται τα έργα γαλάζιας ενέργειας. Επιλέχθηκε ο χάρτης "Open Street Map" για πιο καθαρά και ευανάγνωστα αποτελέσματα, χωρίς όμως να αποκλείει το ενδεχόμενο αλλαγής χάρτη σε οποιαδήποτε φάση, ακόμα και μετά την ολοκλήρωση της εργασίας αφού οι συντεταγμένες των σημείων παραμένουν αναλλοίωτες και τα σημεία προβάλλονται σωστά στο νέο χάρτη.



Εικόνα 52 Επιλογή χάρτη υποβάθρου

Το γεωδαιτικό σύστημα που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα επιλέγεται να είναι το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα 1984 (WGS84G) και ταυτίζεται με αυτό που χρησιμοποιεί και η ιστοσελίδα από όπου λήφθηκαν τα περισσότερα δεδομένα "4C Offshore".

Αφού λοιπόν δημιουργήθηκε έτσι ένα "Layer" που αφορά το χάρτη υποβάθρου, ακολουθεί η δημιουργία του πρώτου "Layer" που αφορά τα έργα γαλάζιας ενέργειας: παγκόσμια θαλάσσια αιολικά πάρκα "WIND_FARMS".

Η διαδικασία έχει ως ακολούθως:

-Catalog

-Επιλογή (δεξί κλικ) φακέλου αποθήκευσης

-New

-Shapefile

-Ορισμός ονόματος Layer, εδώ WIND_FARMS

-Feature Type: Point

-Spatial Reference: Edit: WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere)

-OK

Έτσι δημιουργήθηκε ένα "Layer" που αφορά τα θαλάσσια αιολικά πάρκα παγκοσμίως.

Το πρόγραμμα αυτόματα δημιουργεί 3 στήλες: "FID" ένας αύξοντας αριθμός του έργου, "Shape" ο τύπος του σημείου (στη παρούσα εργασία είναι όλα Point) και ido κωδικός αριθμός του έργου που δίνεται από το χρήστη. Για ασφάλεια εισάγεται και μία νέα στήλη που θα αναγράφεται το όνομα του κάθε έργου.

-Επιλογή (δεξί κλικ) του "Layer" : "WIND_FARMS"

-Open Attribute Table

- Options ... Add Field

-Επιλέγεται ως τύπος: Text και δίνεται το όνομα "Project Name"

Ακολουθεί η διαδικασία τοποθέτησης του κάθε αιολικού πάρκου που υπάρχει στη βάση δεδομένων, πάνω στο χάρτη.

Χρησιμοποιώντας τη σειρά που δόθηκε κωδικός αριθμός στο πίνακα excel με τα δεδομένα ακολουθείται η διαδικασία:

- Επιλογή (δεξί κλικ) του "Layer" : "WIND_FARMS"

 - Edit features

 - Start Editing

- Από το ToolBar Editor επιλογή Create Features

 - Επιλογή του Shapefile "WIND_FARMS"

 - Επιλογή από το Construction Tools: Points

 - Αφού εντοπιστεί επακριβώς το σημείο με γραφική αντιπαραβολή, με αριστερό κλικ τοποθετείται στο χάρτη

 - Δίνονται τιμές για τον κωδικό του έργου (μεγάλη προσοχή να ταυτίζεται με τον κωδικό στο αρχείο Excel) και για το όνομα

Σε περίπτωση εσφαλμένης τοποθέτησης του σημείου χρησιμοποιείται η εντολή "Edit Vertices" για μετακίνησή του γραφικά.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφ. 5.1 για κάθε αιολικό πάρκο του πίνακα αφού εντοπίστηκε στο παγκόσμιο χάρτη της πηγής των δεδομένων, με πολύ προσεκτική γραφική αντιπαραβολή με τον χάρτη του προγράμματος και με γνώμονα το γεωγραφικό πλάτος που ήταν δεδομένο εντοπίστηκε και προστέθηκε στο "Layer" το νέο "Αντικείμενο" που αντιστοιχεί στο αιολικό πάρκο. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στη ταύτιση του κωδικού αριθμού "id" που δόθηκε σε κάθε νέο σημείο στο χάρτη του προγράμματος με τον κωδικό αριθμό που είχε δοθεί σε προηγούμενη φάση στο κάθε πάρκο, στον πίνακα δεδομένων. Επιπρόσθετα για ασφάλεια σε κάθε νέο αντικείμενο που δημιουργήθηκε, δόθηκε και το όνομα του αιολικού πάρκου που αντιστοιχεί ώστε να ταυτιστεί με τα δεδομένα που θα εισαχθούν αργότερα.

Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 176 φορές, όσα και τα πάρκα του αντίστοιχου πίνακα, έως ότου ολοκληρώθηκε ο εντοπισμός όλων των αιολικών πάρκων σε λειτουργία και σε μερική παραγωγή παγκοσμίως.

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία από την αρχή για τα άλλα τρία "Layers" που αφορούν τα αιολικά πάρκα της μεσογείου, τα πάρκα κυματικής ενέργειας και τα πάρκα παλιρροιακής ενέργειας με τη διαφορά ότι σε κάποια από αυτά υπήρχαν διαθέσιμες οι ακριβείς συντεταγμένες και ο εντοπισμός τους ήταν ευκολότερος ενώ σε άλλα δεν υπήρχε καμία οπότε χρειάζονταν ιδιαίτερη προσοχή.

5.3.3. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕ ΤΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στη φάση αυτή, πλέον υπάρχουν στο χάρτη όλα τα έργα γαλάζιας ενέργειας χωρισμένα στις τέσσερις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν, αλλά ως δεδομένα περιλαμβάνουν μόνο τον κωδικό αριθμό του κάθε έργου και το όνομά του.

Προκειμένου να καταχωρηθούν και οι υπόλοιπες πληροφορίες του κάθε έργου και να γίνει η αντιστοιχία με το κάθε σημείο του χάρτη ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

-AddData

-Connect ToFolder

-Επιλογή του φακέλου όπου είναι αποθηκευμένοι οι πίνακες Excel

-Επιλογή του αρχείου Excel με το όνομα "WIND_FARMS.xlsx"

Ελέγχεται ότι έχει αναγνωριστεί ο πίνακας με τα δεδομένα σωστά, επιλέγοντας (Δεξί κλικ) το νέο Layer που δημιουργήθηκε και "Open". Αν αναγνωρίστηκε σωστά θα φαίνονται όλες οι στήλες του αρχικού πίνακα με σωστές τιμές.

ID	Project	Country	Sea	Developer	Owner	Foundation	Project capacity	Number of turbines	Turbine model	Turbine capacity
1	Northwind	Belgium	North Sea	Northwind NV (former ELDFASCO LTD)	Aspiran Holding NV, Parkwind NV, Sumbona Corporation	Grounded, Monopile (The main)	216	72	V112-3.3MW Offshore (Hifi Vestas Offshore Wind)	7
2	Denise	Belgium	North Sea	Northwind NV	Aspiran Offshore NV, PowerGen NV, ZRIE NV, OSMI Ecol	Grounded, Monopile (Easland)	309	62	SOWT-3.5-64 (Gamesa Gamesa)	7
3	Thomson Basin phase I	Belgium	North Sea	C-POWER nv	Scottish REE, Williams EDF Energies Nouvelles Group (EDF)	EM (Sewer)	30	6	EM (Sewer)	5,675
4	Thomson Basin phase II	Belgium	North Sea	C-POWER nv	Scottish REE, Williams EDF Energies Nouvelles Group (EDF)	Grounded, Jacket (Piled) (The)	144.9	39	6.2M128 (Sewer)	6,15
5	Thomson Basin phase III	Belgium	North Sea	C-POWER nv	Scottish REE, NV, Numa EDF Energies Nouvelles Group (EDF)	Grounded, Jacket (Piled) (The)	113.7	18	6.2M128 (Sewer)	6,15
6	Denise II	Belgium	North Sea	Northwind NV	Aspiran Holding NV, Sumbona Corporation	Grounded, Monopile	165	36	V112-3.3 MW Offshore (Vestas)	7
7	Hobbevlund	Belgium	North Sea	Northwind (Parkwind NV)	Meerwind, Parkwind NV, Sumbona Corporation	Grounded, Monopile (Hobbevlund)	165	36	V112-3.3 MW Offshore (Vestas)	7
8	Belmont Island Harlekin Demonstration	Belgium	North Sea	Adem-Belgium Power NV	Adem-Belgium Power NV	Grounded, Jacket (Piled) (Off)	6	1	Belmont 10.0MW (Off Energy)	3.3
9	Longyan Putian Nanshan Island I - 400MW Project - Demonstration - 16 MW	China	Taiwan Strait	Fujian Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, High-Sea Pile Cap	16	4	SOWT-6-130 (Gamesa)	4
10	Longyan Putian Nanshan Island I - 400MW Project - Phase 1 - 200MW	China	Taiwan Strait	Fujian Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, High-Sea Pile Cap	200	50	SOWT-6-130 (Gamesa)	4
11	Fujian Putian Cui Zhai Bay - 500W	China	Taiwan Strait	Fujian Offshore Wind Power Co., Ltd.	Fujian Energy Investment Co., Ltd.	Grounded, High-Sea Pile Cap	50	10	V112-3.3MW OFFSHORE - (Sewer)	5
12	Zhuhe Quanzhou Hai Demonstration	China	South China Sea	Southern Offshore Wind Power Development	China Southern Power Grid, Guangdong Electric Power Inc.	Various (1 w/ different types)	120	37	24 x 3MW Mingyang MCO 2000, 3 x 6MW United Pa	6
13	Leiyang Zhonghai Bay - Power 1 (prototype test site)	China	Yanghai Bay	Fujian Zhonghai Power Generation Co., Ltd.	China Three Gorges New Energy Co., Ltd.	Various (5 - Grounded, High-Sea Pile Cap)	77.4	4	1 x 10015-6MW OFFSHORE - (Sewer)	6
14	Zhuogang Fujian XINCC Test Turbine(prototype)	China	Huailian Strait	Fujian Zhonghai Power Generation Co., Ltd.	Fujian Energy Investment Co., Ltd.	Grounded, High-Sea Pile Cap	5	1	1 x 10015-6MW OFFSHORE - (Sewer)	6
15	Guodian Zhoushan Haiou Island 6.2MW	China	East China Sea	GD Zhoushan Zhoushan offshore wind co.	GD Power Development Co., Ltd.	Grounded, High-Sea Pile Cap	292	6	1 x 60000000	4
16	Shanghai Bridge 100 MW offshore wind power demonstration project	China	East China Sea	Shanghai Donghai Wind Power Generation	China Shengrong Corporation, Shanghai Green Energy Co., Ltd.	Grounded, High-Sea Pile Cap	102	24	3 x 3000000	3
17	Shanghai Bridge Offshore Wind Farm Phase II (demonstration project)	China	East China Sea	Shanghai East China Sea Wind Power Co.	China Shengrong Corporation, China Guangdong Nuclear Power Co.	Grounded, High-Sea Pile Cap	102.2	26	100000-110 (Shanghai Electric Wind Power Equipme	3.6
18	Shanghai Linying Demonstration - 2	China	East China Sea	Shanghai Linying Offshore Wind Power Co.	Huanghai New Energy Industrial Holdings Limited, Shanghai GI	Grounded, High-Sea Pile Cap	102.8	20	100000-120-90 (Shanghai Electric Wind Power Equipme	3.6
19	COIN Composite Bucket foundation Test Project	China	East China Sea	Daqing Heavy Industry Group Co., Ltd.	Daqing Heavy Industry Group Co., Ltd.	Grounded, Helix (Bucket)	2.5	1	1 x 6000000	4
20	COIN Ruyuan Demonstration	China	East China Sea	COIN Ruyuan Offshore Wind Power Co., Ltd.	China Guangdong Nuclear Power Group	Grounded, Helix (BTR)	142	36	SOWT-6-130 (Gamesa)	4
21	Ruyuan Offshore Wind Farm Demonstration Project - Expansion Project (200000)	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Various (26 - Monopile, 14 - T)	200	50	20 x 6MW 100000 (Sewer), 2 x 6MW 100000 (Sewer)	2.6
22	Jiangsu Ruyuan 150000 Offshore (intertrial) Demonstration Wind Farm - phase I	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, Helix	50	20	6MW 100000 (Sewer)	2.6
23	Jiangsu Ruyuan 150000 Offshore (intertrial) Demonstration Wind Farm - phase II	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Various (17 - Monopile, 3 - T)	69.3	17	6MW 100000 (Sewer), 2 x 6MW 100000 (Sewer)	2.6
24	Longyan Ruyuan Intertrial Test Wind Farm	China	East China Sea	China Longyan Power Group Corporation	China Longyan Power Group Corporation Limited	Various (Grounded - High-Sea Pile Cap)	32	16	16 x 100000-150-200 (Shanghai Electric Wind Power Equipme	3.6
25	Longyan Ruyuan Intertrial Test Wind Farm - Extension	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Various (Grounded - 7 x Mono)	69.3	11	COIN, Huanghai SOWT-6-130 (Gamesa)	4
26	Jiangsu Ruyuan 150000 Offshore (intertrial) Demonstration Wind Farm - extension	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Zhoushan Marine Energy	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, Helix	50	20	100000-150 (Sewer)	2.6
27	Huanghai Ruyuan Offshore Wind Farm (intertrial) 100000 demonstration project - phase I	China	East China Sea	Sinohydro Renewable Energy Co., Ltd.	Sinohydro Corporation	Various (12 x - Grounded - Jac)	60	30	SOWT-6-1000 (Gamesa)	2.6
28	Huanghai Ruyuan Offshore Wind Farm (intertrial) 100000 demonstration project - phase II	China	East China Sea	Huanghai Zhoushan Marine Energy	China Huanghai Group HK Ltd., Huanghai Power International	Various (The project will featur	145.4	36	12 x Envision 4.2 MW(2x130), 24 x Siemens 4.0MW (1	4.2
29	Huanghai Ruyuan 300000W - North	China	East China Sea	Huanghai Ruyuan Zhoushan Marine Energy	Huanghai Power International Corporation Limited, China Huai	Various (The project will featur	156	36	14 x Siemens 4.0MW, 20 x Huanghai SOWT-6-130, 1	4.2
30	Huanghai Ruyuan 300000W - South	China	East China Sea	Huanghai Ruyuan Zhoushan Marine Energy	Huanghai Power International Corporation Limited, China Huai	Various (The project will featur	156	36	12 x Envision 4.2 MW(2x130), 24 x Siemens 4.0MW (1	4.2
31	Jiangsu Longyan Chang Sand H1 30000W	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, Helix	200	75	10 x 4-1.38 (Envision Energy)	4
32	Jiangsu Longyan Chang Sand H2 30000W	China	East China Sea	Jiangsu Longyan Offshore Wind Power Co., Ltd.	Shengrong Limited	Grounded, Jacket	200	80	10 x 4-1.38 (Envision Energy)	4
33	Danfeng (Shanghai Electric Intertrial) Demonstration Turbine	China	East China Sea	China Power New Energy Development Co.	China Power New Energy Development Company Limited, B	Grounded, Gravit-Bottom	2	1	SE 2 093 (Shanghai Electric Wind Power Equipme	2
34	Longyan Jiangsu Changsha H1 2.0000W (Concession)	China	East China Sea	Longyan Offshore Wind Power Co., Ltd.	China Longyan Power Group Corporation Limited	Grounded, Jacket	200	80	Envision 4.0 (100000) (Sewer)	2.6
35	SPC Jiangsu Changsha H3 20000W	China	East China Sea	State Power Investment Corporation (SPIC)	State Power Investment Corporation (SPIC)	Grounded, Helix	302.4	72	Envision 4.2-138 (Envision Energy)	4.2
36	SPC Jiangsu Changsha H1 10000W	China	East China Sea	State Power Investment Group Jiangsu Co.	State Power Investment Corporation (SPIC)	Grounded, Helix (Piled)	150	36	SOWT-6-130 (Gamesa)	4
37	Kangshu Intertrial Pilot Project - Shanghai Electric - 100000W-90-70	China	East China Sea	Kangshu Kangshu Wind Power Co., Ltd.	China Three Gorges Corporation	Grounded, High-Sea Pile Cap	2	1	100000-93 (Shanghai Electric - Anemody)	2
38	Kangshu Intertrial Pilot Project - Sanyouwind - 90T 100000W	China	East China Sea	Kangshu Kangshu Wind Power Co., Ltd.	China Three Gorges Corporation	Grounded, High-Sea Pile Cap	2.2	1	100000-93 (Sanyouwind)	2.6

