

Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ»



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΤΣΑΚΑΛΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (Α.Μ.: 40377)

ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (Α.Μ.: 40877)

ΣΠ. ΕΤΟΣ: 2015-2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
1. ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΩΝ.....	9
1.1. ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	9
1.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	12
1.3. ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ	15
1.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΔΥΝΑΜΗΣ.....	30
2.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	30
2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ.....	34
2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ.....	54
2.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	65
2.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΟΣΜΩΣΗΣ.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
3. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	72
3.1. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	72
3.2. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	73
3.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	74
3.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά την οικογένεια μου για την υπομονή και συμπαράσταση μου που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων. Θέλω επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Μανουσάκη Νικόλαο για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε με την ανάθεση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της και για την άψογη συνεργασία που είχαμε.

Τσάκαλης Βασίλειος & Αθανασούλας Αλέξανδρος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή αναφερόμαστε στις συσκευές και στις μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ενέργειας των θαλασσών. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην επιστήμη της θάλασσας όπου βλέπουμε την επιστήμη της ωκεανογραφίας, τις φυσικές έννοιες του νερού αλλά και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν και δημιουργούν την κίνηση των θαλασσών. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω θαλάσσιας δύναμης καθώς και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνε ώστε να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Αυτές οι μέθοδοι είναι η παραγωγή μέσω θαλάσσιων ρευμάτων, η παραγωγή μέσω παλίρροιας, η παραγωγή μέσω θαλάσσιων κυμάτων, η παραγωγή μέσω θαλάσσιας θερμικής ενέργειας και η παραγωγή μέσω όσμωσης. Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η χρήση της συγκεκριμένης ενέργειας ανά τον πλανήτη αλλά και τα οφέλη και η επιπτώσεις από την χρήση της και τελειώνει με κάποια συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά : ηλεκτρική ενέργεια , υδατογεννητρια , παλιρροιακό κύμα ,αλατοτητα

ABSTRACT

In this paper we refer to apparatus and methods of electricity generation by means of marine energy. In the first chapter we refer to marine science where we see the science of oceanography, physical concepts of water and environmental factors that influence and create the movement of the seas. The second chapter presents the electricity production methods through sea power and the technology used to produce electricity. These methods are the production by marine currents, production by tides, production by marine waves, production by ocean thermal energy and production by osmosis. The third chapter discusses the use of this energy around the planet but also the benefits and consequences of its use and it ends with some conclusions.

Key words: electrical energy, hydro-generator , tidal waves, salinity

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θαλάσσια Ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια ή θαλάσσια δύναμη (επίσης μερικές φορές αναφέρεται ως ενέργεια των ωκεανών, δύναμη των ωκεανών ή θάλασσα, και υδροκινητική ενέργεια) αναφέρεται στην ενέργεια που μεταφέρεται από τα κύματα του ωκεανού, τις παλίρροιες, την αλατότητα και τις διαφορές της θερμοκρασίας των ωκεανών. Η κίνηση του νερού στους ωκεανούς του κόσμου δημιουργεί ένα τεράστιο απόθεμα κινητικής ενέργειας, ή ενέργειας σε κίνηση. Αυτή η ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να ηλεκτροδοτήσει τα σπίτια, τις μεταφορές και τις βιομηχανίες.

Ο όρος θαλάσσια ενέργεια περιλαμβάνει τόσο την κυματική ενέργεια - ενέργεια από επιφανειακά κύματα, όσο και την παλιρροϊκή ενέργεια - που έχει αποκτηθεί από την κινητική ενέργεια των μεγάλων κινούμενων σωμάτων του νερού. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια δεν είναι μια μορφή θαλάσσιας ενέργειας, καθώς η αιολική ενέργεια προέρχεται από τον άνεμο, ακόμη και αν οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται εντός των θαλάσσιων περιοχών.

Οι ωκεανοί έχουν ένα τεράστιο ποσό ενέργειας και βρίσκονται κοντά σε πολλούς, αν και όχι πληθυσμούς με μεγάλη πυκνότητα. Η ωκεάνια ενέργεια έχει τη δυνατότητα να παρέχει ένα σημαντικό ποσό των νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλο τον κόσμο.

Μορφές της Ενέργειας των Ωκεανών

Οι ωκεανοί αντιπροσωπεύουν μια τεράστια και σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτη πηγή ενέργειας με τη μορφή των επιφανειακών κυμάτων, τη ροή υγρών, την περιεκτικότητα σε αλάτι, και τη θερμική ενέργεια.

Η θαλάσσια ενέργεια που αξιοποιείται στα παγκόσμια ύδατα, περιλαμβάνει έργα που χρησιμοποιούν τις ακόλουθες διατάξεις:

- Μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων στις ανοικτές παράκτιες περιοχές με σημαντικά κύματα.
- Γεννήτριες παλιρροϊκής ενέργειας τοποθετημένες σε παράκτιες περιοχές και εκβολές ποταμών.
- Ατμοστροβίλους σε ποτάμια με γρήγορη ροή.
- Γεννήτριες ωκεάνιων ρευμάτων σε περιοχές με ισχυρά θαλάσσια ρεύματα.
- Μετατροπείς θερμικής ενέργειας των ωκεανών σε βαθιά τροπικά ύδατα.

Θαλάσσια παραγωγή ρεύματος

Τα ισχυρά ρεύματα των ωκεανών παράγονται από ένα συνδυασμό της θερμοκρασίας, του ανέμου, της αλατότητας, της βαθυμετρίας, και της περιστροφής της γης. Ο ήλιος ενεργεί ως πρωταρχική κινητήρια δύναμη, προκαλώντας ανέμους και διαφορές θερμοκρασίας. Επειδή υπάρχουν μόνο μικρές διακυμάνσεις στην τρέχουσα ταχύτητα και τη θέση των ρευμάτων, χωρίς αλλαγές κατεύθυνσης, τα ωκεάνια ρεύματα μπορεί να είναι κατάλληλες τοποθεσίες για εγκαταστάσεις απαγωγής ενέργειας, όπως οι υδατογεννήτριες.

Τα ωκεάνια ρεύματα είναι καθοριστικής σημασίας για τον καθορισμό του κλίματος σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Ενώ λίγα είναι γνωστά σχετικά με τις επιπτώσεις της κατάργησης των ωκεάνιων ρευμάτων ενέργειας, οι επιπτώσεις της απελευθέρωσης της τρέχουσας ενέργειας στο περιβάλλον μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα προβλήματα των τουρμπίνων με κοφτερή λεπίδα, της εμπλοκής των θαλάσσιων οργανισμών και των επιπέδων ηχορύπανσης, είναι από τα σημαντικότερα που υπάρχουν και εξακολουθούν να υφίστανται. Αυτά τα προβλήματα, γίνονται ακόμη πιο αισθητά λόγω της παρουσίας μιας μεγάλης ποικιλίας διαφορετικών πληθυσμών θαλάσσιων οργανισμών που χρησιμοποιούν τα ωκεάνια ρεύματα με σκοπό να μεταναστεύσουν. Οι τοποθεσίες εγκατάστασης μπορεί να είναι ακόμη και στην ανοιχτή θάλασσα, επιβάλλοντας την απαίτηση για καλώδια τροφοδοσίας που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το θαλάσσιο περιβάλλον με εκπομπή ηλεκτρομαγνητισμού.

Ενέργεια όσμωσης

Στις εκβολές των ποταμών όπου το γλυκό νερό σμίγει με το αλμυρό νερό, η ενέργεια που δημιουργείται με την κλίση της αλατότητας μπορεί να αξιοποιηθεί

χρησιμοποιώντας καθυστερημένης πίεσης αντίστροφη όσμωση και συναφείς τεχνολογίες μετατροπής. Ένα άλλο σύστημα που βασίζεται στη χρήση του γλυκού νερού ανάβλυσης, μέσω ενός στροβίλου βυθισμένου στο θαλασσίνο νερό και με τη συμμετοχή ηλεκτροχημικών αντιδράσεων, είναι επίσης σε εξέλιξη.

Η σημαντική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το 1975 έως το 1985 έδωσε διάφορα αποτελέσματα που αφορούν την οικονομία της αντίστροφης ηλεκτροδιάλυσης (RED) και η επιβραδυνόμενης πίεσης όσμωσης (PRO) παραγωγής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι έρευνες, μικρής κλίμακας, με αξιοποίηση της αλατότητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχουν, επίσης, πραγματοποιηθεί σε πολλές χώρες όπως η Ιαπωνία, το Ισραήλ και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Στην Ευρώπη, η έρευνα επικεντρώνεται στη Νορβηγία και τις Κάτω Χώρες, όπου και στα δύο μέρη έχουν δοκιμαστεί σε μικρά πιλοτικά προγράμματα. Η ενέργεια από την κλίση της αλατότητας οφείλεται στη διαφορά συγκέντρωσης άλατος μεταξύ γλυκού και θαλασσινού νερού. Αυτή η πηγή ενέργειας δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή, δεδομένου ότι δεν απαντάται άμεσα στη φύση σε διάφορες μορφές όπως η θερμότητα, οι καταρράκτες, ο άνεμος, τα κύματα ή η ακτινοβολία.

Θερμική ενέργεια των ωκεανών

Το νερό τυπικά ποικίλλει με την θερμοκρασία. Στην επιφάνεια, θερμαίνεται από το άμεσο ηλιακό φως, εν αντιθέσει με τα μεγαλύτερα βάθη όπου το ηλιακό φως δεν μπορεί να διεισδύσει. Αυτή η θερμοκρασιακή απόκλιση είναι μεγαλύτερη στα τροπικά νερά, καθιστώντας την τεχνολογία αυτή καταλληλότερη για εφαρμογή σε τέτοιες γεωγραφικές θέσεις. Ένα υγρό που εξατμίζεται, δύναται να οδηγείται συχνά σε ένα στρόβιλο με σκοπό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή αφαλατωμένου νερού. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι είτε ανοικτού κύκλου, είτε κλειστού κύκλου, είτε υβριδικά τα οποία τα αναλύουμε παρακάτω.

Παλιρροϊκή ενέργεια

Η ενέργεια από τις κινούμενες μάζες νερού είναι μια δημοφιλής μορφή παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η παλιρροϊκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τρεις κύριες μορφές, και συγκεκριμένα: τη παλιρροϊκή ενέργεια από ρεύματα, την παλιρροϊκή ενέργεια φράγματος, και τη δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια όπου παρακάτω θα τα δούμε αναλυτικότερα.

Κυματική ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια από τον ήλιο δημιουργεί διαφορές θερμοκρασίας που οδηγούν σε άνεμο. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του ανέμου και της επιφάνειας του νερού δημιουργεί κύματα, τα οποία είναι μεγαλύτερα όταν υπάρχει μια μεγαλύτερη απόσταση για να δημιουργηθούν. Η δυναμική ενέργεια των κυμάτων είναι μεγαλύτερη μεταξύ 30 ° και 60 ° γεωγραφικού πλάτους, και στα δύο ημισφαίρια, λόγω της παγκόσμιας κατεύθυνσης του ανέμου. Κατά την αξιολόγηση της ενέργειας των κυμάτων ως είδους τεχνολογίας, είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των τεσσάρων πιο κοινών προσεγγίσεων: σημαδούρες στο σημείο του απορροφητήρα, εξασθενητές επιφανείας, στήλες παλλόμενου νερού, και συσκευές υπερπήδησης των κυμάτων.

Ο τομέας της ενέργειας των κυμάτων, σταδιακά, φθάνει σε ένα σημαντικό ορόσημο για την ανάπτυξη της βιομηχανίας, με στόχο την εμπορική βιωσιμότητα. Η υποστήριξη των μεγάλων εταιρειών κοινής ωφελείας εκδηλώνεται μέσω εταιρικών σχέσεων στο πλαίσιο της διαδικασίας ανάπτυξης, ξεκλείδωμα περαιτέρω επενδύσεων και, σε ορισμένες περιπτώσεις, διεθνών συνεργασιών.

Σε ένα απλοποιημένο επίπεδο, η ενεργειακή τεχνολογία των κυμάτων μπορεί να βρίσκεται τόσο κοντά στην ακτή, όσο και στη θάλασσα. Η κυματική ενέργεια μετατροπών μπορεί επίσης να σχεδιαστεί για λειτουργία σε συγκεκριμένες συνθήκες βάθους νερού, οπότε και αυτά χαρακτηρίζονται ως βαθιά νερά, ενδιάμεσα νερά ή ρηγά νερά. Τα θεμελιώδη κριτήρια για το σχεδιασμό της συσκευής εξαρτώνται από την θέση της και τα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά των πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Επιστήμη των θαλασσών

1.1. Ωκεανογραφία

Ωκεανογραφία ονομάζεται η επιστήμη η οποία ερευνά και μελετά τους ωκεανούς, τις θάλασσες και τις λίμνες, τον πυθμένα αυτών και τις ακτές που τα περιβάλλουν. Θεωρείται κλάδος της γεωλογίας, αλλά στην πραγματικότητα αποτελεί διεπιστημονικό πεδίο συνεργασίας πολλών επιστημονικών και τεχνικών κλάδων. Με την Ωκεανογραφία συμπληρώνεται η μελέτη της υδρόγειου σφαίρας έναντι της γεωγραφίας που, υπό στενή έννοια, μελετά τις ηπείρους.

1.1.1. Κλάδοι ωκεανογραφίας

Η Ωκεανογραφία, σχετικά σύγχρονη επιστήμη, εξετάζει αφενός τη διαμόρφωση των μεγάλων ωκεάνιων λεκανών αλλά και όλων των θαλασσών και αφετέρου τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, τα συντελούμενα φαινόμενα που συμβαίνουν στους χώρους αυτούς καθώς επίσης και τη μεγάλη ποικιλία των έμβιων όντων που ζουν σ' αυτούς, τα καλούμενα με τον γενικό όρο "υδρόβια" όντα.

Ανάλογα με το βάθος τους, οι θάλασσες διακρίνονται σε δυο κύριες περιοχές: στην παράκτια υφαλοκρηπίδα με βάθη έως 200 m και στον βαθύ ωκεάνιο πυθμένα. Συνήθως από τον τελευταίο διαφοροποιείται η μέσο-ωκεάνια ράχη. Ο διαχωρισμός ανάμεσα στις δυο ζώνες είναι σχεδόν πάντα σαφής και αρκετά απότομος, για λόγους που ερμηνεύει η θεωρία των τεκτονικών πλακών. Στην βιολογική ωκεανογραφία ο ωκεάνιος χώρος διακρίνεται σε δύο κύριες ζώνες, την επιφανειακή ζώνη που φθάνει σε βάθος μέχρι τα 200–250 m, όπου και φθάνουν οι ακτίνες του ήλιου, και την, υπό αυτή, αβυσσαία ζώνη που περιλαμβάνει όλο το υπόλοιπο, σε βάθος και έκταση, τμήμα του χώρου αυτού. Επομένως, στο μεγαλύτερο μέρος της υφαλοκρηπίδας, ο πυθμένας ανήκει στην επιφανειακή ζώνη. Η Ωκεανογραφία διακρίνεται σε τέσσερεις βασικούς κλάδους:

1. Στη *Φυσική ωκεανογραφία*, που ασχολείται με την καταγραφή της θερμοκρασίας και αλατότητας των υδάτων, τα ρεύματα, τις παλίρροιας και

τον κυματισμό. Ειδικοί κλάδοι ασχολούνται με την διάδοση ηχητικών κυμάτων, φωτός και ραδιοηλεκτρικών κυμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον και έχουν αναπτυχθεί λόγω της μεγάλης σημασίας των φαινομένων αυτών στις ναυτικές πολεμικές επιχειρήσεις.

2. Στη *Χημική ωκεανογραφία*, δηλαδή στη μελέτη της χημικής συμπεριφοράς των θαλασσιών υδάτων και την αλληλεπίδραση τους με την ατμόσφαιρα. Συνήθως, οι καταγραφές των χημικών χαρακτηριστικών των θαλασσιών υδάτων διεξάγονται παράλληλα με αυτές της φυσικής ωκεανογραφίας. Η χημική ωκεανογραφία μας παρέχει, επίσης, πληροφορίες σχετικά με τη ρύπανση των θαλασσών από ανθρώπινες δραστηριότητες.
3. Στην *Γεωλογική ωκεανογραφία*, δηλαδή τη μελέτη της γεωλογίας και ορυκτολογίας του θαλάσσιου πυθμένα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η τεκτονική γεωλογία των πυθμένων των ωκεανών και η μελέτη της ηφαιστειακής δραστηριότητας στα μεγάλα βάθη.
4. Στη *Βιολογική ωκεανογραφία ή Υδροβιολογία*. Αυτή έχει αποκτήσει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της συνεισφοράς της στη συστηματική ωκεάνια αλιεία, που αποτελεί πηγή πλούτου για πολλές χώρες. Ο κλάδος γνώρισε ιδιαίτερη άνθηση μετά την επινόηση της αυτόνομης καταδυτικής συσκευής από τον Ζάκ Υβ Κουστό το 1943, που επιτρέπει την παρακολούθηση των θαλάσσιων οργανισμών στο φυσικό τους περιβάλλον.

Ορισμένοι συγγραφείς ομαδοποιούν τις διάφορες εφαρμογές της ωκεανογραφίας στην επίλυση συγκεκριμένων πρακτικών προβλημάτων, *Εφαρμοσμένη ωκεανογραφία*. Ο κλάδος αυτός επεκτείνεται διαρκώς, αφού διαρκώς εμφανίζονται νέες εμπορικές και στρατιωτικές εφαρμογές.

Με τον ειδικότερο όρο Υδρογραφία, σήμερα, χαρακτηρίζεται η συστηματική εργασία που περιλαμβάνει γεωδαιτικές αποτυπώσεις, βυθομετρήσεις και μετρήσεις παλιρροιών και ρευμάτων, με έμφαση στην παραγωγή δημοσιεύσεων χρήσιμων για την ναυσιπλοΐα. Το μεγαλύτερο μέρος των υδρογραφικών εργασιών διεξάγεται σε παράκτιες ζώνες και σε αβαθή ύδατα, τα οποία αποτελούν κινδύνους για την ναυσιπλοΐα.

Είναι εμφανές ότι η Ωκεανογραφία αποτελεί διεπιστημονική δραστηριότητα, στην οποία εμπíπτουν αντικείμενα έρευνας αρκετών επιστημών και τεχνολογικών κλάδων, όπως η Υδρογραφία, η Γεωλογία, η Βιολογία (Ζωολογία και Βοτανική),

η Φυσική, η Χημεία, η Γεωδαισία, η Χαρτογραφία κ.ά. Επίσης υπάρχει σημαντική σύνδεση με την Μετεωρολογία και την Κλιματολογία.

1.1.2. Τεχνικά Μέσα

Η Ωκεανογραφία χρησιμοποιεί μεγάλη ποικιλία τεχνικών μέσων, τα οποία περιλαμβάνουν:

- Ειδικά πλοία, είτε εκ κατασκευής, είτε εκ μετατροπής μεγάλων αλιευτικών. Χαρακτηρίζονται ως Ωκεανογραφικά, Υδρογραφικά ή Ερευνητικά. Αυτά διαθέτουν ενδιαιτήσεις για πρόσθετο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό, χώρους για εργαστήρια, βαρούλκα, ειδικό εξοπλισμό, κ.λ.π..
- Μισθωμένα σκάφη, συνήθως αλιευτικά, και ακάτους.
- Υποβρύχια, επανδρωμένα και μη.
- Βαθυσκάφη.
- Λοιπά πλωτά μέσα, σημαντήρες, εξέδρες.
- Όργανα μετρήσεων πεδίου, όπως, θερμογράφοι, σόναρ πλευρικής σάρωσης, ηχοβολιστικά βυθόμετρα, παλιρροιογράφοι, κ.λ.π..
- Τοπογραφικά όργανα και συστήματα προσδιορισμού θέσης, π.χ. GPS.
- Εργαστηριακό εξοπλισμό, όπως εργαστήρια φυσικών και χημικών μετρήσεων σε δείγματα, εργαστήρια βιολογίας.
- Καταδυτικό εξοπλισμό, ιδιαίτερα χρήσιμο στην Υδροβιολογία.
- Υποβρύχιες φωτογραφικές μηχανές και μηχανές εικονοληψίας.

Σημαντική είναι η χρήση κατά τις τελευταίες δεκαετίες της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Πληροφορικών Συστημάτων (GIS).

Στην Ελλάδα με την επιστήμη της Ωκεανογραφίας και τις συναφείς επιστήμες και δραστηριότητες ασχολούνται:

1. η Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού,
2. το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) και
3. εργαστηριακές μονάδες και ερευνητικά προγράμματα διάφορων πανεπιστημιακών και πολυτεχνικών σχολών.

1.2. Φυσικές Έννοιες

1.2.1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το θαλασσινό νερό είναι ένα σύνθετο διάλυμα αποτελούμενο από διαλυμένα άλατα, χημικά στοιχεία και ορυκτά. Σχεδόν όλα τα γνωστά σταθερά στοιχεία εμπεριέχονται στο θαλάσσιο νερό, σε σχετικά μικρές αναλογίες και συγκεντρώσεις. Είναι γνωστό, ότι το νερό είναι μια ένωση υδρογόνου και οξυγόνου, τα δύο δε αυτά χημικά στοιχεία είναι και τα πλέον άφθονα, ενώ σε μικρότερες ποσότητες απαντώνται τα στοιχεία, χλώριο, νάτριο, μαγνήσιο, ασβέστιο, κάλιο, οξείδια του καλίου, υδρογονάνθρακες και θειικές ρίζες. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του θαλάσσιου νερού είναι ότι, ενώ η συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή, οι αναλογίες των πλέον διαδεδομένων στοιχείων παραμένουν σχεδόν σταθερές. Το γεγονός αυτό μπορεί να εκληφθεί σαν απόδειξη ότι, κατά τη διάρκεια του χρόνου, το νερό των ωκεανών έχει αναδευθεί πολύ καλά. Τα θαλάσσια ρεύματα προκαλούν ανάμειξη των μαζών του νερού σε όλη την επιφάνεια της γης που καλύπτεται από τους ωκεανούς. Από την πρώτη συστηματική ανάλυση δειγμάτων νερού, από διάφορες περιοχές της γης, με το πρώτο συστηματικό ωκεανογραφικό ταξίδι του πλοίου Challenger, έγινε φανερό ότι υπήρχε εκπληκτική ομοιότητα στη σύσταση του θαλασσινού νερού. Έτσι ο William Dittmar, αναλύοντας τα δείγματα αυτά, διέτύπωσε τον κανόνα των σταθερών αναλογιών, ο οποίος δεν άλλαξε μέχρι σήμερα.