Εικόνα 53 Προεπισκόπηση πίνακα προγράμματος "WIND_FARMS.xlsx"

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία και για τα υπόλοιπα αρχεία "wind_medit.xlsx", "WAVE_FARMS.xlsx" και "TIDAL_FARMS.xlsx".

Πλέον έχουν δημιουργηθεί ακόμα τέσσερα Layers με τα δεδομένα του κάθε έργου χωρίς να αντιστοιχούν σε κάποιο σημείο. Η αντιστοιχία πραγματοποιείται ως ακολούθως:

-Επιλογή(Δεξί κλικ) του Layer "WIND_FARMS" με τα σημεία, όχι το ".xlsx" με τα δεδομένα

-Joins and Relates

-Join...

-Join attributes from a table

1. Choose the field in this Layer that the join will be based on:

Id

2. Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:

WIND_FARMS.xlsx

3. Choose the field in the table to base the join on:

Id

Ελέγχεται ότι έχει αντιστοιχηθεί ο πίνακας των δεδομένων με το Layer των σημείων σωστά, επιλέγοντας (Δεξί κλικ) το Layer των σημείων "WIND_FARMS" και "Open Attribute Table". Αν αναγνωρίστηκε σωστά θα φαίνονται όλες οι στήλες του αρχικού πίνακα με σωστές τιμές και θα ταυτίζονται οι τιμές στις διπλοεγγεγραμμένες στήλες, στη παρούσα περίπτωση οι "id" και "Project Name", οπότε και διαγράφονται οι δεύτερες.

Για τη δημιουργία και αποθήκευση ενός ενιαίου πλέον shaperefile για την κάθε κατηγορία επιλέγεται:

- Επιλογή(δεξί κλικ) του υπάρχοντος shaperefile
 - Data
 - Export Data
 - Ορισμός θέσης αρχείου και νέου ονόματος
 - Ok

Επαναλαμβάνεται η διαδικασία για όλα τα υπάρχοντα shaperefile.

Πλέον έχουν δημιουργηθεί νέα αρχεία για τις τέσσερις κατηγορίες έργων που περιλαμβάνουν όλα τα δεδομένα χωρίς να απαιτείται συγχρονισμός. Τα παλιά αρχεία μπορούν να διαγραφούν. Ίσως χρειαστούν κάποιες διορθώσεις στα ονόματα των στηλών των πινάκων των νέων αρχείων.

- Open Attribute Table
 - Επιλογή στήλης
 - Properties
 - Alias: διορθωμένο όνομα

Με την εντολή "Add XY Coordinates (Data Management)" εισάγονται οι συντεταγμένες όλων των σημείων στο χάρη, στο γεωδαιτικό σύστημα που ορίστηκε, σαν δύο νέες στήλες στο πίνακα δεδομένων του shaperefile της κάθε κατηγορίας. Η πληροφορία αυτή λαμβάνεται από τα σημεία που βρίσκονται πάνω στο χάρη. Οι στήλες που δημιουργούνται έχουν ονόματα "POINT_X" και "POINT_Y".

- Add XY Coordinates (Data Management)
 - Input Features : το αρχείο με τα σημεία στο χάρη
 - Ok

Το shaperefile της κάθε κατηγορίας έργων γαλάζιας ενέργειας έχει πλέον τη τελική μορφή του, όπως και ο πίνακας δεδομένων που το συνοδεύει.



Εικόνα54 World map marine energy sites (bullets)