1.2.2. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ

Υπάρχουν δύο υδροστατικές παράμετροι με ιδιαίτερη ωκεανογραφική σημασία, η πυκνότητα ρ και η πίεση του νερού P , που συνδέονται μεταξύ τους με την υδροστατική εξίσωση:

$$P = \rho \cdot g \cdot z$$

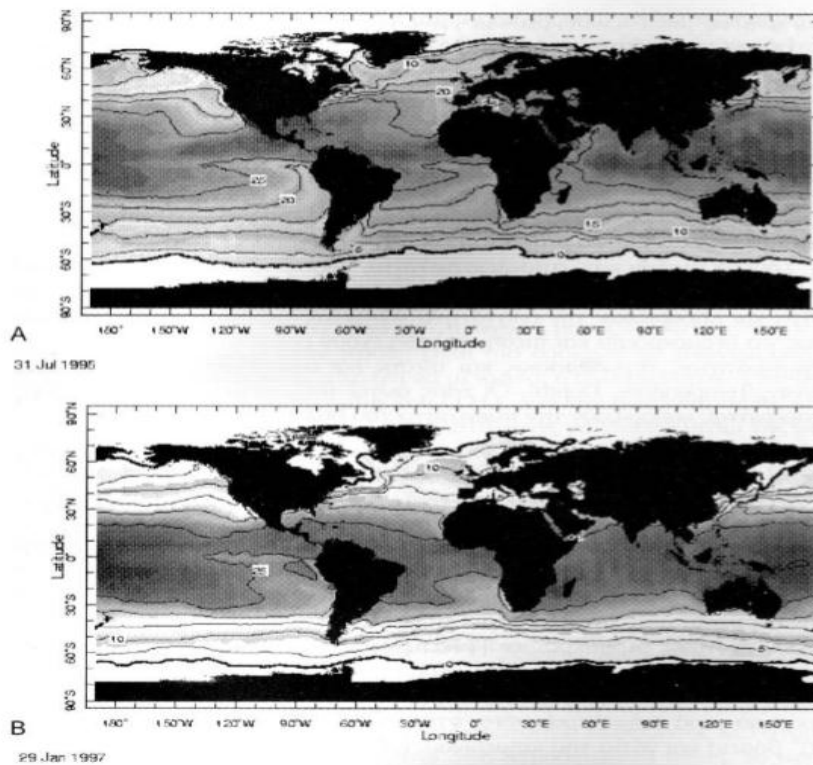
όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας και z το βάθος του ωκεανού και της θάλασσας. Μια μέση τιμή της πυκνότητας του θαλάσσιου νερού είναι τα $1,025 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$, ενώ όταν αυξάνεται το βάθος του νερού κατά 1 m, η πίεση του αυξάνεται κατά 104 Pa ($1\text{Pa}=\text{N/m}^2$). Στην πράξη, όμως, χρησιμοποιούμε το 1/10 του bar

(1bar=105 Pa), δηλαδή το decibar που δείχνει τη μεταβολή της πίεσης που προκαλείται από την αύξηση του βάθους του νερού, κατά 1m. Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία και την αλατότητα, που είναι σχετικά πιο εύκολο να μετρηθούν με ακρίβεια, απ' ό τι η άμεση μέτρηση της πυκνότητας. Για το λόγο αυτό, αυτές οι παράμετροί της θεωρούνται απαραίτητες και πρέπει, πάντοτε, να μετρώνται σ' οποιαδήποτε ωκεανογραφική έρευνα και μελέτη, αφού μαζί με την έμμεσα υπολογιζόμενη πυκνότητα μας δίνουν πληροφορίες για τη σταθερότητα και τη μετακίνηση των θαλάσσιων μαζών.

1.2.3. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ηλιακή ακτινοβολία, η εξάτμιση και η βροχή, επιδρούν στην κατανομή της θερμοκρασίας και της αλατότητας στην επιφάνεια των ωκεανών. Μεταβολές στη θερμοκρασία και την αλατότητα, οδηγούν σε μεταβολές στην πυκνότητα του νερού στην επιφάνεια. Με τη σειρά τους, αυτές οδηγούν σε κατακόρυφη μετακίνηση του νερού και επιδρούν στη βαθιά ωκεάνια κυκλοφορία. Τα επιφανειακά νερά μετά τη βύθιση τους στα βαθύτερα στρώματα των ωκεανών, διατηρούν χαρακτηριστικές σχέσεις μεταξύ θερμοκρασίας και αλατότητας. Οι σχέσεις αυτές, βοηθούν τους ωκεανογράφους να προσδιορίσουν τη γεωγραφική προέλευση αυτών των νερών. Επιπλέον, οι οριζόντιες μεταβολές στην πυκνότητα, οδηγούν σε διαφορά πίεσης

μεταξύ των περιοχών, η οποία είναι η κινητήρια δύναμη των θαλάσσιων ρευμάτων.

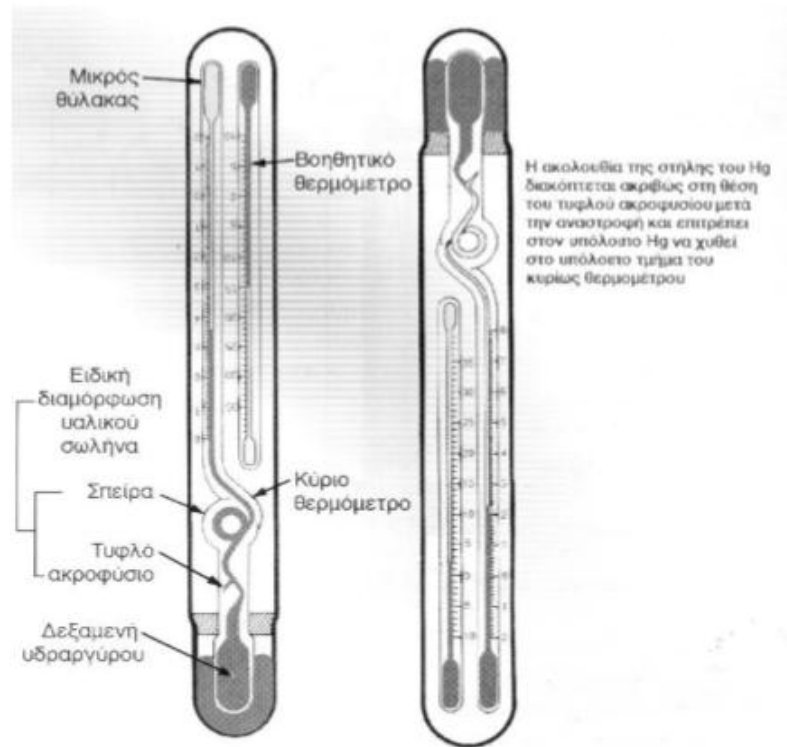


Είκ 1.1: Κατανομή θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Θάλασσας (A . Καλοκαίρι , B . Χειμώνας)

Έτσι, η γνώση της κατανομής της θερμοκρασίας, της αλατότητας και της πυκνότητας των νερών των ωκεανών, είναι σημαντική για την κατανόηση της δυναμικής τους.

Με τον όρο αλατότητα, εννοούμε το συνολικό βάρος των στερεών υλικών σε *gr* που περιέχονται σε ένα *Kg* θαλάσσιου νερού, όταν όλος ο άνθρακας έχει μετατραπεί σε οξείδια, το βρώμιο και το ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από το χλώριο και ολόκληρη η οργανική ύλη έχει τελείως οξειδωθεί. Η μέση τιμή της αλατότητας του θαλάσσιου νερού είναι 34.72 *gr* σε 1 *Kg* νερού και συνήθως παριστάνεται ως $S=34.720/100$. Η θερμοκρασία, λόγω της ευκολίας μέτρησής της και κάνοντας χρήση διάφορων ειδικών θερμομέτρων, είναι η πρώτη ωκεανογραφική παράμετρος που μελετήθηκε λεπτομερειακά. Ειδικά στην ωκεανογραφία, χρησιμοποιούνται τα αντιστρεφόμενα θερμομέτρα, τα οποία συνήθως είναι προσαρτημένα επάνω στις δειγματοληπτικές φιάλες νερού, που κατά τη συλλογή του δείγματος προκαλούν αναστροφή του θερμομέτρου, με αποτέλεσμα ο υδράργυρος αυτού, αφού αφήσει το ίχνος του στον τριχοειδή σωλήνα του θερμομέτρου, να συγκεντρώνεται στο κάτω

μέρος του χωρίς να επηρεάσει πλέον την αρχική ένδειξη της θερμοκρασίας στο βάθος της αναστροφής, με ακρίβεια 0,01 του βαθμού.



Είκ 1.2: Αντιστρεφόμενο θερμομέτρο και τρόπος λειτουργίας του

1.3. Μονάδες και Τύποι

1.3.1. Nomenclature

Παρακάτω παρουσιάζεται η ονοματολογία φυσικών μεγεθών που χρησιμοποιούνται για τις αξονικές υδατογεννήτριες.

a = συντελεστής αξονικής επαγωγής

$\dot{\lambda}$ = χρονική παράγωγος του συντελεστή αξονικής επαγωγής

A = μετωπική επιφάνεια

A_s = πλάτος κύματος Seiche

$c = (gz)^{1/2}$

C_D = συντελεστής οπισθέλκουσας

C'_D = συντελεστής οπισθέλκουσας ταλάντωσης

C_M = συντελεστής μάζας

D = διάμετρος ρότορα

F_X = αξονική δύναμη στον ρότορα

H_s = σημαντικό ύψος κύματος

k = συντελεστής αντίστασης

l = ενεργό μήκος του ρεύματος

R_1 = εξωτερική ακτίνα

R_2 = εσωτερική ακτίνα

t = χρόνος

T = χρονική περίοδος ταλάντωσης

u' = ταχύτητα μεταφοράς

u = ταχύτητα στο επίπεδο του στροφείου

\acute{u} = επιτάχυνση ρότορα

\tilde{u} = μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης

u_s = ταχύτητα κύματος Seiche

U = μέση ταχύτητα ανάντη

V = όγκος

x = θέση άξονα

z = βάθος

ζ = κεκλιμένη επιφάνεια κύματος Seiche

Λ = ρυθμός ταχύτητας άκρων

μ = αριθμός ρεύματος

ρ = πυκνότητα υγρού

τ = μη διαστασιοποιημένος χρόνος

ω = συχνότητα ταλάντωσης

Fr = αριθμός Froude, $U / (gz)^{1/2}$

KC = αριθμός Keulegan-Carpenter

1.3.2. Τυπολόγιο

$$u(t) = U + u'(t) \quad (1)$$

$$\tau = \frac{2\pi t}{T} \quad (2)$$

$$KC = \frac{\tilde{u}T}{D} \quad (3)$$

$$F_x(t) = \frac{1}{2}\rho u(t)|u(t)|AC_D + \rho \dot{u}(t)VC_M \quad (4)$$

$$C_M = \frac{6\langle F_x \dot{u} \rangle}{\rho \pi D^3 \langle \dot{u} \dot{u} \rangle} \quad (5)$$

$$C_D = \frac{8\langle F_x u \rangle}{\rho \pi D^2 \langle uu|u \rangle} \quad (6)$$

$$\zeta(x,t)=A_s \cos\left(\frac{\pi x}{l}\right) \cos(\omega t) \quad (7)$$

$$u_s(x,t)=\frac{A_s c}{z} \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right) \sin(\omega t) \quad (8)$$

$$\mu = \frac{\tilde{u}}{U} \quad (9)$$

$$F_x = \frac{1}{2} \rho u'(t) |u'(t)| A C'_D + \frac{1}{2} \rho D^2 A C_D + \rho \dot{u}(t) V C_M \quad (10)$$

$$C_T = 4a(1-a) + \frac{16}{3\pi U} \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} \dot{a} \quad (11)$$

1.4. Περιβαλλοντικοί Παράγοντες

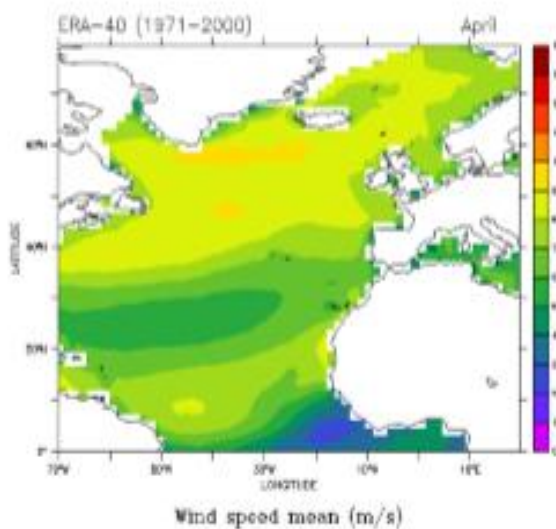
1.4.1. Ταχύτητα του ανέμου

Ως άνεμος ορίζεται η οριζόντια κίνηση του αέρα που προκαλείται από τη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η διαφορά αυτή οφείλεται στις διαφορές της θερμοκρασίας και αποδίδεται με την οριζόντια βαροβαθμίδα, η οποία προκαλεί και την δύναμη. Όσο πιο απότομη είναι η βαροβαθμίδα τόσο ισχυρότερος είναι ο άνεμος. Ο άνεμος πνέει πάντα από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις ή αλλιώς από τις χαμηλές προς τις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά εκτρέπεται από την δύναμη Coriolis λόγω της περιστροφής της Γης.