WIND_FARMS

ID	Shape	Project Status	id	Project Name	Country	Sea	Developer	Turbine model	Turbine capacity	Number of turbines	Foundation	Depth range	Distance from shore	Homes powered	CO2 reduced	_SO2 reduced	Centre latitude (reported)	POINT X	POINT Y
0	Point	Fully Commissioned	136	Kenish Flats UK	UK	North Sea	GREP UK (Name)	Ventallia V	30	30	Grounded, Monopil	5 m - 5 m	8.5	63743	128825	2996	51.460°	1.085	51.46
1	Point	Fully Commissioned	135	Kenish Flats E UK	UK	North Sea	Ventallia E	Ventallia E	416	15	Grounded, Monopil	3 m - 5 m	8.5	35059	70854	1648	51.451°	1.083	51.47
2	Point	Fully Commissioned	134	Kenish Flats W UK	UK	North Sea	Ventallia W	Ventallia W	295	12	Grounded, Monopil	3 m - 5 m	8.5	35059	70854	1648	51.451°	1.083	51.47
3	Point	Partial Generation/Un	133	Northwind Belgium	Belgium	North Sea	Northwind NV (f	Ventallia E	246	75	Grounded, Monopil	16 m - 29 m	37	152963	309179	7190	51.619°	2.902	51.62
4	Point	Partial Generation/Un	132	Rentel Belgium	Belgium	North Sea	Rentel NV	Aspirat Off	309	42	Grounded, Monopil	22 m - 36 m	24	21851	44238	10286	51.591°	2.944	51.591
5	Point	Fully Commissioned	4	Thornton Bank Belgium	Belgium	North Sea	C-Power nv	Scorec Off	184.5	6	Grounded, Jacket	18 m - 28 m	37	21248	42942	969	51.544°	2.933	51.544
6	Point	Fully Commissioned	5	Thornton Bank Belgium	Belgium	North Sea	C-Power nv	Scorec Off	110.7	18	Grounded, Jacket	12 m - 24 m	26	78404	264090	6142	51.556°	2.933	51.557
7	Point	Fully Commissioned	6	Belwind Belgium	Belgium	North Sea	Belwind NV	Scorec Off	165	18	Grounded, Jacket	12 m - 24 m	26	78404	264090	6142	51.540°	2.918	51.54
8	Point	Fully Commissioned	7	Belwind Belgium	Belgium	North Sea	Belwind NV	Scorec Off	165	18	Grounded, Jacket	12 m - 24 m	26	78404	264090	6142	51.540°	2.918	51.54
9	Point	Fully Commissioned	8	Belwind Belgium	Belgium	North Sea	Belwind NV	Scorec Off	165	18	Grounded, Jacket	12 m - 24 m	26	78404	264090	6142	51.540°	2.918	51.54
10	Point	Fully Commissioned	9	Belwind Belgium	Belgium	North Sea	Belwind NV	Scorec Off	165	18	Grounded, Jacket	12 m - 24 m	26	78404	264090	6142	51.540°	2.918	51.54
11	Point	Fully Commissioned	47	Nissum Bredin Denmark	Denmark	North Sea	Nissum Bredin	Nissum Bredin	28	28	Grounded, Jacket	1.34 m - 3.4 m	47	19631	4079	1922	56.670°	8.248	56.67
12	Point	Fully Commissioned	48	Hevsare præ Denmark	Denmark	Onshore	DTU Wind Energy	DTU Wind E	56	4	Grounded, Onshor	11 m - 8 m	2.5	39652	80159	1684	56.445°	8.151	56.445
13	Point	Fully Commissioned	49	Østøst: Nation Denmark	Denmark	Onshore	Siemens Wind P	DTU Wind E	144	9	Grounded, Onshor	Onshore	0	101969	0	4793	57.063°	8.985	57.063
14	Point	Fully Commissioned	50	SWT-7.0-154 Denmark	Denmark	Onshore	Siemens Wind P	SWT-7.0-154 (Slem 7	4958	7	Grounded, Onshor	Onshore	0	101969	0	4793	57.063°	8.985	57.063
15	Point	Partial Generation/Un	51	Hallede 150-8M Denmark	Denmark	Onshore	EDF Energies N	Hallede 150-8M (1.6	408.7	6	Grounded, Onshor	Onshore	0	4250	10020	233	57.052°	8.885	57.052
16	Point	Partial Generation/Un	52	Horns Rev 2 Denmark	Denmark	North Sea	Ventallia AB	Ventallia AB	209.3	31.7	Grounded, Onshor	10 m - 21 m	20	288047	582144	13538	57.084°	7.658	57.084
17	Point	Fully Commissioned	53	Horns Rev 1 Denmark	Denmark	North Sea	Østøst: Horns R	Østøst: A/S	180	91	Grounded, Monopil	9 m - 17 m	17.9	148238	0	6987	55.600°	55.6	55.6
18	Point	Fully Commissioned	54	Horns Rev 1 Denmark	Denmark	North Sea	Ventallia Europ	Østøst: A/S	180	91	Grounded, Monopil	9 m - 17 m	17.9	148238	0	6987	55.600°	55.6	55.6
19	Point	Fully Commissioned	55	Frederikshavn Denmark	Denmark	Kattegat	Østøst: A/S (for SE Blue Ren	Østøst: A/S	7.6	3.2	Various Q Monopil	3.2	10.879	5383	10879	253	57.444°	57.444	57.444
20	Point	Fully Commissioned	56	Nysted Denmark	Denmark	Baltic Sea	Energy E2 (Østøst: PenstenDan	Energy E2 (Østøst: PenstenDan	165.6	72	Grounded, Gravy	6 m - 10 m	10.8	117287	237037	5512	54.550°	11.715	54.55
21	Point	Fully Commissioned	63	Redsand 2 Denmark	Denmark	Baltic Sea	E.ON Wind Sveri	E.ON Climat	207	90	Grounded, Gravy	6 m - 12 m	8.8	146609	296296	6891	54.555°	11.554	54.555
22	Point	Fully Commissioned	60	Sprogø Denmark	Denmark	Kattegat	Sund & Bælt Ho	European E	21	7	Grounded, Gravy	6 m - 16 m	10.6	14873	30059	699	55.344°	10.965	55.344
23	Point	Fully Commissioned	56	Avedøre Home Denmark	Denmark	Æresund	Østøst: A/S (for Østøst: A/S	Østøst: A/S	10.8	3	Grounded, Gravy	0 m - 2 m	0	7649	15459	360	55.602°	12.46	55.602
24	Point	Fully Commissioned	62	Middelgrunden Denmark	Denmark	Æresund	Østøst: A/S (for Østøst: A/S	Østøst: A/S	40	20	Grounded, Gravy	3 m - 5 m	4.7	28330	0	1332	55.690°	12.671	55.69
25	Point	Fully Commissioned	61	Samsø Denmark	Denmark	Kattegat	Samsø Havvind	SE Blue Ren	23	10	Grounded, Monopil	14 m - 20 m	4	16290	32922	766	55.722°	10.985	55.722
26	Point	Fully Commissioned	59	Tone Knob Denmark	Denmark	Kattegat	Østøst: A/S (for SE Blue Ren	Østøst: A/S	5	5	Grounded, Monopil	14 m - 20 m	4	16290	32922	766	55.722°	10.985	55.722
27	Point	Fully Commissioned	64	Repsåsøen bu Denmark	Denmark	Kattegat	Østøst: A/S (for SE Blue Ren	Østøst: A/S	389.6	111	Grounded, Monopil	15 m - 19 m	15	283019	7157	166	55.969°	10.355	55.969
28	Point	Fully Commissioned	65	Telhøjtoft Off Denmark	Denmark	Kattegat	Østøst: A/S (for SE Blue Ren	Østøst: A/S	42	10	Grounded, Gravy	8 m - 15 m	0.5	29747	6018	1398	61.625°	21.355	61.625
29	Point	Fully Commissioned	67	Keim Aghasen Finland	Finland	Gulf of Bo	Stromen Hyvdyu	Stromen Hy	42	0	Grounded, Gravy	8 m - 15 m	0.5	29747	6018	1398	61.625°	21.355	61.625
30	Point	Fully Commissioned	68	Keim Aghasen Finland	Finland	Gulf of Bo	Stromen Hyvdyu	Stromen Hy	42	0	Grounded, Gravy	8 m - 15 m	0.5	29747	6018	1398	61.625°	21.355	61.625
31	Point	Fully Commissioned	66	Alps France	France	Gulf of Bo	Stromen Hyvdyu	Stromen Hy	42	0	Grounded, Gravy	8 m - 15 m	0.5	29747	6018	1398	61.625°	21.355	61.625
32	Point	Fully Commissioned	68	Meungher VER France	France	Onshore	EDF Energies N	KEA	42.4	8	Grounded, Anticoll	Onshore	0	30039	66891	1411	66.855°	24.536	66.855
33	Point	Fully Commissioned	69	Flotgen Proge France	France	Atlantic O	FLOAT/GEN	Gamesa Cor	06	2	Grounded, Multiple	Onshore	0	425	889	20	43.411°	4.686	43.411
34	Point	Fully Commissioned	70	SEI-REV - SIT France	France	Atlantic O	SEI-REV	Eolac Centr	8	0	Floating, Semi-Sub	33 m - 33 m	22	1417	285	167	47.239°	-2.779	47.242
35	Point	Fully Commissioned	97	Galway Bay II Ireland	Ireland	Galway	Marine Institute	Marine Inst	8	0	Floating, Semi-Sub	35 m - 35 m	24	9968	11451	286	47.239°	-2.779	47.237
36	Point	Fully Commissioned	96	Galway Bay II Ireland	Ireland	Galway	Marine Institute	Marine Inst	8	0	Floating, Semi-Sub	35 m - 35 m	24	9968	11451	286	47.239°	-2.779	47.237
37	Point	Fully Commissioned	111	Prinses Amalia Netherlands	Netherlands	North Sea	Eneco Wind B.V	Mikabush C	120	120	Grounded, Monopil	20 m - 25 m	1.3	17948	36071	839	52.791°	-9.363	52.791
38	Point	Fully Commissioned	112	Irene Vorrnik Netherlands	Netherlands	North Sea	Eneco Wind B.V	Mikabush C	120	120	Grounded, Monopil	20 m - 25 m	1.3	17948	36071	839	52.791°	-9.363	52.791
39	Point	Fully Commissioned	113	Irene Vorrnik Netherlands	Netherlands	North Sea	Eneco Wind B.V	Mikabush C	120	120	Grounded, Monopil	20 m - 25 m	1.3	17948	36071	839	52.791°	-9.363	52.791
40	Point	Fully Commissioned	114	Westermeeziw Netherlands	Netherlands	North Sea	Eneco Wind B.V	Mikabush C	120	120	Grounded, Monopil	18 m - 24 m	23	84991	171766	3995	52.588°	4.224	52.588
41	Point	Fully Commissioned	115	Gemini Netherlands	Netherlands	North Sea	Eneco Wind B.V	Mikabush C	120	120	Grounded, Monopil	18 m - 24 m	23	84991	171766	3995	52.588°	4.224	52.588
42	Point	Fully Commissioned	120	Hywind - Demo Norway	Norway	North Sea	Hywind - Demo	Technip S.A	600	48	Grounded, Monopil	2 m - 3 m	0	11889	24047	559	52.599°	5.59	52.599
43	Point	Fully Commissioned	121	Karmøy - Marn Norway	Norway	North Sea	Hywind - Demo	Technip S.A	600	48	Grounded, Monopil	2 m - 3 m	0	11889	24047	559	52.599°	5.59	52.599
44	Point	Fully Commissioned	122	Karmøy - Marn Norway	Norway	North Sea	Hywind - Demo	Technip S.A	600	48	Grounded, Monopil	2 m - 3 m	0	11889	24047	559	52.599°	5.59	52.599
45	Point	Fully Commissioned	123	Gamesa 5MW Spain	Spain	Onshore	Gamesa Techno	Gamesa Te	10	10	Grounded, Jacket	23 m - 23 m	4.5	21248	42942	969	41.116°	-17.515	41.116
46	Point	Fully Commissioned	124	THE TEST P.L.A. Spain	Spain	Onshore	Gamesa Techno	Gamesa Te	10	10	Grounded, Jacket	23 m - 23 m	4.5	21248	42942	969	41.116°	-17.515	41.116
47	Point	Fully Commissioned	125	Biscay Marine Spain	Spain	Bay of Bis	Marine Inst	Marine Inst	13.5	2	Grounded, Jacket	15 m - 15 m	0.2	3541	7292	533	43.465°	0	43.465
48	Point	Fully Commissioned	126	Ljörund Sweden	Sweden	Æresund	Ventallia Europ	Ventallia E	110.4	48	Grounded, Jacket	4 m - 8 m	11.3	9561	19324	449	59.865°	-15.399	59.865
49	Point	Fully Commissioned	127	Kärnarn Sweden	Sweden	Æresund	Ventallia Europ	Ventallia E	110.4	48	Grounded, Jacket	4 m - 8 m	11.3	9561	19324	449	59.865°	-15.399	59.865
50	Point	Fully Commissioned	128	Bockstam Sweden	Sweden	Baltic Sea	E.ON Wind Sveri	E.ON Climat	48	16	Grounded, Gravy	4 m - 8 m	11.3	78191	33966	0	55.513°	12.933	55.513
51	Point	Fully Commissioned	129	Göteborg Wind Sweden	Sweden	Baltic Sea	E.ON Wind Sveri	E.ON Climat	48	16	Grounded, Gravy	4 m - 8 m	11.3	78191	33966	0	55.513°	12.933	55.513
52	Point	Fully Commissioned	130	Seat'W1 Sweden	Sweden	Onshore	Seat'W1 AB	Seat'W1 AB	0.03	1	Grounded, Onshor	6 m - 6 m	4	2337	33966	0	57.036°	18.146	57.036
53	Point	Fully Commissioned	131	Seat'W2 Sweden	Sweden	Onshore	Seat'W1 AB	Seat'W1 AB	0.03	1	Grounded, Onshor	6 m - 6 m	4	2337	33966	0	57.036°	18.146	57.036
54	Point	Fully Commissioned	132	Seat'W3 Sweden	Sweden	Onshore	Seat'W1 AB	Seat'W1 AB	0.03	1	Grounded, Onshor	6 m - 6 m	4	2337	33966	0	57.036°	18.146	57.036
55	Point	Fully Commissioned	133	Seat'W4 Sweden	Sweden	Onshore	Seat'W1 AB	Seat'W1 AB	0.03	1	Grounded, Onshor	6 m - 6 m	4	2337	33966	0	57.036°	18.146	57.036
56	Point	Fully Commissioned	174	Black Island WI USA	USA	Vaernm L	Vindpark Vaern	Karlsens E	30	5	Grounded, Jacket	3 m - 13 m	3.5	21248	42942	969	41.116°	-17.515	41.116
57	Point	Fully Commissioned	175	Keuka 125kW USA	USA	Onshore	Deepwater Win	GE Energy	0.125	1	Grounded, Jacket	23 m - 23 m	4.5	21248	42942	969	41.116°	-17.515	41.116
58	Point	Fully Commissioned	176	Bac Lieu - pha Vietnam	Vietnam	South Chi	Cong Ly Constr	Cong Ly Co	16	16	Grounded, High-Ri	15 m - 15 m	1.5	3541	7157	166	33.576°	126.788	33.576
59	Point	Fully Commissioned	177	Bac Lieu - pha Vietnam	Vietnam	South Chi	Cong Ly Constr	Cong Ly Co											

Wind_Medit	EQ	Shape	ID	Project	Country	Sea	Project St	Developer	Owner	Project capacity	Number of turbines	Turbine model	Turbine capacity	Foundation	Depth, range stated by developer	Distance from shore	Homes powered	CO2 reduced	SO2 reduced	Centre lat	POINT_X	POINT_Y
	0	Point	201	Durrazzo	Albania	Adriatic	Cancelled	Blue H Technology	Blue H Technology	539	154	Blue H	0	0	18 m - 40 m	36	381750	717516	17942	41.373°	19.229	41.373
	1	Point	202	Blice	Croatia	Adriatic	Cancelled	Blue H Technology	Blue H Technology	448	122	Not Decided	0	0	Not Decided	40	317298	641280	14913	43.560°	15.306	43.560
	2	Point	203	Dubrovnik	Croatia	Adriatic	Cancelled	Blue H Technology	Blue H Technology	392	112	Not Decided	0	0	Not Decided	26	277636	561103	13049	42.473°	17.856	42.473
	3	Point	204	HEXCON - Cyprus	Cyprus	Mediteran	Cancelled	Hexicon Cyprus Ltd	Hexicon AB	44	72	Blue H 150-RMW (6.5	6.5	65 m - 80 m	0	31168	62881	1465	34.918°	33.79	34.918
	4	Point	205	Les Iolaines	France	Mediteran	Cancelled	Quadran Energies L	Casse des dépit	24	44	Halide 150-RMW (0	0	Not Decided	17	16988	34353	799	42.833°	3.13	42.833
	5	Point	206	Enlaid - I	France	Mediteran	Cancelled	Quadran Energies L	Quadran Energie	500	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	354128	716892	16844	42.862°	3.373	42.862
	6	Point	207	Spiniflat D	France	Mediteran	Cancelled	Enlaid SAS	Enlaid SAS	6	1	Spiniflat 6MW	0	0	Not Decided	0	4250	8588	200	43.068°	3.335	43.068
	7	Point	208	Enlaid	France	Mediteran	Cancelled	Enlaid SAS	Enlaid SAS	18,45	4	16.2M152 (Servon)	6.15	6.15	50 m - 74 m	15	17423	35312	719	43.023°	3.243	43.023
	8	Point	209	Les Iolaines	France	Mediteran	Cancelled	Enlaid SAS	Enlaid SAS	24	4	16.2M152 (Servon)	8	8	50 m - 74 m	15	17423	35312	719	43.023°	3.243	43.023
	9	Point	210	Nenuphar I	France	Mediteran	Cancelled	NEUPHAR SA, ED	NEUPHAR SA, E	10	24	1.5G, 80-167 DD (S)	0	0	Not Decided	17	16988	34353	819	43.190°	4.729	43.190
	10	Point	211	Nenuphar II	France	Mediteran	Cancelled	NEUPHAR SA, ED	NEUPHAR SA, E	0/8	3	Not Decided	0	0	Not Decided	6	7083	14314	333	43.312°	4.672	43.312
	11	Point	212	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	1200	0	Estimate: Prototype	0.6	0	Not Decided	0	649606	1771661	39946	40.960°	26.155	40.978
	12	Point	213	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	40.960°	26.155	40.978
	13	Point	214	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	40.960°	26.155	40.978
	14	Point	215	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	350	70	Not Decided	5	5	Not Decided	0	247889	509684	11851	35.879°	14.675	35.879
	15	Point	216	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	95	19	Not Decided	0	0	Not Decided	1.5	67284	135981	3162	36.002°	14.395	36.002
	16	Point	217	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	105	30	Blue H 3.5 (Blue H)	3.5	3.5	10 m - 35 m	20	74387	150295	3495	36.114°	14.554	36.115
	17	Point	218	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	86.4	24	Not Decided	3.6	3.6	100 m - 150 m	0	61193	123672	2876	36.254°	14.538	36.254
	18	Point	219	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	83	Not Decided	0	0	Not Decided	0	352711	712829	16577	39.928°	0.044	39.928
	19	Point	220	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	488	83	Not Decided	0	0	Not Decided	0	352711	712829	16577	39.928°	0.044	39.928
	20	Point	221	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	405	144	Not Decided	0	0	Not Decided	0	288843	579711	13482	40.543°	0.591	40.543
	21	Point	222	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	8	Gamasa(G)OX.G1	7	7	35 m - 45 m	3.5	35413	71569	1664	40.802°	1.266	40.802
	22	Point	223	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	4	Gamasa(G)OX.G1	0	0	Not Decided	0	14165	28628	666	40.892°	0.853	40.892
	23	Point	224	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	40.806°	0.807	40.806
	24	Point	225	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	40.938°	0.966	40.938
	25	Point	226	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	41.085°	1.275	41.085
	26	Point	227	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	41.102°	1.275	41.102
	27	Point	228	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	0	0	0	0	36.596°	13.57	36.596
	28	Point	229	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	308	88	Not Decided	0	0	Not Decided	22	218143	440986	10353	36.717°	14.219	36.717
	29	Point	230	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	575	115	Not Decided	3.6	3.6	Not Decided	5.5	407247	823046	19141	36.863°	14.158	36.863
	30	Point	231	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	158.8	38	Not Decided	0	0	Not Decided	3	96889	19813	4554	37.060°	4.051	37.060
	31	Point	232	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	90	495719	1007989	23302	37.441°	11.159	37.441
	32	Point	233	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	700	200	Not Decided	6	6	12 m - 50 m	51	250722	508710	11764	37.508°	11.767	37.508
	33	Point	234	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	172.8	48	Not Decided	3.6	3.6	19 m - 40 m	15	225579	45589	10802	37.680°	12.203	37.680
	34	Point	235	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	780.5	223	Not Decided	0	0	Not Decided	17	175823	1117195	25881	37.758°	11.531	37.758
	35	Point	236	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	280	88	Not Decided	0	0	Not Decided	16	98371	1407788	9321	38.871°	9.325	38.871
	36	Point	237	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	72	24	Not Decided	3	3	16 m - 30 m	15	50984	103600	2397	39.120°	9.122	39.120
	37	Point	238	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	320	20	Not Decided	0	0	Not Decided	0	228642	458043	10652	39.733°	8.351	39.733
	38	Point	239	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	280	80	Not Decided	0	0	Not Decided	15	198311	4007788	9321	39.827°	7.843	39.827
	39	Point	240	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	320	80	Not Decided	4	4	Not Decided	0	228642	458043	10652	40.078°	8.439	40.078
	40	Point	241	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	93.6	26	Not Decided	3.6	3.6	Not Decided	0	66293	133978	3116	40.867°	8.34	40.867
	41	Point	242	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	5	1	Not Decided	0	0	Not Decided	0	3541	7157	166	39.859°	18.689	39.859
	42	Point	243	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	441	126	Not Decided	0	0	Not Decided	17	312341	631240	14880	40.615°	18.633	40.615
	43	Point	244	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	92	26	Not Decided	7.5	7.5	Not Decided	20	65159	131687	3062	39.880°	18.677	39.880
	44	Point	245	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0.08	10	3.0M122 (Servon)	0.08	0.08	4 m - 18 m	21.3	57	115	3	39.959°	18.676	39.959
	45	Point	246	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	150	50	Not Decided	3	3	Not Decided	0	21248	42942	999	40.498°	17.141	40.498
	46	Point	247	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	108	38	Not Decided	3	3	Not Decided	4.6	16492	154589	3595	40.566°	18.101	40.566
	47	Point	248	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	441	126	Not Decided	0	0	Not Decided	22	312341	631240	14880	41.347°	16.784	41.347
	48	Point	249	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	0	0	Not Decided	0	0	Not Decided	5	50984	103600	2397	41.472°	16.088	41.472
	49	Point	250	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	195	65	Not Decided	3	3	Not Decided	8	138110	279120	6491	41.493°	16.087	41.493
	50	Point	251	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	287	66	Not Decided	4.5	4.5	Not Decided	10	210352	425121	9887	41.576°	16.222	41.576
	51	Point	252	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	340	85	Not Decided	4	4	Not Decided	10.5	240007	486771	11918	41.594°	16.189	41.594
	52	Point	253	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	150	35	Not Decided	3.6	3.6	Not Decided	5	106238	21708	4983	41.972°	15.257	41.972
	53	Point	254	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	126	35	Not Decided	3.6	3.6	Not Decided	6.5	89240	180354	4194	41.991°	15.824	41.991
	54	Point	255	Turkish Off Turkey	Turkey	Adgean or	Cancelled	TECHNIP S.A.	TECHNIP S.A.	600	110	Not Decided	0	0	Not Decided	7	424953	858330	19973	41.986°	15.3</	