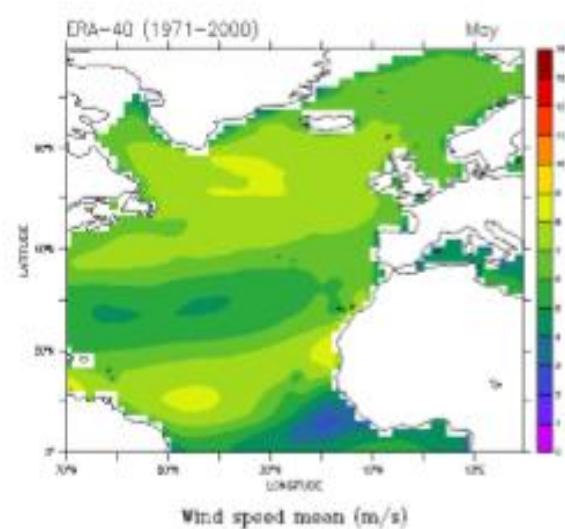
Η επίδραση του ανέμου είναι καταλυτική για τις ναυπηγικές κατασκευές, αφού εισάγει, επιπλέον, μια δύναμη, λόγω της αεροδυναμικής αντίστασης της κατασκευής που βρίσκεται πάνω στο νερό. Ο άνεμος συμβάλλει, επίσης, στην δημιουργία των θαλασσιών κυμάτων στην επιφάνεια των θαλασσών, που επηρεάζει

άμεσα τις πλωτές κατασκευές (πλοία, παράκτιες κατασκευές κτλ). Για τις υποβρύχιες εγκαταστάσεις ο άνεμος επιδρά έμμεσα στην ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων, δημιουργώντας το ρεύμα Έκμαν, το οποίο εισάγει μία επιπλέον συνιστώσα ταχύτητας στην ένταση του θαλασσίου ρεύματος.

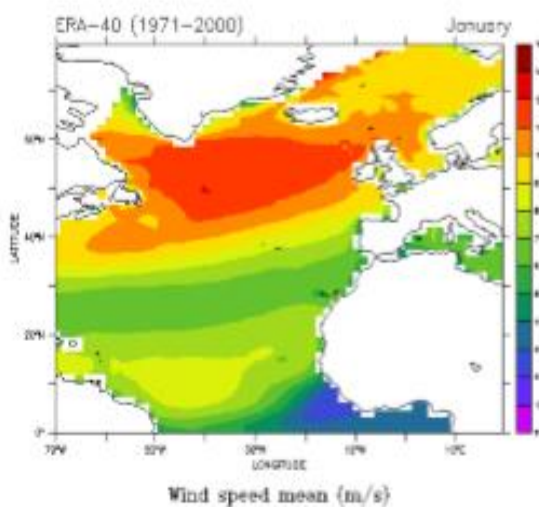
Στις παρακάτω εικόνες, παρουσιάζονται οι μετρήσεις σε χάρτες για την μέση ταχύτητα του ανέμου στην Ευρώπη έπειτα από την ανάλυση μεγάλου αριθμού δεδομένων για τα τελευταία 30 χρόνια:



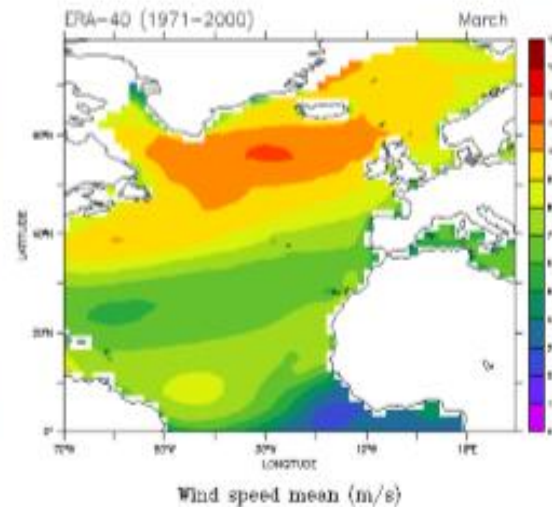
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Είκ 1.3: Μέσες Ταχύτητες ανέμου στις Ευρωπαϊκές ακτές (m/s), α) κατά τον μήνα Ιανουάριο, β) κατά τον μήνα Μάρτιο, γ) κατά τον μήνα Απρίλιο, δ) κατά τον μήνα Μάιο

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μετρήσεις για την ταχύτητα του ανέμου και την μηνιαία τυπική απόκλιση των μετρήσεων, με βάση τις στατιστικές καταγραφές.

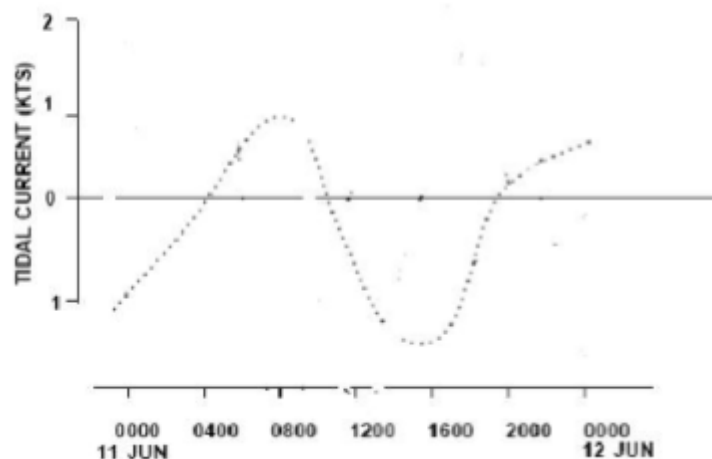
Μήνας	Ανατολικές Ακτές Ατλαντικού Ωκεανού	Μεσόγειος Θάλασσα
	Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)	Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)
Σεπτέμβριος	8	5
Οκτώβριος	9	6
Νοέμβριος	9	8
Δεκέμβριος	11	8
Ιανουάριος	11	8
Φεβρουάριος	10	8
Μάρτιος	8	8
Απρίλιος	9	7
Μάιος	8	6
Ιούνιος	7	6
Ιούλιος	5	4
Αύγουστος	7	5
Ετήσιος Μέσος Όρος	8,5	6,6

Πίν 1.1: Μηνιαία μέση ταχύτητα ανέμου για τις ακτές του Ατλαντικού και την Μεσόγειο Θάλασσα.

1.4.2. Θαλάσσια ρεύματα

Ως ρεύμα, χαρακτηρίζεται η οριζόντια κίνηση του νερού και μπορεί να ταξινομηθεί σε παλιρροϊκή (tidal) ή μη παλιρροϊκή (non tidal). Παλιρροϊκό ρεύμα είναι η περιοδική οριζόντια κίνηση του νερού, ενώ μη παλιρροϊκό ρεύμα είναι οποιοδήποτε ρεύμα που χαρακτηρίζεται ως μόνιμο ρεύμα, στην γενική κυκλοφορία των ωκεανών, ή και ευκαιριακό ρεύμα που προκαλείται από τις εκάστοτε μετεωρολογικές συνθήκες. Τα ρεύματα που παρατηρούνται είναι συνδυασμός παλιρροϊκών και μη παλιρροϊκών ρευμάτων. Τα αίτια δημιουργίας των ρευμάτων είναι οι διαφορές της πυκνότητας νερού σε διάφορες θέσεις και βάθη, η υποθαλάσσια τοπογραφία του θαλασσίου χώρου, οι δυνάμεις λόγω της περιστροφής της Γης, οι δυνάμεις από την επίδραση της Σελήνης και του Ηλίου και ο άνεμος.

Όσον αφορά την περίπτωση των παλιρροϊκών ρευμάτων, η ταχύτητα τους μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύκτας, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

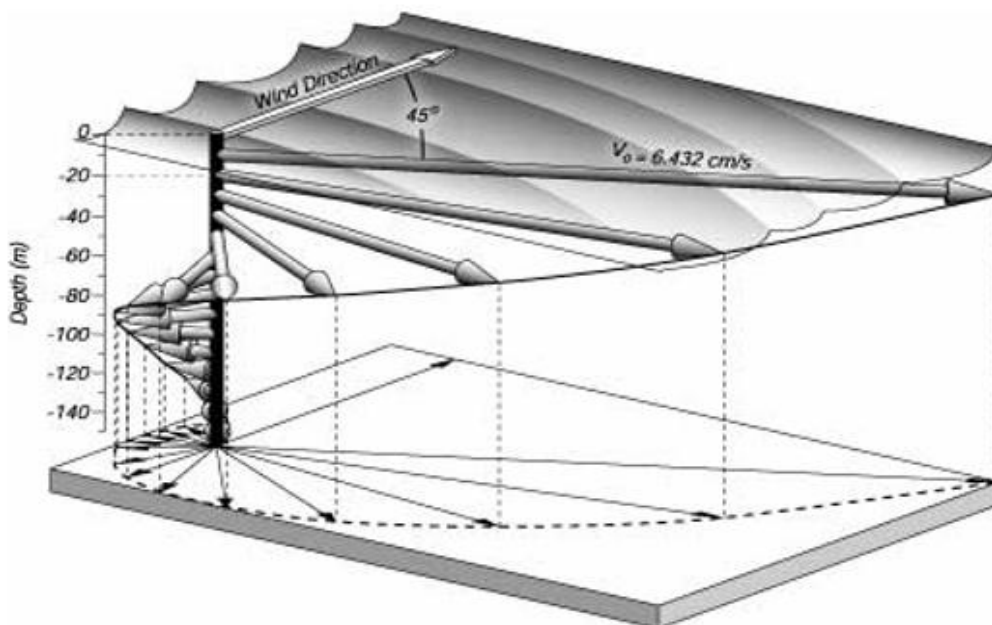


Είκ 1.4: Μεταβολή της ταχύτητας παλιρροϊακού ρεύματος μέσα σε 24 ώρες

Ωρα	Ταχύτητα παλιρροϊκού ρεύματος σε (kts)
00:00	-1.1
04:00	0
08:00	+0.9
12:00	-0.06
16:00	-1.4
20:00	+0.2
00:00	+0.06

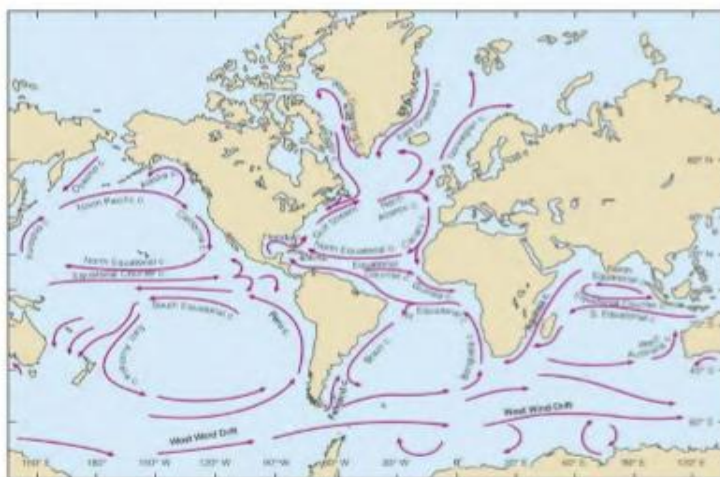
Πίν 1.2: Μεταβολή της ταχύτητας παλιρροϊκών ρευμάτων μέσα σε 24 ώρες

Η επίδραση του ανέμου είναι σημαντική στην δημιουργία ρεύματος επειδή η ένταση του ανέμου, που πνέει πάνω στη θάλασσα, έχει ως αποτέλεσμα την μετακίνηση του επιφανειακού στρώματος νερού. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται σε κάθε διαδοχικό στρώμα, κατά τη διεύθυνση της στήλης νερού και λόγω της εσωτερικής τριβής (μοριακές και τυρβώδεις διεργασίες) μέσα στο νερό, προκαλώντας μείωση της τιμής κίνησης, με αύξηση του βάθους της θάλασσας. Το ρεύμα αυτό ονομάζεται ρεύμα ανέμου Έκμαν.