FDI	Shore	Project Name	Country	Project Status	Site Capacity	Property	Leaseholder	Device Type	Device Make/Model	Number of Devices	Device Rated	Seabed Lease Status	Seabed Fixation	Technology Status	Date	To be grid	Notes	Website	POINT_X	POINT_Y
42	Point	Punta Righini R.	Italy	Test Site & Proposal	0	400kwh/energy			R115	0				Large scale prototype	2013	NO		http://searctcity.com/	10,366	43,403
12	Point	EMEC Seatrcty	Scotland	Project complete	0	EMEC Seatrcty	EMEC Limited	B: Point absorber	Seatrcty: Oceanus	1	lease	lease		Large scale prototype	2012	NO	was test	http://www.bolkwave	-3,389	58,978
32	Point	Fab/est Fred Os	England, C	Project complete	0.24	Fab/est, Falmou	Falmouth Harb	B: Point absorber	Fred Olson, BOLT	1	0.24	lease	Floating (flexible mooring)	Large scale prototype	2012	NO	Replaced	http://www.aquamari	-4,989	50,108
9	Point	EMEC Aquamarin	Scotland	Operational	0.8	EMEC Billa Cro	EMEC Limited	C: Oscillating wa	Aquamarine Power: Oys	1	0.8	lease	pile mounted	Large scale prototype	2011	YES		http://www.pelamsw	-3,386	58,983
10	Point	EMEC Pelamis W	Scotland	Operational	0.75	EMEC Pelamis W	EMEC Limited	A: Attenuator	Pelamis: P2	1	0.75	lease		Large scale prototype	2010	YES		http://www.pelamsw	-3,384	58,981
11	Point	EMEC Pelamis R	Scotland	Operational	0.75	EMEC Billa Cro	EMEC Limited	A: Attenuator	Pelamis: P2	1	0.75	lease		Large scale prototype	2012	YES		http://www.pelamsw	-3,382	58,986
13	Point	EMEC Heko Oy	Scotland	Operational	0.5	EMEC Billa Cro	EMEC Limited	H: Rotating Mass	Weko Oy: Penguin	1	0.5	lease	Floating (flexible mooring)	Large scale prototype	2013	YES		http://www.welb.eu	-3,379	58,976
21	Point	Pornahaven, Isl	Denmark	Operational	0.08	Pornahaven, Isl	Wave Hub Limi	B: Point absorber	Waveyer: LIMPET	1	0.08	no agreement for lease		Part-scale / part-lunch	0	YES	Voith hyd	http://www.voith.com	-6,51	55,68
26	Point	Wave Hub Seatri	England, C	Operational	0.17	Wave Hub	Wave Hub Limi	B: Point absorber	Seatrcty: Oceanus 2	1	0.65	lease		Part-scale / part-lunch	2014	NO	First devi	http://www.seatrcty	-5,756	50,358
30	Point	Solly Airport WE	United Kn	In planning	0.45	Solly Airport WE	Wave Hub Limi	F: submerged pre	40South Energy: R115	3	0.15	no agreement for lease	Floating (flexible mooring)	Part-scale / part-lunch	0	YES	Test cam	http://www.40south	-6,29	49,91
3	Point	Brough Head (V)	Scotland	In development	200	Brough Head	Brough Head	C: Oscillating wa	Aquamarine Power: TBC	0		agreement for lease	pile mounted	Commercial Array	0	YES		http://www.aquamari	-3,32	59,1
7	Point	West Orkney So	Scotland	In development	40	West Orkney So	E.ON Climate &	A: Attenuator	Pelamis: PZE	10	1	agreement for lease	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	0	YES		http://www.enenerg	-3,454	58,992
8	Point	West Orkney So	Scotland	In development	40	West Orkney So	E.ON Climate &	A: Attenuator	Pelamis: PZE	10	1	agreement for lease	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	0	YES		http://www.enenerg	-3,453	58,992
18	Point	Berna	Scotland	In development	100	Harris Demonstr	EMEC Ltd	Wave energy co		0	N/A	agreement for lease	N/A	N/A	0	YES		http://www.emec.org	-7,262	57,874
19	Point	Harris Demonstr	Scotland	In development	100	Harris Demonstr	EMEC Ltd	Wave energy co		0	N/A	agreement for lease	N/A	N/A	0	YES		http://www.emec.org	-7,262	57,874
22	Point	South Pembroke	Wales, Pe	In development	0	South Pembroke	Wave Hub Limi			0		lease			0	YES		www.wavehub.co.uk	-5,116	51,421
23	Point	North Cornwall D	England, C	In development	0	North Cornwall D	Wave Hub Limi			0		lease			0	YES		www.wavehub.co.uk	-5,428	50,312
24	Point	Wave Hub Carm	England, C	In development	3	Wave Hub	Wave Hub Limi	Wave submerge	CETOS	3	1	lease	pile mounted	Demonstrator Array	2017	YES	Infrastruc	http://www.carnegie	-5,756	50,362
25	Point	Wave Hub Fortu	England, C	In development	10	Wave Hub	Wave Hub Limi	B: Point absorber	Seatrcty: Oceanus 2	10	1	lease			2016	YES	Infrastruc	http://www.fortum.co	-5,76	50,36
27	Point	Wave Hub Seatri	England, C	In development	9.74	Wave Hub	Wave Hub Limi	B: Point absorber	Seatrcty: Oceanus 2	59	0.65	lease			2016	YES	Infrastruc	http://www.seatrcty	-5,759	50,356
28	Point	Wave Hub Seatri	England, C	In development	10	Wave Hub	Wave Hub Limi	B: Point absorber	Seatrcty: Oceanus 2	250	0.04	lease			2015	YES	Infrastruc	http://www.smpybu	-5,755	50,354
29	Point	Wave Hub Simpl	England, C	In development	30	Pendean Array	Pendean Cons	B: Point absorber	Oceanus 2	180	0.17	no agreement for lease	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	2017	YES	Early sta	www.seatrcty.com	-5,7	50,16
38	Point	The Receptort	United Stat	Developing	1.5	Ocean Power Te		B: Point absorber	PB150 PowerBuoy	1					0				-124,284	43,712
41	Point	Lavagna Wave P	Italy	developing	0	owners of an off		B: Point absorber	40South Energy	0					0				9,326	44,303
39	Point	U.S., Oah	U.S.	Deployed	0.04	Northwest Energ		B: Point absorber	O.P.T Azura PowerBuoy	1					0				-157,744	21,474
40	Point	U.S., New	U.S.	Deployed	0	Ocean Power Te		B: Point absorber	APB350 A1 PowerBuoy	1					0				-74,196	39,407
34	Point	Agucaboura	Portugal P	Decommissioned	2.25	Portuguese Minis		Surface-floathin	Pelamis Wave Energy Co	3					0				-8,842	41,433
35	Point	Islay LIMPET	United Kn	Decommissioned	0.25	Islay LIMPET		Oscillating Water		0					0				-6,521	55,69
16	Point	Gakom	Scotland	Consented awaitin	10	Gakom	Lewis Wave P			0		agreement for lease			0	YES		http://www.aquamari	-6,48	58,42
17	Point	North-west Lewi	Scotland	Consented awaitin	30	North-west Lewi	Lewis Wave P	C: Oscillating wa	Aquamarine Power: Oys	50	0.8	agreement for lease	pile mounted	Demonstrator Array	0	YES	Connecti	http://www.aquamari	-6,588	58,378
33	Point	Fab/est OWEL	England, C	Consented awaitin	0.15	Fab/est, Falmou	Falmouth Harb	D: Oscillating Wat	OWEL: WEC	1	0.15	lease		Part-scale / part-lunch	0	NO		http://www.owel.co	-4,989	50,11
31	Point	Mutribu Breakwa	Spain, Mut	commissioned	0.3	Basque Energy		breakwater with	turbo generator set	16					0				-2,377	43,313
36	Point	SDE Sea Waves	Israel	commissioned	0.04	Israel company		horizontal buoys		0					0				34,773	32,1
0	Point	Aggr Wave pow	Cancelled	Cancelled	10	Aggr, South We	Aggr Wave Po	A: Attenuator	Pelamis: PZE	10	1	discontinued	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	0	YES		http://www.aggrwav	-1,439	59,612
1	Point	Costa Head Phas	Scotland	Cancelled	10	Costa Head	Costa Head W	E: Overlapping/T	ANIS Ocean Energy: AW	4	2.5	discontinued	Floating (flexible mooring)	Demonstrator Array	0	YES	Scoping r	http://sse.com/whaw	-3,279	59,22
2	Point	Costa Head Phas	Scotland	Cancelled	200	Costa Head	Costa Head W	E: Overlapping/T	ANIS Ocean Energy: AW	80	2.5	discontinued	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	0	YES	Scoping r	http://sse.com/whaw	-3,281	59,223
4	Point	Marwick Head	Scotland	Cancelled	49.5	Marwick Head	ScottishPower			0		discontinued	Commercial Array	Commercial Array	0	YES		http://www.scottishp	-3,401	59,087
5	Point	Marwick Head	Scotland	Cancelled	49.5	Marwick Head	ScottishPower			0		discontinued	Commercial Array	Commercial Array	0	YES		http://www.scottishp	-3,446	59,04
6	Point	West Orkney Jld	Scotland	Cancelled	40	West Orkney Jld	E.ON Climate &	A: Attenuator	Pelamis: PZE	0		discontinued			0	YES		http://www.enenerg	-3,442	58,038
14	Point	Farr Point phase	Scotland	Cancelled	10	Farr Point	Ocean Power	A: Attenuator	Pelamis: PZE	1	1	discontinued	Floating (flexible mooring)	Demonstrator Array	2017	YES	consent	http://www.pelamsw	-4,286	58,67
15	Point	Farr Point phase	Scotland	Cancelled	40	Farr Point	Ocean Power	A: Attenuator	Pelamis: PZE	1	1	discontinued	Floating (flexible mooring)	Commercial Array	0	YES	consent	http://www.pelamsw	-4,294	58,668
20	Point	Burrhead	Scotland	Cancelled	159	Burrhead, Moray	ANIS Ocean E			0		discontinued	Commercial Array	Commercial Array	0	YES		http://www.awsocsa	-3,673	57,702
37	Point	SNN Power wav	Greece, H	0/2			(single module)			1					0				25,156	35,352

Πίνακας 8 "WAVE_FARMS attribute table"

FD	Shape	id	Name	Property	Project Status	Site Capacity	Device Type	Device Make/Model	Number of Devices	Country	Leaseholder	Seabed Lease Status	Seabed Fixation	Device Rated Capacity (MW)	Technology Status	Date	Notes	Website	POINT X	POINT Y
1	Point	30	Seagen Kyle Rhea	Kyle Rhea	On hold	0	A: Horizontal Axis	Siemens: Seagen	4	Scotland	SeaGeneration	agreement for lease	pile mounted	2	0	YES		http://www.seag	57.241106	
2	Point	1	North Yell	Ness of Culivoe S	Operational	0.03	A: Horizontal Axis	Nova Innovation: Nova	1	Scotland	Nova Innovation	lease	0.03	0.03	2014	YES	http://www.nova	60.704238		
3	Point	2	Bhumul Sound	Bhumul Sound	Operational	0.5	A: Horizontal Axis	Nova Innovation: Nova	5	Scotland	Nova Innovation	agreement for lease	0.1	0.1	2018	YES	http://www.nova	60.699808		
4	Point	3	Lashy Sound Phase	Lashy Sound	In development	10	A: Horizontal Axis	Scott Renewables: SR	10	Scotland	Scott Renewables	agreement for lease	floating structure/2	2	2018	YES	http://www.scot	59.218715		
5	Point	4	Lashy Sound Phase	Lashy Sound	In development	20	A: Horizontal Axis	Scott Renewables: SR	20	Scotland	Scott Renewables	agreement for lease	floating structure/2	2	2019	YES	http://www.scot	59.218715		
6	Point	5	Westray south Phase	Westray South	In development	60	A: Horizontal Axis	ibc	0	Scotland	Westray South	Agreement for lease	Commercial Array	2	2020	YES	http://www.ibc	59.188881		
7	Point	6	Westray south Phase	Westray South	In development	140	A: Horizontal Axis	ibc	0	Scotland	Westray South	Agreement for lease	Commercial Array	2	2020	YES	The Co	59.188881		
8	Point	7	ENEc Alston	ENEc Fal of Wame	Operational	1	A: Horizontal Axis	Alston: DeepClean IV	1	Scotland	ENEc Limited	lease	pile mounted	1	2011	YES	http://www.alston	59.152961		
9	Point	8	ENEc Andritz Hydro	ENEc Fal of Wame	Operational	1	A: Horizontal Axis	Andritz Hydro Hammer	1	Scotland	ENEc Limited	lease	Seabed mounted/1	1	2011	YES	http://www.ham	59.152961		
10	Point	9	ENEc Sustainable M	ENEc Fal of Wame	In development	1	A: Horizontal Axis	SCHOTTEL Instream T	5	Scotland	ENEc Limited	lease	floating structure/1	0.2	2015	YES	http://www.sustabi	59.151545		
11	Point	10	ENEc OpenHydro	ENEc Fal of Wame	Operational	0.25	D: Enclosed Tide	OpenHydro: Open Can	1	Scotland	ENEc Limited	lease	pile mounted	0.25	2008	YES	http://www.open	59.150749		
12	Point	11	ENEc ScotRenewable	ENEc Fal of Wame	In construction	2	A: Horizontal Axis	Scott Renewables: SR	1	Scotland	ENEc Limited	lease	floating structure/2	2	2015	YES	http://www.scot	59.150041		
13	Point	12	ENEc ScotRenewable	ENEc Fal of Wame	Project complete	0.25	A: Horizontal Axis	Scott Renewables: SR	1	Scotland	ENEc Limited	lease	floating structure/1	0.25	2011	YES	http://www.scot	59.149598		
14	Point	13	ENEc Voth	ENEc Fal of Wame	Project complete	1	A: Horizontal Axis	Voth Hydro: Ry-Tide	1	Scotland	ENEc Limited	lease	pile mounted	1	2013	YES	http://www.voth	59.148713		
15	Point	14	ENEc Sustainable M	ENEc Fal of Wame	In construction	1.2	A: Horizontal Axis	SCHOTTEL Instream T	5	Scotland	ENEc Limited	lease	Taut mounted subm	0.24	2016	YES	http://www.sustabi	59.148094		
16	Point	15	ENEc Atlantis Reo	ENEc Fal of Wame	Project complete	0	G: Other/TBC	Atlantis Resources Co	1	Scotland	ENEc Limited	lease	Seabed mounted/1	1.5	2011	YES	AK1000	59.147386		
17	Point	16	ENEc Dhuwater TE	ENEc Fal of Wame	Consented awaiting	0	G: Other/TBC	Dynamic Cable - no tur	1	Scotland	ENEc Limited	lease	floating structure/1	N/A	0	NO		http://www.dhu	59.147172	
18	Point	17	Stonsay Frith	Stonsay Frith	In development	0	Total energy conv		0	Scotland	ENEc Ltd	agreement for lease	N/A	N/A	0	YES	http://www.ene	59.066411		
19	Point	18	ENEc Hauricity	ENEc Shapnasy S	Project complete	0.5	A: Horizontal Axis	Hauricity: Corliat	1	Scotland	ENEc Limited	lease	0.5	2013	NO		http://www.hauri	59.998772		
20	Point	19	ENEc Hauricity	ENEc Shapnasy S	Project complete	0	E: Archimedes S	Funil	1	Scotland	ENEc Limited	lease	0	2015	NO		http://www.funil	59.9871		
21	Point	20	ENEc Hagabales	ENEc Shapnasy S	Project complete	0	A: Horizontal Axis	Hagabales: ATR	1	Scotland	ENEc Limited	lease	0	2011	NO		http://www.hauri	59.9871		
22	Point	21	Brims Tidal Array ph	Brims Tidal Array	In development	60	G: Other/TBC	OpenHydro: Open Can	0	Scotland	Brims Tidal Arr	Agreement for Lease	Commercial Array	2019	YES		http://www.brims	59.748816		
23	Point	22	Brims Tidal Array ph	Brims Tidal Array	In development	200	G: Other/TBC	OpenHydro: Open Can	0	Scotland	Brims Tidal Arr	Agreement for Lease	Commercial Array	2023	YES		http://www.brims	59.748816		
24	Point	23	Seagen Brough Nes	Brough Ness	On hold	99	A: Horizontal Axis	Siemens: TBC	0	Scotland	Sea Generation	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.mar	56.720916		
25	Point	24	Maygen Pentland Fr	Inner Sound	Consented awaiting	3	A: Horizontal Axis	Andritz Hydro Hammer	2	Scotland	Maygen Limited	lease	1.5	2016	YES		http://www.may	56.661004		
26	Point	25	Maygen Pentland Fr	Inner Sound	Consented awaiting	6	A: Horizontal Axis	Andritz Hydro Hammer	4	Scotland	Maygen Limited	lease	Seabed mounted/1	1.5	2016	YES		http://www.may	56.661019	
27	Point	26	Maygen Pentland Fr	Inner Sound	Consented awaiting	80	A: Horizontal Axis	TBC	57	Scotland	Maygen Limited	lease	Commercial Array	0	YES		http://www.may	56.66003		
28	Point	27	Maygen Pentland Fr	Inner Sound	Consented awaiting	309	A: Horizontal Axis	TBC	208	Scotland	Maygen Limited	lease	Commercial Array	0	YES		http://www.may	56.659057		
29	Point	28	Ness of Duncansby	Ness of Duncansby	In development	0	G: Other/TBC		0	Scotland	ScottishPower	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.scot	56.656933		
30	Point	29	GSK Montrose tidal	GSK Montrose tidal	In development	65	G: Other/TBC		15	Scotland	ScottishPower	no agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.scot	56.656136		
31	Point	30	Sound of Islay	Sound of Islay	Cancelled	0.75	A: Horizontal Axis	Swan Turbines: Cymel	10	Scotland	ScottishPower	agreement for lease	Ballast	0.05	0	YES	This proj	http://www.swa	56.709024	
32	Point	31	Sound of Islay	Sound of Islay	Consented awaiting	10	G: Other/TBC		10	Scotland	ScottishPower	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.scot	56.68824	56.641689	
33	Point	32	Islay Demonstration	Islay Demonstration	In development	100	G: Other/TBC		0	Scotland	ScottishPower	agreement for lease	N/A	N/A	0	YES	http://www.ene	56.556949	56.704281	
34	Point	33	Islay Tidal Energy	Islay Tidal Energy	In development	100	G: Other/TBC	ibc	0	Scotland	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	2017	YES		http://www.west	56.619181	56.667678	
35	Point	34	Mull of Kintyre phas	Mull of Kintyre phas	Consented awaiting	0.5	A: Horizontal Axis	Hauricity: Corliat	3	Scotland	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.west	56.619181	56.667678	
36	Point	35	Mull of Kintyre phas	Mull of Kintyre phas	In development	3	A: Horizontal Axis	Hauricity: Corliat	6	Scotland	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.west	56.619181	56.667678	
37	Point	36	Torr Head	Torr Head	In development	100	In development	G: Other/TBC	0	Northern	Tidal Ventures	agreement for lease	Commercial Array	0	YES		http://www.naur	56.314829	55.314829	
38	Point	37	Fair Head Phase 1	Fair Head	In development	90	A: Horizontal Axis	ibc	0	Northern	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	2018	YES	Planning	http://www.tidal	6.053794	55.220101	
39	Point	38	Fair Head Phase 2	Fair Head	In development	90	A: Horizontal Axis	ibc	0	Northern	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	2020	YES	Planning	http://www.tidal	6.053794	55.220101	
40	Point	39	Mull of Galloway	Mull of Galloway	In development	30	A: Horizontal Axis	A: Horizontal Axis Tur	30	Northern	DP Marine Ener	agreement for lease	Commercial Array	2020	YES	Planning	http://www.fairh	6.094653	55.231678	
41	Point	40	Minissto Strangford	Strangford Lough	Operational	0.03	F: Tidal Kite	Deep Green Utility - DG	1	Northern	Minissto UK Lim	lease	Part-scale / part-junct	0.03	2012	NO		http://www.mini	4.834832	54.616727
42	Point	41	Seagen Strangford	Seagen, Strangford	Operational	1.2	A: Horizontal Axis	Siemens: Seagen	1	Northern	Sea-Generation	lease	pile mounted	1.2	2008	YES		http://www.seag	5.569033	54.816513
43	Point	42	Seagen Strangford	Strangford Lough A	On hold	20	A: Horizontal Axis	Siemens MCT: Seagen	20	Northern	Marine Current	agreement for lease	Commercial Array	1	2018	YES		http://www.mar	5.569033	54.816513
44	Point	43	Humber Pulse Tidal	Humber Pulse Tidal	Decommissioned	0.1	G: Other/TBC	Pulse Tidal: Pulse Str	0	England	Marine Current	agreement for lease	Part-scale / part-junct	0.1	2011	YES		http://www.mar	5.569033	54.816513
45	Point	44	Holyhead deep	Holyhead deep	On hold	10	F: Tidal Kite	Deep Green Utility - DG	5	Wales, A	Sea Generation	agreement for lease	pile mounted	2	2019	YES		http://seagenwal	4.598652	53.420153
46	Point	45	Holyhead deep	Holyhead deep	In development	10	F: Tidal Kite	Deep Green Utility - DG	20	Wales, A	Minissto UK Ltd	agreement for lease	Commercial Demonstr	2019	YES	This proj	http://www.mini	4.750879	53.316388	
47	Point	46	St David's Head	St David's Head (P)	In development	120	G: Other/TBC	TBC	9	Wales, P	Meriter UK Cy	lease	Large scale prototype	0	YES		http://www.tidal	4.708318	53.252716	
48	Point	47	St David's Head	St David's Head (P)	In development	12	A: Horizontal Axis	Tidal Energy Limited: D	9	Wales, P	Meriter UK Cy	lease	Large scale prototype	0	YES		http://www.tidal	4.708318	53.252716	
49	Point	48	Ramsay Sound	Ramsay Sound	Operational	1.2	A: Horizontal Axis	Tidal Energy Limited: D	10	Wales, P	Meriter UK Cy	lease	Large scale prototype	0	YES	Applicat	http://www.tidal	5.320225	51.880618	
50	Point	49	Swansea Bay Tidal	Swansea Bay Tidal	Consented awaiting	320	A: Tidal Lagoon	TBC	16	Wales, G	Tidal Energy Li	Lease	Large scale prototype	400kW	2015	YES	Consent	http://www.tidal	5.320225	51.880618
51	Point	50	Cardiff Tidal Lagoon	Cardiff Tidal Lagoon	In Planning	2800	A: Tidal Lagoon	TBC	90	Wales, G	Tidal Energy Li	Lease	Tidal Lagoon	20+	2018	YES		http://www.tidal	3.901436	51.880618
52	Point	51	Lynmouth Pulse Str	Lynmouth Pulse Str	Cancelled	0	G: Other/TBC	Pulse Tidal: Pulse Str	0	England	Wales, G	no agreement for lease	N/A	TBC	0	YES	Planning	http://www.tidal	3.901436	51.880618
53	Point	52	North Devon Demon	North Devon Demon	In development	0	G: Other/TBC	TBC	0	England	Wales Hub Ltd	lease	Large scale prototype	1.2	2017	YES		http://www.wale	3.849256	51.246366
54	Point	53	Portland Bill tidal	Portland Bill	In development	30	A: Horizontal Axis	Siemens MCT: Seagen	30	England	Marine Current	Agreement for Lease	Commercial Array	1	2014	YES	The Co	http://www.mar	2.452323	50.481834
55	Point	54	PTC	Solent Ocean Energy	In planning	30	G: Other/TBC	TBC	0	England	Marine Current	Agreement for Lease	Commercial Array	1	2014	YES		http://www.mar	2.452323	50.481834
56	Point	55	Sanda Sound	Sanda Sound	Operational	0.1	A: Horizontal Axis	Evopod: E35-01	1	Scotland	ibc of Weight Co	agreement for lease	Commercial Demonstr	2018	YES		http://penultus	-1.274646	50.527289	
57	Point	56	Shiva Lake Tidal Ph	Korea Water Resou	Operational	254	Tidal barrage	25.4 MW submerged b	10	South Ko	Oceanflow De	Lease	Large scale prototype	0.035	2014	YES	http://www.ocea	-5.592822	55.302096	
58	Point	57	Rance Tidal Power	Elecrite de Franc	Operational	240	Tidal barrage		24	France			floating (flexible m	0.035	2018	YES		126.612326	37.313385	
59	Point	58	Annapolis Royal Ge	Nova Scotia Power	Operational	20	Tidal barrage		2	Canada				0	0	0		-46.517245	44.752045	
60	Point	59	Kislaya Guba Tidal P	Rushydro	Operational	1.7	Tidal barrage		5	Russia, W				0	0	0		121.240177	28.342755	
61	Point	60	Kislaya Guba Tidal P	Rushydro	Operational	3.2	Tidal barrage		2	Russia, K				0	0	0		33.073853	69.376977	
62	Point	61	Uldimok Tidal Powe		Operational	1.5	Total stream gene		0	South Ko				0	0	0		126.235096	34.536333	
63	Point	62	Eastern ScheldtP&F		Operational	1.25			0	Netherlands				0	0	0		3.692987	51.605821	

Πίνακας 9 "TIDAL_FARMS attribute table "

5.3.4. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΗΜΕΙΩΝ

Για τον πιο εύκολο εντοπισμό των έργων γαλάζιας ενέργειας και το διαχωρισμό τους ανάλογα με το είδος, το πρόγραμμα ορίζει ως default μία μικρή κουκίδα διαφορετικού χρώματος ανάλογα με το Layer που απεικονίζει. Ωστόσο δίνεται μία πληθώρα επιλογών που επιτρέπουν η ένδειξη αυτή να αλλάξει μέγεθος, χρώμα, σχήμα και πολλές άλλες. Στη παρούσα εργασία, καθώς δε βρέθηκε κάποιο σύμβολο από το ευρετήριο του προγράμματος που να απεικονίζει τις κατηγορίες των έργων γαλάζιας ενέργειας, εισάγονται τέσσερις νέες εικόνες σε μορφή .png ή .jpg και προσαρμόζονται κατάλληλα σε μέγεθος.

WIND FARMS (Operating):



Wind Mediterranean (non Operating):



WAVEFARMS:



TIDALFARMS:



Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι:

-Επιλογή (διπλό κλικ) του Layer που θα αλλαχθεί το σύμβολο.

-Symbology

-Features

-Single Symbol

-Symbol

-Edit Symbol

-Picture Marker Symbol

-Επιλογή (διπλό κλικ) της αντίστοιχης εικόνας

-Size: 18

Σημειωτέον είναι το γεγονός ότι το μέγεθος του συμβόλου αφορά την προεπισκόπηση στην οθόνη και κατ' επέκταση και στην εκτύπωση και παραμένει σταθερό ανεξαρτήτου κλίμακας που προβάλλεται ο χάρτης. Αυτό σημαίνει πως η επιλογή του κατάλληλου μεγέθους εξαρτάται από την επιθυμητή κλίμακα της εκτύπωσης.