Είκ 1.5: Ρεύμα ανέμου Έκμαν

Το ρεύμα αυτό δεν ρέει κατά την κατεύθυνση του ανέμου που το προκαλεί, αλλά αποκλίνει λόγω της δύναμης Coriolis που δημιουργείται λόγω της περιστροφής της Γης. Γενικά, όπως φαίνεται, η διαφορά μεταξύ κατεύθυνσης ανέμου-ρεύματος κυμαίνεται από 15-45 μοίρες, καθώς η κίνηση μεταδίδεται σε διαδοχικά βαθύτερα στρώματα νερού. Η ταχύτητα του ρεύματος αυτού εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, την σταθερότητά του και την χρονική του διάρκεια. Είναι γενικά αποδεκτή μια ταχύτητα επιφανειακού ρεύματος ίση με το 2 έως 3 τοις εκατό της ταχύτητας του ανέμου, ο οποίος πνέει, σταθερά, για πάνω από 8 ώρες.



Είκ 1.6: Ωκεάνια ρεύματα

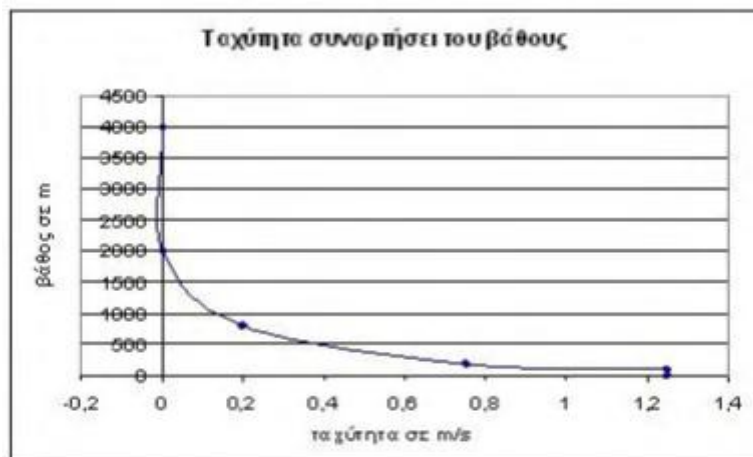
Η εκτενής χαρτογράφηση των θαλασσιών ρευμάτων κατά το βάθος δεν είναι εφικτή από την βιβλιογραφία για μεγάλες υδάτινες ζώνες.

Απόσταση από την επιφάνεια σε m	Ταχύτητα του θαλάσσιου ρεύματος σε m/s
	Ανοικτά της Γαλικίας
0	1,25
100	1,25
200	0,75
800	0,5
2000	0
4000	0

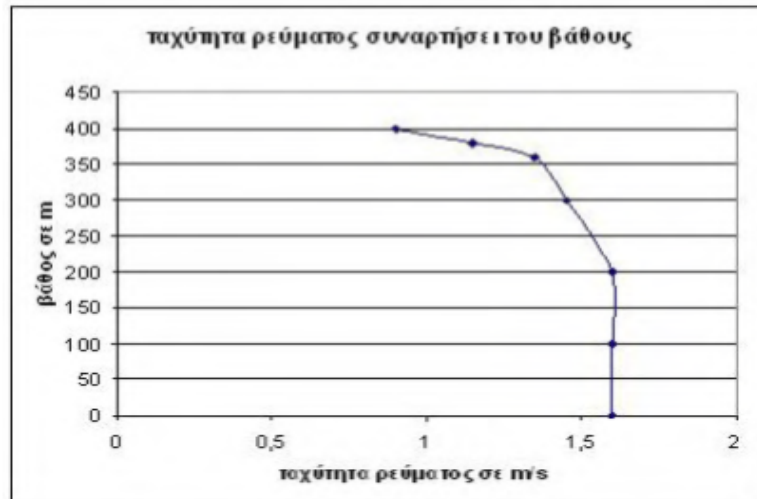
Πίν 1.3: Κατανομή της ταχύτητας θαλασσιών ρευμάτων κατά το βάθος

Απόσταση από την επιφάνεια σε m	Ταχύτητα του θαλάσσιου ρεύματος σε m/s
	Ανοικτά της Βρετάνης
0	1,6
100	1,6
200	1,6
300	1,45
360	1,35
380	1,15
400	0,9

Πίν 1.4: Κατανομή της ταχύτητας θαλασσίων ρευμάτων κατά το βάθος



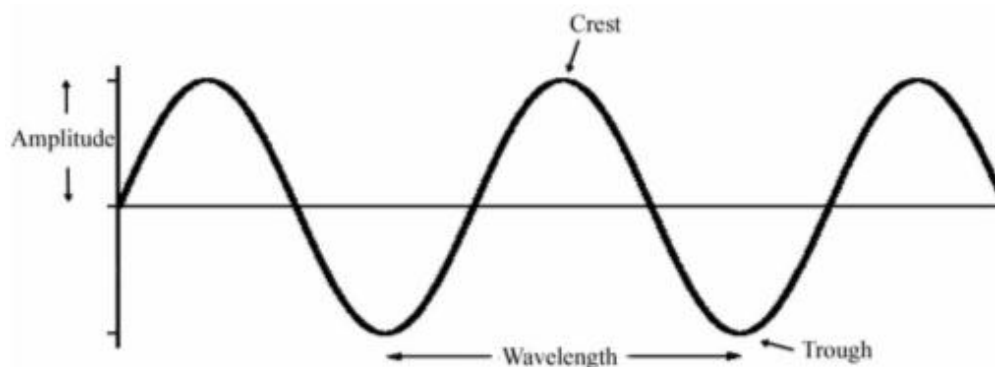
Είκ 1.7: Κατανομή ταχύτητας ρευμάτων με το βάθος Ανοικτά της Γαλικίας



Είκ 1.8:Κατανομή ταχύτητας ρευμάτων με το βάθος Ανοικτά της Βρετάνης

1.4.3. Θαλάσσια κύματα

Τα κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας προκαλούνται κυρίως από τον άνεμο και, δευτερευόντως, από υποβρύχιους σεισμούς, εκρήξεις ηφαιστείων και από την παλίρροια. Η κατεύθυνση των κυμάτων δεν παρουσιάζει αξιόλογη απόκλιση, λόγω της περιστροφής της Γης, όπως συμβαίνει με τον άνεμο και τα ρεύματα. Τα κύματα κινούνται προς την διεύθυνση του ανέμου που τα δημιουργεί. Όταν παύσει ο άνεμος, τόσο οι τριβές των μορίων του νερού, όσο και η διασπορά τους, προκαλούν ελάττωση του ύψους κύματος.



Είκ 1.9: Χαρακτηριστικά κύματος

Ανεξάρτητα από το πόσο χρονικά εμφανίζεται ένα κύμα στην επιφάνεια της θάλασσας, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι αποτελείται από απλά ημιτονοειδή κύματα, διαφόρων μεγεθών, που κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις. Για το λόγο αυτό, η

συνηθέστερη μορφή εμφάνισής του είναι σε φάσματα συχνοτήτων, όπως είναι το JONSWAP και το Pierson-Moskowitz, ανάλογα για την περιοχή που εξετάζεται. Η σύνθεση του θαλάσσιου ανάγλυφου υπακούει στην θεωρία της κυματικής ανάλυσης με τις αντίστοιχες παραμέτρους:

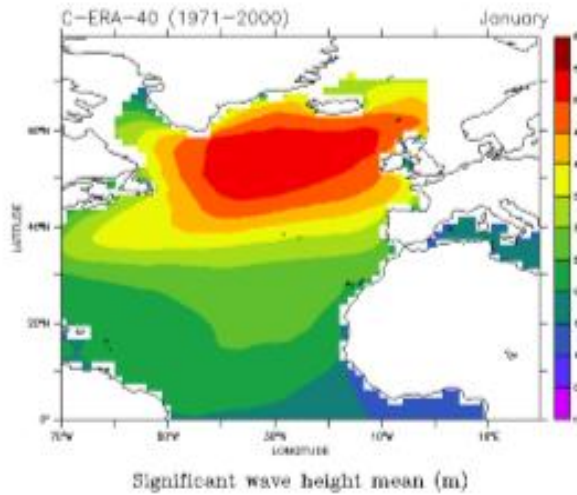
- Κορυφή: Το υψηλότερο σημείο ενός κύματος
- Κοιλία: Το χαμηλότερο σημείο ενός κύματος
- Ύψος κύματος: Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ ενός κορυφής και κοιλίας
- Μήκος κύματος: Η οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών
- Στάθμη Ισοροπίας: Η μέση στάθμη της επιφάνειας που θα είχε η θάλασσα χωρίς κύματα
- Πλάτος: Η μέγιστη κατακόρυφη μετατόπιση της επιφάνειας της θάλασσας από την στάθμη ισοροπίας
- Περίοδος: Ο χρόνος που χρειάζεται για να περάσει από ένα στάσιμο σημείο ένα μήκος κύματος
- Ταχύτητα κύματος: Η ταχύτητα με την οποία ένα κύμα περνάει από ένα στάσιμο σημείο
- Συχνότητα κύματος: Ο αριθμός των κυμάτων που διέρχονται από ένα σημείο στη μονάδα του χρόνου
- Καμπυλότητα ή κυρτότητα: Ο λόγος του ύψους προς το μήκος κύματος

Σε βάθη μεγαλύτερα από το μισό του μήκους κύματος ο πυθμένας δεν ασκεί καμία επίδραση πάνω στο κύμα και συνεπώς εάν το νερό είναι βαθύ ή ρηχό, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κύματος. Στα ρηχά νερά, η αλληλεπίδραση νερού με τον πυθμένα επιβραδύνει την διάδοση του κύματος. Η μείωση αυτή της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση του ύψους του, λόγω εξάπλωσης της ενέργειας τους σε μικρότερη έκταση, ενώ παραμένει σταθερή η περίοδος. Η προσέγγιση των κυμάτων σε ρηχά νερά ή παράκτιες περιοχές σχετίζεται με φαινόμενα διάθλασης, ανάκλασης, περίθλασης αλλά και φαινόμενα θραύσης, που εμφανίζονται μόνο στα θαλάσσια κύματα.

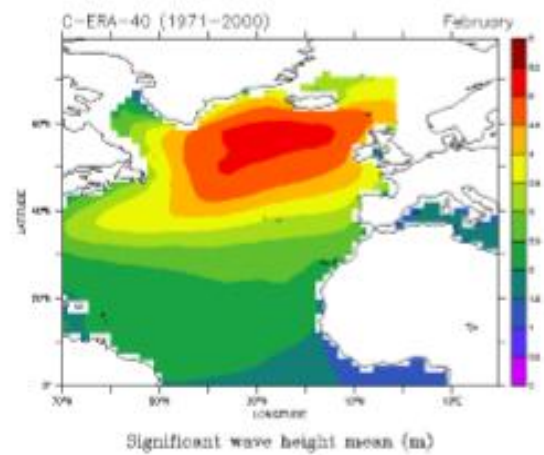
- *Διάθλαση*: είναι η μεταβολή της διεύθυνσης διάδοσης ενός κύματος προς περιοχή όπου διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα.

- *Ανάκλαση*: όταν το κύμα προσπέσει σε κάποιο εμπόδιο, το νερό στην γειτονιά του εμποδίου δε διαγράφει κυκλική τροχιά, διότι προκύπτει παλινδρομική κίνηση κατά μήκος του τοιχώματος πρόσκρουσης.
- *Περίθλαση*: όταν τα κύματα διέρχονται μέσω κάποιας διόδου, τότε μέρος της διερχόμενης κυματικής ενέργειας εξαπλώνεται, σφαιρικά, από την θέση διέλευσης σαν νέο κύμα.
- *Θραύση*: από μία ακολουθία κυμάτων που πλησιάζει μια ακτή, εκείνα που προηγούνται συναντούν διαρκώς ρηχότερα νερά και επιβραδύνονται. Τα κύματα που ακολουθούν, τα πλησιάζουν και οι αποστάσεις του μειώνονται. Επομένως η ενέργεια κάθε κύματος περιορίζεται σε μικρότερη έκταση και συνεπώς αυξάνεται το ύψος του. Το ύψος αυξάνεται τόσο ώστε το κύμα να γίνεται ασταθές και να θραύεται. Η θραύση προκαλείται όταν η κορυφή προηγηθεί της βάσης του. Σε βαθιά νερά, αυτό γίνεται όταν η κυρτότητα είναι ίση με 0,2, ενώ στα ρηχά όταν η κυρτότητα είναι ίση με 0,8 .

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται χαρτογραφημένα στοιχεία για το ύψος των κυμάτων και για την περίοδό τους, για τις ακτές της Ευρώπης, ενώ στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα για τα σημαντικότερα μέσα ύψη κυμάτων και για τις αντίστοιχες μέσες περιόδους, για τα τελευταία 30 χρόνια.

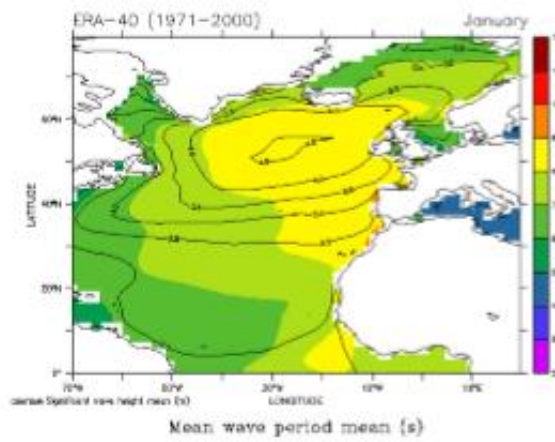


(α)

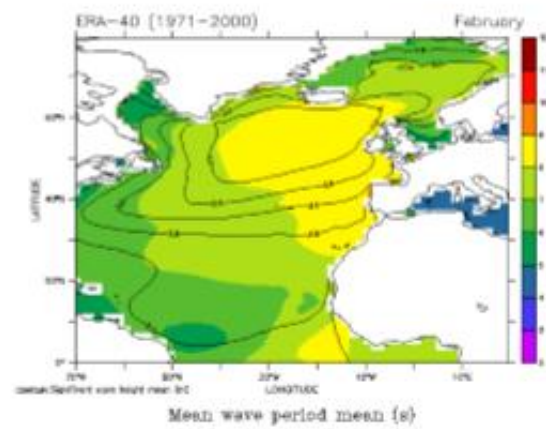


(β)

Είκ 1.10: α) Μέσο ύψος κύματος για Ιανουάριο και β) για τον μήνα Φεβρουάριο



(γ)



(δ)

Είκ 1.11: γ) Μέση Περίοδος κύματος για Ιανουάριο και δ) για τον μήνα Φεβρουάριο

Μήνας	Ανατολικές Ακτές Ατλαντικού Ωκεανού	Μεσόγειος Θάλασσα
	Μέση ύψος κύματος (m)	Μέση ύψος κύματος (m)
Σεπτέμβριος	3	1
Οκτώβριος	3,5	1,5

Νοέμβριος	3,5	1,5
Δεκέμβριος	4,5	1,5
Ιανουάριος	3,5	1,5
Φεβρουάριος	4	1,5
Μάρτιος	4	1
Απρίλιος	3,5	1,5
Μάιος	2	1
Ιούνιος	2	1
Ιούλιος	2	2
Αύγουστος	2	0,5
Ετήσιος Μέσος Όρος	3,1	1,3

Πίν 1.5: Μηνιαίος μέσος όρος ύψους κύματος για τις ακτές του Ατλαντικού και την Μεσόγειο Θάλασσα

Μήνας	Ανατολικές Ακτές Ατλαντικού Ωκεανού	Μεσόγειος Θάλασσα
	Μέση περίοδος κύματος (s)	Μέση περίοδος κύματος (s)
Σεπτέμβριος	7	5
Οκτώβριος	8	7
Νοέμβριος	8	7
Δεκέμβριος	9	7
Ιανουάριος	9	5
Φεβρουάριος	10	7
Μάρτιος	9	7
Απρίλιος	8	5
Μάιος	7	7
Ιούνιος	7	5
Ιούλιος	6	6
Αύγουστος	7	5
Ετήσιος Μέσος Όρος	7,92	6,08

Πίν 1.6: Μηνιαίος μέσος όρος περιόδου κύματος για τις ακτές του Ατλαντικού και την Μεσόγειο Θάλασσα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

2.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Η ενέργεια μέσω θαλάσσιων ρευμάτων είναι μια μορφή θαλάσσιας ενέργειας που προέρχεται από την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των θαλάσσιων ρευμάτων, όπως το ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού. Παρόλο που δεν χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα, η ενέργεια μέσω θαλάσσιων ρευμάτων έχει σημαντικό δυναμικό για τη μελλοντική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα θαλάσσια ρεύματα είναι πιο προβλέψιμα από την αιολική και ηλιακή ενέργεια.

Μια έκθεση του 2006 από το αμερικανικό Υπουργείο Εσωτερικών εκτιμά ότι η σύλληψη μόλις 1 / 1000ου της διαθέσιμης ενέργειας από το Ρεύμα του Κόλπου θα προμηθεύσει τη Φλόριντα με 35% των ηλεκτρικών αναγκών της.



Είκ 2.1: Υδρογεννήτρια οριζοντίου άξονα

Τα ισχυρά ρεύματα των ωκεανών παράγονται από ένα συνδυασμό της θερμοκρασίας, του ανέμου, της αλατότητας, της βαθυμετρίας, και της περιστροφή της γης. Ο ήλιος ενεργεί ως πρωταρχική κινητήρια δύναμη, προκαλώντας τους ανέμους και τις διαφορές θερμοκρασίας. Επειδή υπάρχουν μόνο μικρές διακυμάνσεις στην τρέχουσα ταχύτητα και τη θέση του ρεύματος, χωρίς αλλαγές κατεύθυνσης, τα ωκεάνια ρεύματα μπορεί να είναι κατάλληλες τοποθεσίες για την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ενέργειας, γεννήτριες. Άλλα αποτελέσματα, όπως οι περιφερειακές διαφορές στη θερμοκρασία, η αλατότητα και η επίδραση Coriolis, λόγω της περιστροφής της γης, είναι επίσης σημαντικές επιρροές. Η κινητική ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων μπορεί να μετατραπεί με τον ίδιο τρόπο που μια ανεμογεννήτρια παράγει ενέργεια από τον άνεμο, με τη χρήση διαφόρων τύπων ροτόρων ανοικτών ροών.



Εικόνα 2.2: Μετατροπέας ενέργειας κυμάτων Pelamis

Το δυναμικό της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από τα θαλάσσια παλιρροιακά ρεύματα, είναι τεράστιο. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που καθιστούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια ρεύματα πολύ ελκυστική, σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως:

- τα υψηλά ποσοστά πληρότητας που προκύπτουν από τις ρευστές ιδιότητες,

- η προβλεψιμότητα των πόρων, έτσι ώστε, σε αντίθεση με τις περισσότερες άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η μελλοντική διαθεσιμότητα της ενέργειας να καταστεί γνωστή και
- οι, δυνητικά, μεγάλοι πόροι που μπορούν να αξιοποιηθούν, με μικρή επίπτωση στο περιβάλλον,

προσφέροντας έτσι μια από τις λιγότερο επιβλαβείς μεθόδους για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι εγκαταστάσεις ισχύος, μέσω θαλάσσιων ρευμάτων, παρέχουν, επίσης, ηλεκτρική ισχύ στο βασικό ηλεκτρικό δίκτυο, όταν, κατά περιόδους, διασυνδέονται σε αυτό, με αντιστάθμιση της αιχμής της ροής.

Πρώτες προσπάθειες

Η πιθανή χρήση των θαλάσσιων ρευμάτων, ως πηγή ενέργειας, άρχισε να μπαίνει στο επίκεντρο της προσοχής στα μέσα της δεκαετίας του 1970, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση. Το 1974, παρουσιάστηκαν αρκετά σχέδια σε ημερίδα για την ενέργεια που διοργανώθηκε από την MacArthur, ενώ το 1976 η βρετανική General Electric Co ανέλαβε, με μερική κυβερνητική χρηματοδότηση, μία μελέτη η οποία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η θαλάσσια παραγωγή ρεύματος έρχιζε λεπτομερέστερης έρευνας. Λίγο αργότερα, στο ITD-Group του Ηνωμένου Βασιλείου υλοποιήθηκε ένα ερευνητικό πρόγραμμα που περιελάμβανε μια δοκιμή, απόδοσης-χρόνου, ενός hydroDarrieus 3-m δρομέα, που αναπτύχθηκε στη Τζούμπα του Νότιου Σουδάν, στο Λευκό Νείλο.

Την δεκαετία του 1980 πραγματοποιήθηκε μια σειρά μικρών ερευνητικών έργων, για την αξιολόγηση των συστημάτων ισχύος θαλάσσιων ρευμάτων. Οι κυριότερες χώρες, όπου διεξήχθησαν οι μελέτες αυτές, ήταν το Ηνωμένο Βασίλειο, ο Καναδάς και η Ιαπωνία.



Είκ 2.3: Γεννήτρια οριζοντίου άξονος

Την διετία 1994-1995, με το σχέδιο της EE-JOULE CENEX, εντοπίστηκαν περισσότερες από 100 ευρωπαϊκές τοποθεσίες που κυμαίνονται από 2 έως 200 km² του θαλάσσιου πυθμένα, πολλά από τα οποία εμφάνιζαν πυκνότητες ισχύος άνω των 10 MW / km².