Εικόνα 55 Ενδεικτική απεικόνιση του τρόπου προβολής των συμβόλων στο χάρτη

Χρήσιμη δυνατότητα του προγράμματος είναι και η προβολή ετικέτας πάνω σε κάθε σημείο του χάρτη που θα μπορούσε να περιγράψει οποιαδήποτε από τις πληροφορίες που περιλαμβάνει ο πίνακας με τα δεδομένα του. Χρησιμότερο ίσως να ήταν το όνομα του έργου. Στη παρούσα εργασία για λόγους ευκρίνειας των αποτελεσμάτων δεν επιλέγεται η προβολή κάποιας ετικέτας.

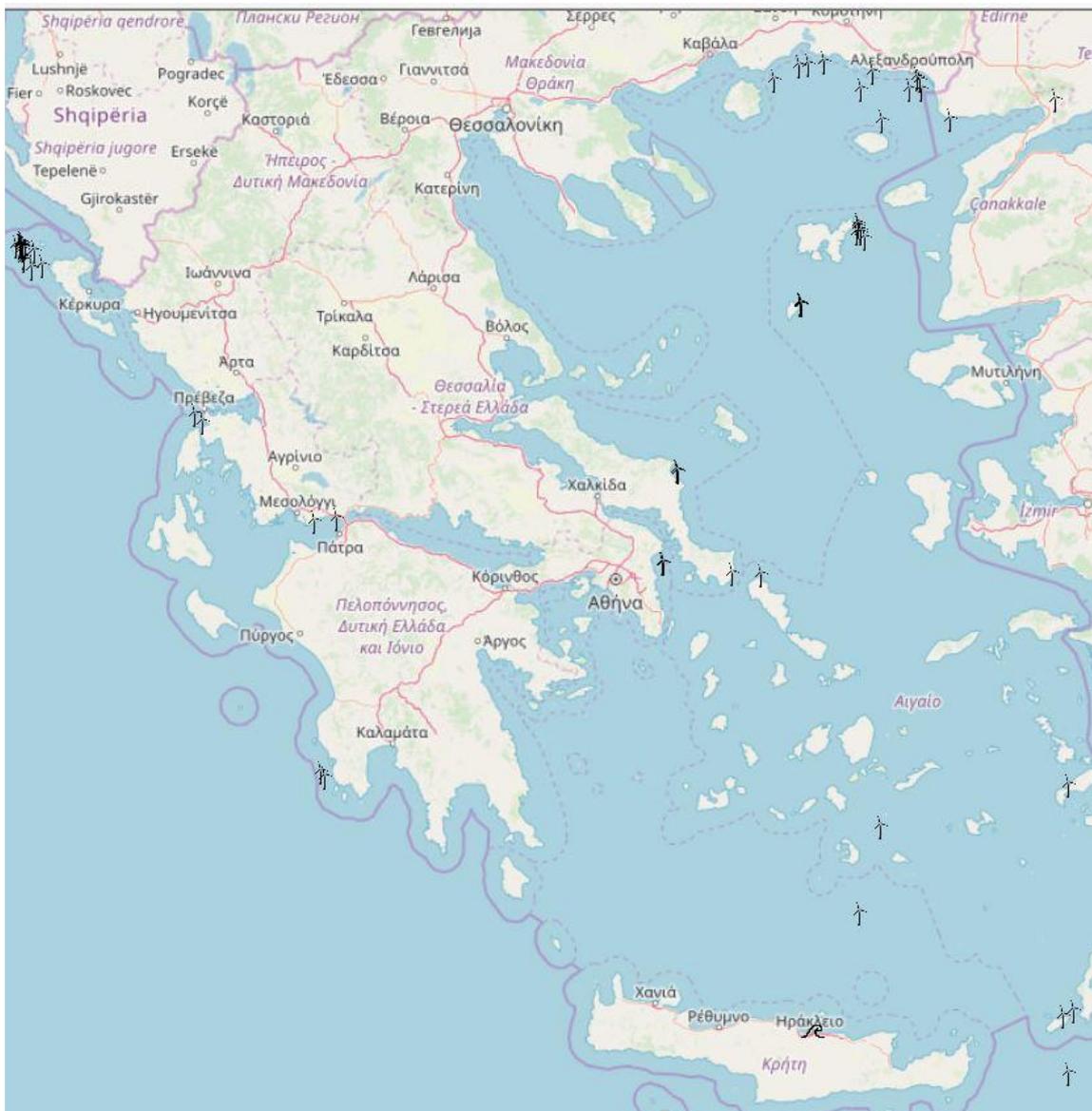
6. ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ

6.1. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΩΣ ΕΙΚΟΝΑ

Στη φάση πλέον αυτή έχουν τοποθετηθεί όλα τα έργα γαλάζιας ενέργειας παγκοσμίως με έναν ευδιάκριτο τρόπο και με όλες τις πληροφορίες που υπάρχουν διαθέσιμες.

Το πρόγραμμα παρέχει δυνατότητες όπως:

- Εστίασης σε μία περιοχή και προβολή όλων των έργων γαλάζιας ενέργειας.



Εικόνα 56 Χάρτης γαλάζιας ενέργειας Ελλαδικού χώρου

- προεπισκόπηση του παγκόσμιου χάρτη με όλα τα έργα

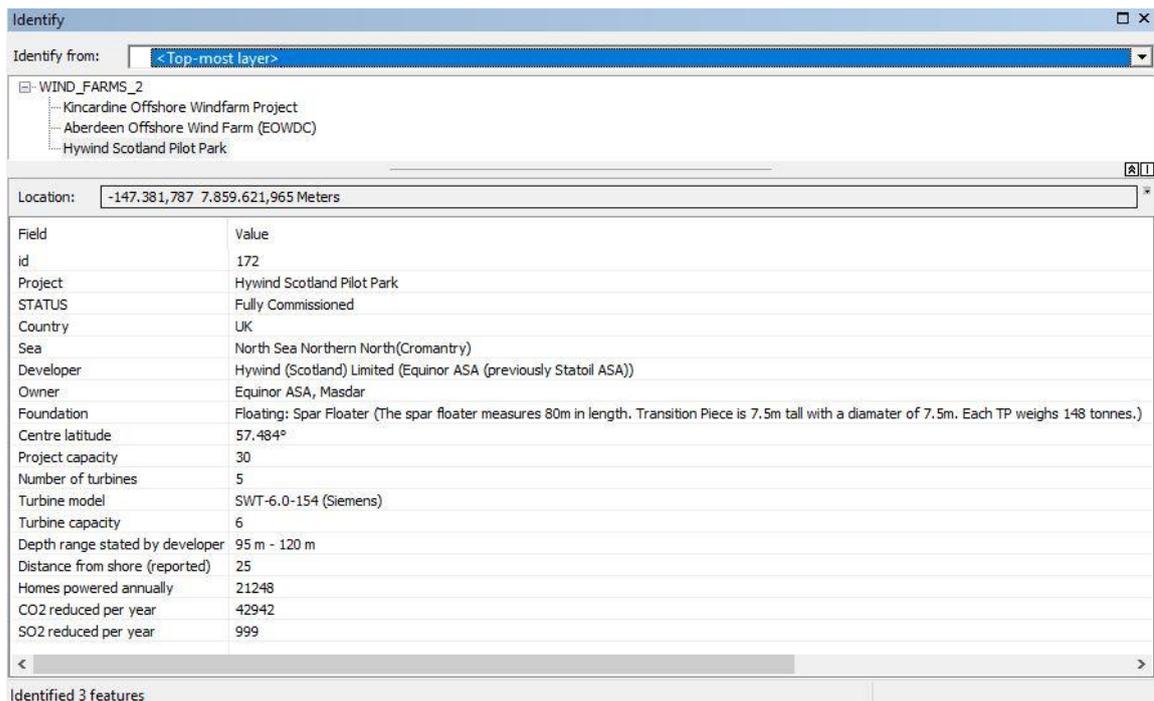


Εικόνα 57 Παγκόσμιος χάρτης γαλάζιας ενέργειας

- επιλογής μίας ή περισσότερων κατηγοριών έργων για προεπισκόπηση
- επιλογής ενός έργου που φαίνεται στον προβαλλόμενο χάρτη και εμφάνιση όλων των δεδομένων του. Αυτό πραγματοποιείται είτε μέσω της εντολής "popup" για ένα έργο είτε με την εντολή "information" για ένα ή περισσότερα έργα, πχ για μία περιοχή.

Beatrice	
id	173
Project	Beatrice
STATUS	Partial Generation/Under Construction
Country	UK
Sea	North Sea Northern North(Cromantry)
Developer	Beatrice Offshore Windfarm Limited
Owner	Copenhagen Infrastructure Partners, SSE Renewables , Red Rock Power Limited
Foundation	Grounded: Jacket (Piled) (The 4-legged jackets measure between 68 and 81m high and weigh an average of around 1,000 to 1,150 tons.)
Centre latitude	58.254°
Project capacity	588
Number of turbines	84
Turbine model	SWT-7.0-154 (Siemens Gamesa)
Turbine capacity	7
Depth range stated by developer	35 m - 55 m
Distance from shore (reported)	13,5
Homes powered annually	416454
CO2 reduced per year	841654
SO2 reduced per year	19573

Εικόνα 58 Πληροφορίες έργου με εντολή "popup"



Εικόνα 59 Πληροφορίες 3 έργων με εντολή "information"

- Μία πολύ χρήσιμη δυνατότητα είναι ο εντοπισμός στο χάρτη ενός πάρκου που επιλέγεται από τον πίνακα δεδομένων "Layer attribute table" του Layer – κατηγορία γαλάζιας ενέργειας που ανήκει. Αφού ανοίξει ο πίνακας δεδομένων (Open Attribute Layer), επιλέγεται κάποιο πάρκο (γραμμή του πίνακα) και με την εντολή "Zoom to" το πρόγραμμα εστιάζει το χάρτη στο σημείο όπου βρίσκεται το έργο που επιλέχθηκε.

- Κυρίως όμως της εξαγωγής εκτυπώσιμου χάρτη της επιθυμητής περιοχής, σε πλήρη ανάλυση, με όλα τα σημεία που απαιτούνται και με ένα πλήθος πληροφοριών που απαιτεί ένας χάρτης όπως κλίμακα, πλέγμα γεωγραφικών συντεταγμένων, ένδειξη του βορά, τίτλο, κείμενο, ίσως κάποια επιπρόσθετη εικόνα κ.α.

Η διαδικασία για το σχεδιασμό ενός εκτυπώσιμου χάρτη είναι:

-Εστιάζεται ο χάρτης στην επιθυμητή εκτυπώσιμη περιοχή.

-Επιλέγονται τα έργα που πρέπει να φαίνονται (όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου).

-Επιλέγεται το "Layout View"

-Properties

-Size and Position

-Επιλέγεται η κλίμακα ως προς την εικόνα στην οθόνη και ο τρόπος προβολής οριζόντια ή κατακόρυφα.