Τόσο η βρετανική κυβέρνηση όσο και η ΕΕ έχουν δεσμευτεί για την διαπραγμάτευση διεθνών συμφωνιών, με στόχο την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Προκειμένου να συμμορφωθούν με τις συμφωνίες αυτές, θα απαιτηθεί μια αύξηση στη μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών. Τα θαλάσσια ρεύματα έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιήσουν ένα σημαντικό μέρος των μελλοντικών αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ. Από την μελέτη των 106 πιθανών τοποθεσιών για παλιρροϊκές ανεμογεννήτριες στην ΕΕ, προέκυψε συνολικό δυναμικό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περίπου 50 TWh/έτος. Η διευρυμένη εφαρμογή αυτής της

τεχνολογίας, θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για μια νέα μεγάλη βιομηχανία, με σκοπό την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας για τον 21ο αιώνα

Εναλλακτικές τεχνολογίες σε εφαρμογές ενέργειας μέσω θαλάσσιων ρευμάτων

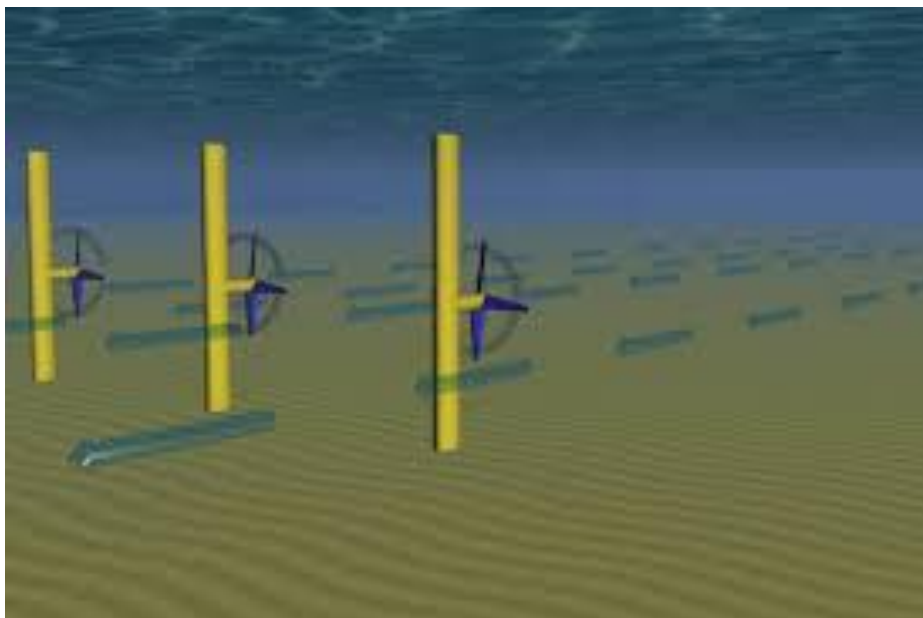
Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσκευών αορίστου ροής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές ενέργειας μέσω θαλάσσιων ρευμάτων, πολλοί από τους οποίους είναι σύγχρονοι απόγονοι του νερόμυλου ή κάτι παρόμοιο. Ωστόσο, τα πιο, τεχνικά, εξελιγμένα σχέδια, που βασίζονται στα στροφεία αιολικής ενέργειας, έχουν μεγάλες πιθανότητες επιτυχίας, συμβάλλοντας στην μείωση του συντελεστή κόστους, αλλά και στην αύξηση αποτελεσματικότητας και αξιοπιστίας σε ένα μελλοντικό σενάριο παραγωγής ενέργειας μέσω θαλάσσιων ρευμάτων. Αν και δεν υπάρχει ένας γενικά αποδεκτός όρος για τους υδροστροβίλους ανοικτών ροών, ορισμένες πηγές αναφέρονται σε αυτούς ως τουρμπίνες θαλασσιών ρευμάτων. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι των τρεχουσών υδρογεννητριών που θα μπορούσαν να θεωρηθούν: οι υδρογεννήτριες με έλικες οριζόντιου άξονα (διπλού μεταβλητού βήματος ή σταθερού βήματος), και οι πολλαπλής ροής, κατακόρυφου άξονα, με ρότορες Darrieus. Και οι δύο τύποι ρότορα μπορεί να συνδυαστούν με οποιαδήποτε από τις τρεις κύριες μεθόδους για την υποστήριξη τουρμπίνων θαλάσσιου ρεύματος, οι οποίες είναι είτε με πλωτά αγκυροβολημένα συστήματα, είτε με συστήματα τοποθετημένα στο θαλάσσιο βυθό, ή με ενδιάμεσα συστήματα. Τα συστήματα θαλάσσιου βυθού monopile αποτελούν τα πρώτης γενιάς συστήματα για παραγωγή ενέργειας μέσω θαλάσσιων ρευμάτων. Έχουν το πλεονέκτημα της χρήσης της υφιστάμενης (και αξιόπιστης) μηχανικής τεχνογνωσίας, αλλά περιορίζονται σε σχετικά ρηχά νερά (περίπου 20 με 40 μέτρα βάθος)

2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ

Η παλιρροϊκή δύναμη, που ονομάζεται επίσης και η παλιρροϊκή ενέργεια, είναι μια μορφή της υδροηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροϊών σε χρήσιμες μορφές ενέργειας, κυρίως ηλεκτρισμό.

Παρά το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως, η παλιρροϊκή ενέργεια έχει, μελλοντικά, αρκετές πιθανότητες εφαρμογής της για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παλίρροια είναι πιο προβλέψιμη, από την αιολική ενέργεια και την ηλιακή ενέργεια. Μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η παλιρροϊκή

ενέργεια, ανέκαθεν, "υπέφερε" από το σχετικά υψηλό κόστος και την περιορισμένη διαθεσιμότητα χώρων, με αρκετά υψηλό εύρος παλίρροιας ή ταχύτητες ροής, περιορίζοντας, έτσι, τη συνολική διαθεσιμότητα της.



Είκ 2.4:Υδατογεννήτριες οριζοντίου άξονα

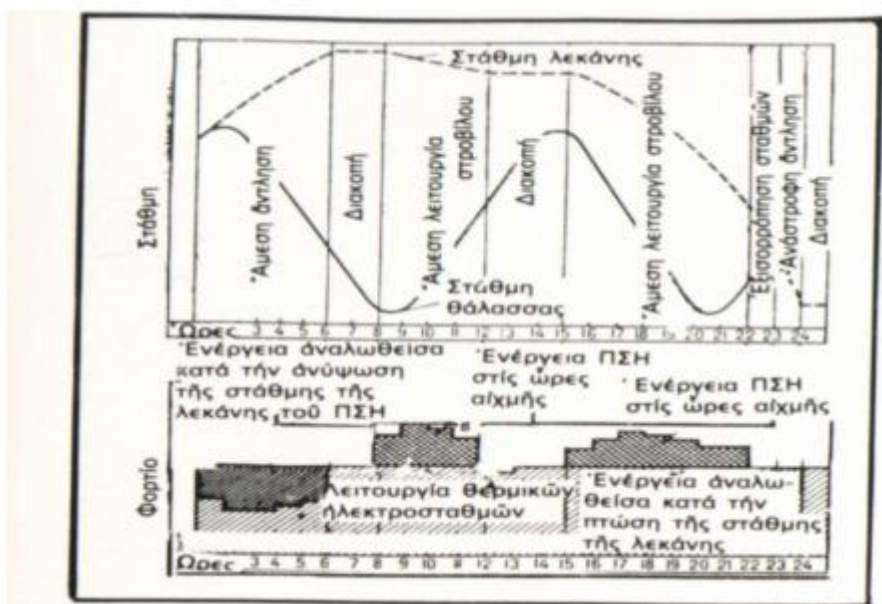
Ωστόσο, πολλές πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και βελτιώσεις, τόσο στον σχεδιασμό (π.χ. δυναμική ή παλιρροϊκή ενέργεια, παλιρροϊκές λιμνοθάλασσες) όσο και στην τεχνολογία στροβίλων (π.χ. νέα αξονική ανεμογεννήτρια, σταυρωτές τουρμπίνες ροής), δείχνουν ότι η συνολική διαθεσιμότητα της παλιρροϊκής ενέργειας μπορεί να είναι πολύ υψηλότερη από ό, τι είχε αρχικά υποτεθεί, και ότι το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος μπορεί να μειωθεί σε ανταγωνιστικά επίπεδα.

Ιστορικά, οι τουρμπίνες παλίρροιας έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ακτές του Ατλαντικού στην Βόρεια Αμερική. Το εισερχόμενο νερό συγκεντρώνεται σε μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης και καθώς η παλίρροια βγαίνει, περιστρέφει νερόμυλους, οι οποίοι έχουν αρχή λειτουργίας όμοια με αυτούς που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας στους αλευρόμυλους. Οι πρώτες αναφορές τοποθετούνται στον Μεσαίωνα, ή ακόμη και στους ρωμαϊκούς χρόνους, αλλά μόνο κατά τον 19ο αιώνα υιοθετήθηκε η χρήση της υδατόπτωσης για την περιστροφή τουρμπίνων και την παραγωγή ηλεκτρισμού, τόσο στις ΗΠΑ, όσο και την Ευρώπη.

Το πρώτο μεγάλης κλίμακας εργοστάσιο παλιρροϊκής ενέργειας στον κόσμο είναι ο παλιρροϊκός σταθμός Rance, στη Γαλλία, ο οποίος άρχισε να λειτουργεί το 1966.

Παραγωγή της παλιρροϊκής ενέργειας

Η παλιρροιακή δύναμη προέρχεται από τις ωκεάνιες παλίρροιες της Γης. Οι παλιρροϊκές δυνάμεις οφείλονται σε περιοδικές μεταβολές της βαρυτικής έλξης που ασκείται από τα ουράνια σώματα. Αυτές οι δυνάμεις δημιουργούν αντίστοιχες κινήσεις ή ρεύματα στους ωκεανούς του κόσμου. Λόγω της ισχυρής έλξης στους ωκεανούς, δημιουργείται μια διόγκωση της στάθμης του νερού, προκαλώντας μια προσωρινή αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Όταν το επίπεδο της θάλασσας αυξάνεται, το νερό από τη μέση του ωκεανού αναγκάζεται να κινηθεί προς τις ακτογραμμές, δημιουργώντας μια παλίρροια. Αυτό το φαινόμενο λαμβάνει χώρα με έναν αλάνθαστο τρόπο, λόγω του σταθερού μοτίβου της τροχιάς της Σελήνης γύρω από τη Γη. Το μέγεθος και ο χαρακτήρας αυτής της κίνησης, αντανακλά τις μεταβαλλόμενες θέσεις της Σελήνης και του Ήλιου, σε σχέση με τη Γη, ως αποτελέσματα της περιστροφής της Γης και της τοπικής γεωγραφίας του πυθμένα της θάλασσας και των ακτών.



Είκ 2.5: Διάγραμμα που απεικονίζει τη ρύθμιση της λειτουργίας παλιρροϊκού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (ΠΣΗ) σε διάστημα 24 ωρών

Η παλιρροϊκή ενέργεια, είναι η μόνη τεχνολογία που αντλεί την ενέργεια που εμπεριέχεται στις τροχιακά χαρακτηριστικά του συστήματος Γης-Σελήνης, και σε μικρότερο βαθμό, στο σύστημα Γης-Ήλιου. Άλλες φυσικές ενέργειες εκμετάλλευσης από την ανθρώπινη τεχνολογία προέρχονται, άμεσα ή έμμεσα, από τον Ήλιο, συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών καυσίμων, των συμβατικών υδροηλεκτρικών, της αιολικής ενέργειας, των βιοκαυσίμων, της κυματικής και ηλιακής ενέργειας. Η πυρηνική ενέργεια κάνει χρήση των ορυκτών κοιτασμάτων της Γης, σχάσιμα στοιχεία, ενώ η γεωθερμική αντλεί ενέργεια από την εσωτερική θερμότητα της Γης, η οποία προέρχεται από το συνδυασμό της υπολειπόμενης θερμότητας από τη πλανητική προσάυξηση (περίπου 20%) και τη θερμότητα που παράγεται από τη ραδιενεργό διάσπαση (80%).