-OK και επιστροφή στο "Layout View"

-Insert

-Title

-Scalebar

Τέλος για την αποθήκευση του χάρτη ως αρχείο ArcGIS με δυνατότητα επεξεργασίας στο μέλλον

-File

-Save As

-Όνομα χάρτη

Ενώ για εξαγωγή χάρτη

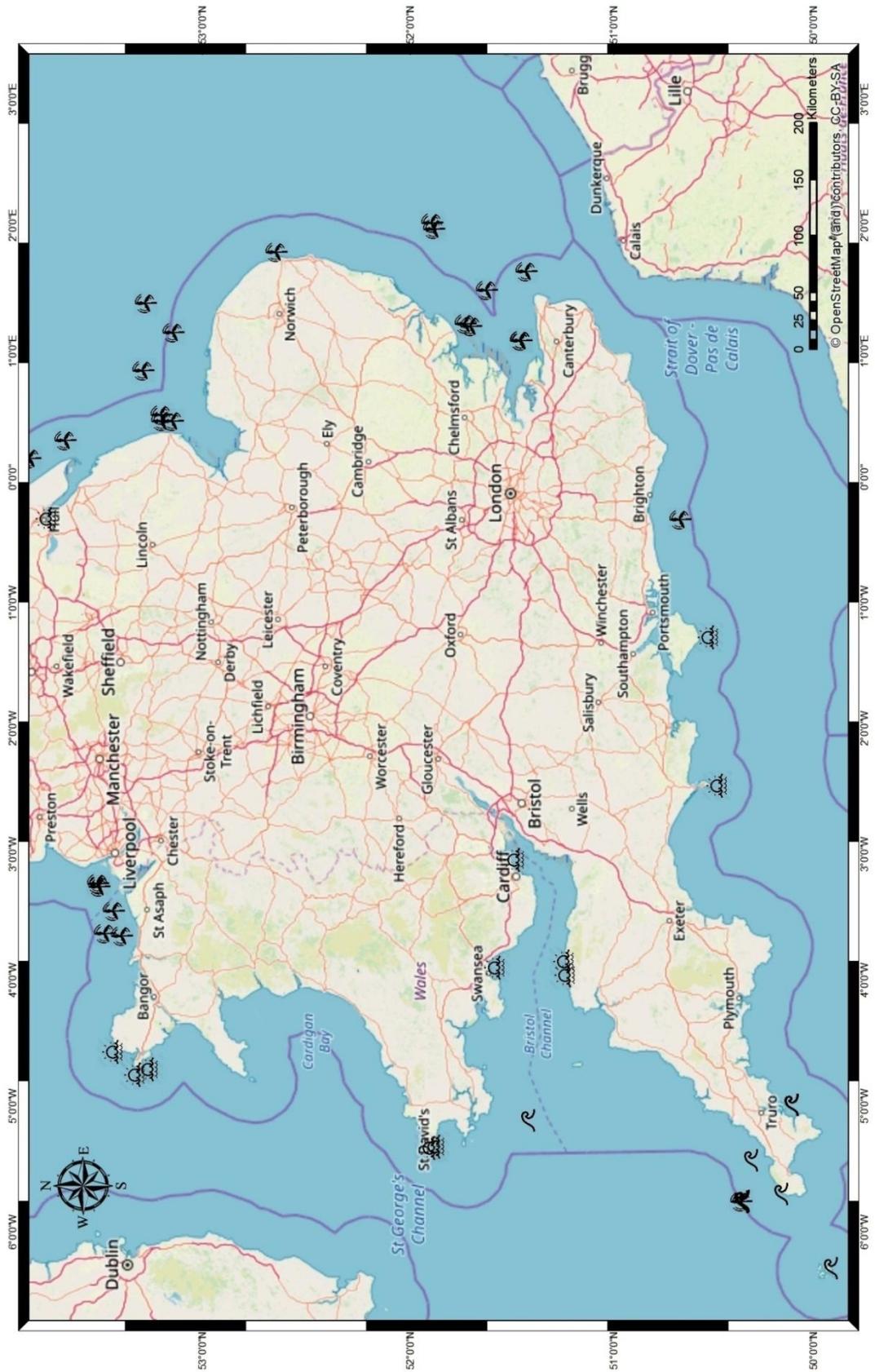
-File

-Export Map

-Όνομα χάρτη

Αυτός είναι και ο τελικός εκτυπώσιμος χάρτης.

Wind, Wave & Tidal Farms in South U.K.



Εικόνα 60 Τελικός εκτυπώσιμος χάρτης

6.2. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πολύ βασική λειτουργία που παρέχει το πρόγραμμα πλέον της εξαγωγής εκτυπώσιμου χάρτη που αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι η σύγκριση πληροφοριών μέσω της εντολής "Query" και ο διαχωρισμός των έργων που καταχωρήθηκαν βάσει των χαρακτηριστικών τους.

Για παράδειγμα μπορεί να γίνει διαχωρισμός και εντοπισμός στο χάρτη των θαλάσσιων αιολικών πάρκων που βρίσκονται στην Αγγλία, έχουν μερική παραγωγή ενέργειας, η ονομαστική τους ισχύς είναι πάνω από 100MW και έχουν περισσότερες από 100 τουρμπίνες.

Αυτό επιτυγχάνεται ως ακολούθως:

-Επιλογή (διπλό κλικ) του Layer με την κατηγορία έργων προς επεξεργασία

-Definition Query

-Query Builder

"Country_1" = 'UK'

AND

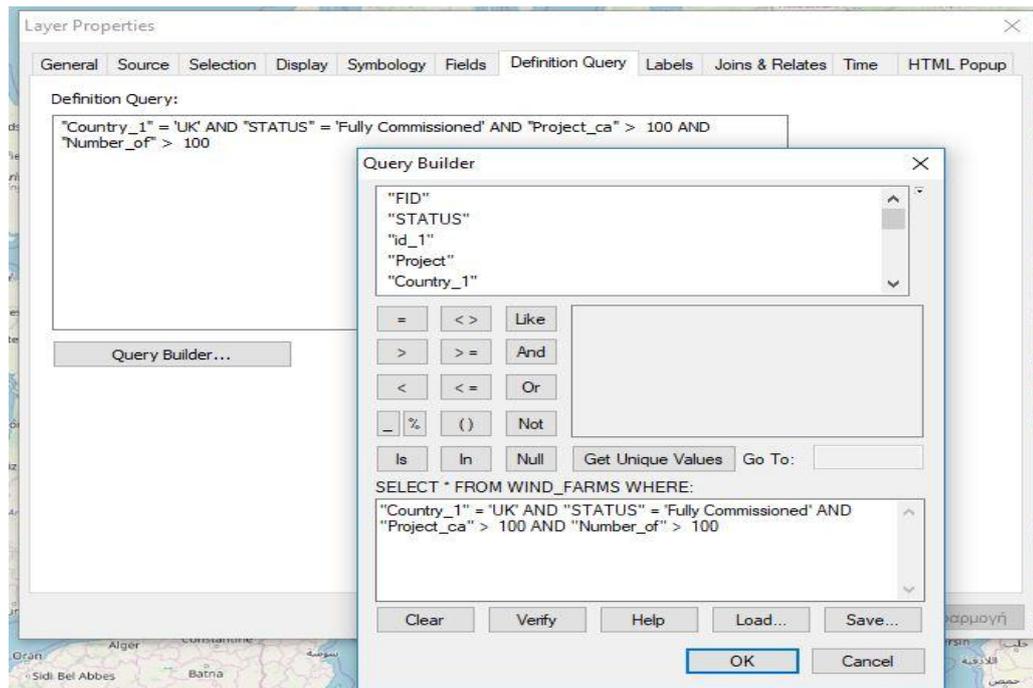
"STATUS" = 'Fully Commissioned'

AND

"Project_ca" > 100

AND

"Number_of" > 100



Εικόνα 61 "Query Builder"

Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η προβολή στο χάρτη μόνο των έργων: θαλάσσια αιολικά πάρκα παγκοσμίως που πληρούν τα προαναφερόμενα κριτήρια.

Οι υπόλοιπες κατηγορίες έργων γαλάζιας ενέργειας υπάρχει δυνατότητα να εμφανίζονται στο χάρτη στο σύνολό τους, να μην εμφανίζονται καθόλου ή αποκλειόμενες την ίδια διαδικασία να εμφανίζονται μερικώς σύμφωνα με τα κριτήρια που θα οριστούν.



Εικόνα 62 Χάρτης έργων γαλάζιας ενέργειας με επιλογή κριτηρίων

Επιπροσθέτως ο πίνακας που συνοδεύει το Layer με επιλογή κριτηρίων, πλέον θα εμφανίζει μόνο τα έργα που ικανοποιούν τα κριτήρια.

WIND_FARMS												
	FID	Shape	Project Status	id	Project Name	Country	Sea	Developer	Owner	Project capacity	Number of turbines	Turbine model
▶	100	Point	Fully Commissioned	133	Rampion	UK	English Ch	E.ON Climate &	Green Inves	400,2	116	V112-3.45 MW Off
	102	Point	Fully Commissioned	137	London Array	UK	North Sea	London Array O	Ørsted A/S	630	175	SWT-3.6-120 (Siem
	105	Point	Fully Commissioned	140	Greater Gabbra	UK	North Sea	Greater Gabbra	Innogy SE,	504	140	SWT-3.6-107 (Siem
	125	Point	Fully Commissioned	152	Gwynt y Môr	UK	Irish Sea	Gwynt y Mor Of	Stadtwerke	576	160	SWT-3.6-107 (Siem
	128	Point	Fully Commissioned	157	West of Duddo	UK	Irish Sea	West of Duddon	ScottishPo	389	108	SWT-3.6-120 (Siem

Turbine capacity	Foundation	Depth range	Distance from shore	Homes powered	CO2 reduced	SO2 reduced	Centre latitude (reported)	POINT X	POINT Y
3,45	Grounded: Monopil	19 m - 40 m	13	283444	572840	13322	50.868°	-0.338	50.868
3,6	Grounded: Monopil	0 m - 25 m	20	446201	901772	20971	51.627°	1.484	51.627
3,6	Grounded: Monopil	20 m - 32 m	36	356961	721418	16777	51.884°	1.971	51.885
3,6	Grounded: Monopil	12 m - 28 m	16	407955	0	19174	53.459°	-3.627	53.459
3,6	Grounded: Monopil	18 m - 23 m	15	275511	556808	12949	53.984°	-3.463	53.984

Πίνακας 10 "WIND_FARMS attribute table " με επιλογή κριτηρίων

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας την ερευνά αυτή υπάρχει πλέον διαθέσιμη, μία συγκεντρωτική καταγραφή και χωροθέτηση όλων των έργων γαλάζιας ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο συνοδευόμενα από μια βάση δεδομένων με όλες τις πληροφορίες που τα αφορούν.

Ο ηλεκτρονικός χάρτης που έχει δημιουργηθεί αποτελεί μία πρώιμη προσπάθεια δημιουργίας μίας πηγής δεδομένων και πληροφοριών που αφορούν τη γαλάζια ενέργεια ανεξάρτητη από οργανισμούς ή εταιρίες, που θα μπορούσε να είναι ελεύθερη προς όλους τόσο για να λαμβάνονται πληροφορίες και στοιχεία για τα υπάρχοντα έργα όσο και για να καταχωρούνται στοιχεία για υπάρχοντα ή και μελλοντικά.

Το έργο αυτό θα έχει αποτέλεσμα διεθνείς φορείς, οργανισμοί, υπηρεσίες ή και εταιρίες που δραστηριοποιούνται πάνω στη γαλάζια ενέργεια ή ενδιαφέρονται να επενδύσουν σε αυτή να έχουν άμεσα προσβάσιμα και πλήρη δεδομένα, διευκολύνοντας έτσι την έρευνα και την ανάπτυξη του κλάδου αλλά και το επενδυτικό ενδιαφέρον για αυτόν.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[¹] Antonia V. Herzog Timothy E. Lipman Daniel M. Kammen. “*Renewable Energy Sources*”

[²] European Wind Energy Association (EWEA), 2009. “*The European offshore wind industry – key trends and statistics.*” Available online: <http://www.ewea.org>

[³] European Wind Energy Association (EWEA), 2016. “*The European offshore wind industry – key trends and statistics.*” Available online: <http://www.ewea.org>

[⁴] www.wikipedia.org

[⁵] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας: www.rae.gr

[⁶] <http://www.emec.org.uk/marine-energy/>

[⁷] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_wave_energy_resource_map.png

[⁸] https://en.wikipedia.org/wiki/Wave_power

[⁹] <http://news.bbc.co.uk/>

[¹⁰] https://en.wikipedia.org/wiki/Wave_farm

[¹¹] <http://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>

[¹²] www.eonenergy.com

[¹³] <https://www.oceanpowertechnologies.com/>

[¹⁴] www.aquamarinepower.com

[¹⁵] <http://www.emec.org.uk/about-us/wave-clients/scottishpower-renewables>

[¹⁶] <http://www.seatricity.net/>

[¹⁷] www.corpowerocean.com

[¹⁸] <https://wello.eu/Espoo>