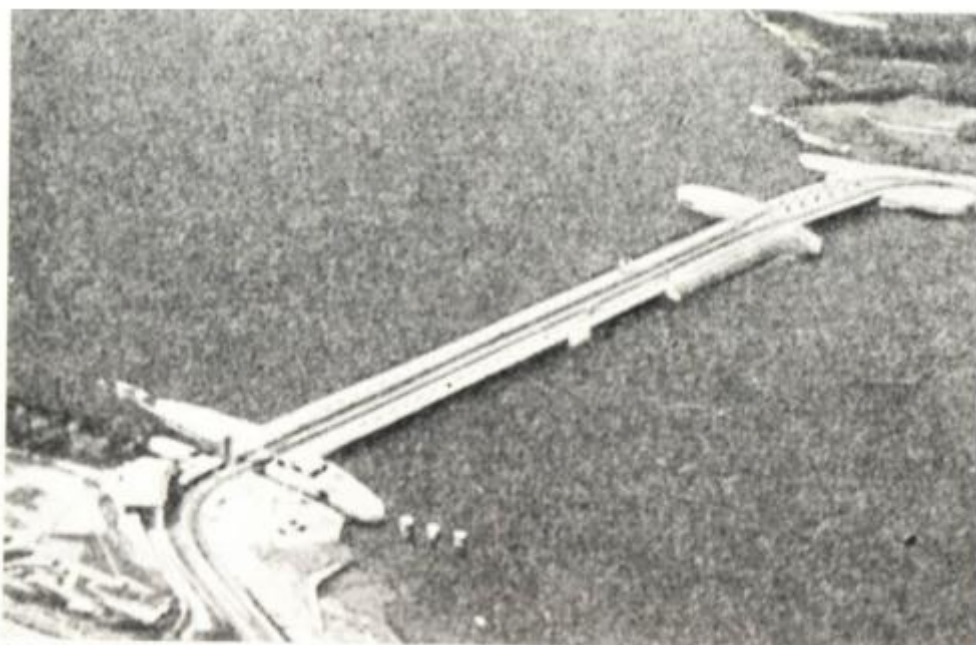
Μια παλιρροϊκή γεννήτρια μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροϊκών ρευμάτων σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια μεγαλύτερη διακύμανση της παλίρροιας και των υψηλότερης ταχύτητας παλιρροϊκών ρευμάτων, μπορεί να αυξήσει, αισθητά, τις δυνατότητες ενός τόπου για την παλιρροιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Επειδή οι παλίρροιας της Γης, τελικά, οφείλονται στην βαρυτική αλληλεπίδραση Σελήνης και Ήλιου και τη περιστροφή της Γης, η παλιρροϊκή ενέργεια είναι, πρακτικά, ανεξάντλητη και ταξινομείται ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η κίνηση της παλίρροιας προκαλεί απώλεια της μηχανικής ενέργειας στο σύστημα Γης-Σελήνης. Αυτό είναι αποτέλεσμα της άντλησης του νερού μέσω των φυσικών περιορισμών γύρω από τις ακτές, της επακόλουθης παχύρρευστης διάχυσης υλικού στο βυθό της θάλασσας και των αναταράξεων. Αυτή η απώλεια ενέργειας προκάλεσε επιβράδυνση της περιστροφής της Γης για 4500 εκατομμύρια χρόνια από την δημιουργία της. Κατά τα τελευταία 620 εκατομμύρια χρόνια, η περίοδος περιστροφής της γης (μήκος μιας ημέρας) αυξήθηκε από 21,9 ώρες σε 24 ώρες, ενώ, σε αυτήν την περίοδο, η Γη έχει χάσει 17% της περιστροφικής ενέργειας. Ενώ η παλιρροϊκή ενέργεια θα λάβει πρόσθετη ενέργεια από το σύστημα, το αποτέλεσμα είναι αμελητέο και θα παρατηρηθεί, μόνο, μετά από μερικά εκατομμύρια χρόνια.

Μέθοδοι Παραγωγής

Υπάρχουν τέσσερις μέθοδοι παραγωγής ενέργειας που βασίζονται στην παλιρροϊκή δύναμη:

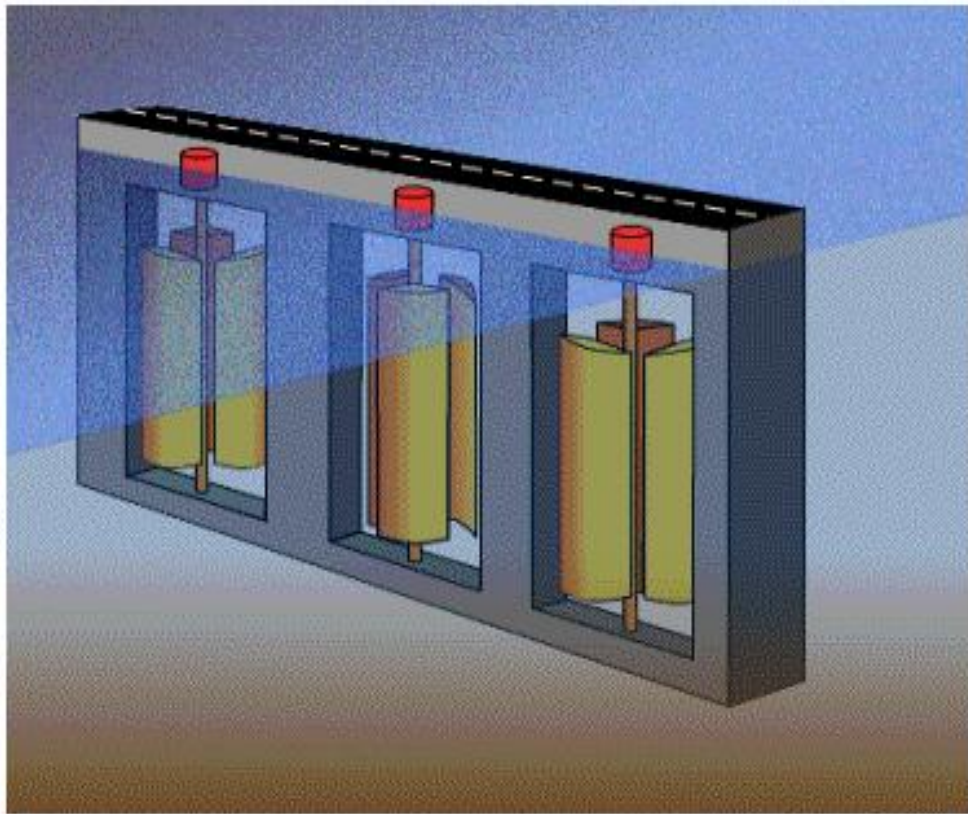
- Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος. Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια, μέσω της κίνησης του νερού, για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, όπως οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλεύονται την αιολική ενέργεια στις γεννήτριες ισχύος. Μερικές παλιρροϊκές γεννήτριες, μπορεί να κατασκευαστούν στις δομές των υφιστάμενων γεφυρών, χωρίς, ουσιαστικά, κανένα αισθητικό πρόβλημα. Οι γεωλογικές στενώσεις, όπως τα στενά ή οι είσοδοι, μπορούν να δημιουργήσουν υψηλές ταχύτητες σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, οι οποίες μπορεί να καταστούν εκμεταλεύσιμες με τη χρήση υδατογεννητριών. Αυτές οι υδατογεννήτριες μπορεί να είναι οριζόντιες, κάθετες, ανοικτές, ή να οδηγούνται, και τυπικά τοποθετούνται κοντά στο κάτω μέρος της στήλης του νερού.



Είκ 2.6: Παλιρροϊκός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής στον ποταμό Ράνς

- Παλιρροϊκά φράγματα. Τα παλιρροϊκά φράγματα κάνουν χρήση του ενεργειακού δυναμικού λόγω της υψομετρικής διαφοράς (ή υδραυλικής κεφαλής) μεταξύ υψηλών και χαμηλών παλιρροιών. Όταν χρησιμοποιούνται παλιρροϊκά φράγματα για την παραγωγή ενέργειας, η δυναμική ενέργεια από την παλίρροια καθίσταται εκμεταλλεύσιμη μέσω της στρατηγικής τοποθέτησης εξειδικευμένων φραγμάτων. Όταν η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει και η παλίρροια αρχίζει να ανέρχεται, η προσωρινή αύξηση της παλιρροϊκής ενέργειας διοχετεύεται σε μια μεγάλη λεκάνη πίσω από το φράγμα, κρατώντας ένα μεγάλο ποσό του ενεργειακού δυναμικού. Με την παλίρροια να υποχωρεί, αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική, όπως το νερό απελευθερώνεται μέσω μεγάλων στροβίλων που δημιουργούν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της χρήσης των γεννητριών. Τα φράγματα, ουσιαστικά, τοποθετούνται σε όλο το πλάτος μιας παλιρροιακής εκβολής.
- Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια. Η δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια (ή DTP) είναι μια μη δοκιμασμένη, αλλά πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί την αλληλεπίδραση μεταξύ της δυναμικής και κινητικής ενέργειας των παλιρροϊκών ρευμάτων. Προτείνονται πολύ μεγάλα φράγματα, μήκους 30 έως 50 km, τα οποία θα κατασκευαστούν σε νοητές ευθείες με κατεύθυνση από τις ακτές τη θάλασσα ή στον ωκεανό, χωρίς να περικλείουν μια περιοχή. Οι παλιρροϊκές διαφορές φάσης, που εισέρχονται κατά μήκος του φράγματος, οδηγούν σε μια σημαντική διαφορά της στάθμης του νερού στα ρηχά παράκτια ύδατα, που διαθέτουν ισχυρά παλιρροιακά ρεύματα ταλάντωσης παράλληλα στην ακτή, όπως διαπιστώθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Κίνα και την Κορέα.
- Παλιρροϊκή λιμνοθάλασσα. Μια νεότερη παλιρροϊκή επιλογή ενεργειακού σχεδιασμού, είναι η κατασκευή κυκλικού τοίχου αντιστήριξης με ενσωματωμένες τουρμπίνες που μπορεί να συλλάβει τη δυναμική ενέργεια της παλίρροιας. Οι ταμιευτήρες που δημιουργούνται είναι παρόμοιοι με εκείνους των παλιρροϊκών φραγμάτων, εκτός του ότι η τοποθεσία είναι τεχνητή και δεν περιλαμβάνει ένα προϋπάρχον οικοσύστημα. Οι λιμνοθάλασσες μπορεί επίσης να είναι σε διπλή (ή τριπλή) μορφή, χωρίς άντληση ή με άντληση που θα μείωνε την ισχύ εξόδου. Η άντληση ενέργειας θα μπορούσε να

πραγματοποιηθεί από την περίσσεια της ζήτησης του δικτύου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για παράδειγμα από ανεμογεννήτριες ή ηλιακές φωτοβολταϊκές συστοιχίες. Η περίσσεια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, αντί να περιοριστεί, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και να αποθηκευτεί για μεταγενέστερη χρονική περίοδο. Οι γεωγραφικώς διεσπαρμένες παλιρροϊκές λιμνοθάλασσες, με μια χρονική καθυστέρηση ως προς την αιχμή της παραγωγής, θα μπορούσαν, επίσης, να ελαχιστοποιήσουν την αιχμή της παραγωγής, παρέχοντας ενέργεια υπό φορτίο, αλλά με υψηλότερο κόστος από ό, τι κάποιες άλλες εναλλακτικές λύσεις αποθήκευσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως η τηλεθέρμανση.



Είκ 2.7: Παλιρροϊακοί φράκτες

2.2.1. Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος

Μια παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος, που συχνά αναφέρεται ως ένας παλιρροϊκός μετατροπέας ενέργειας (TEC) είναι μια μηχανή που εξάγει την ενέργεια

από τις κινούμενες μάζες του νερού, ιδίως παλίρροιες, αν και ο όρος χρησιμοποιείται συχνά σε σχέση με τις μηχανές που έχουν σχεδιαστεί για την εξαγωγή ενέργειας από τη ροή του ποταμού ή από παλιρροϊκές περιοχές των εκβολών των ποταμών. Ορισμένα είδη αυτών των γεννητριών λειτουργούν, λίγο ως πολύ, ως υποβρύχιες ανεμογεννήτριες, και αναφέρονται ως εκ τούτου συχνά ως παλιρροϊκές γεννήτριες ενέργειας. Είχαν, αρχικά, σχεδιαστεί τη δεκαετία του 1970, κατά τη διάρκεια της πετρελαϊκής κρίσης.

Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος είναι η φθηνότερη και λιγότερο περιβαλλοντικά επιβλαβής από τις τρεις κύριες μορφές της παλιρροϊκής ενέργειας.

Ομοιότητες με ανεμογεννήτριες

Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος αντλούν την ενέργεια από τα θαλάσσια ρεύματα, με τον ίδιο τρόπο, όπως και οι ανεμογεννήτριες αντλούν την ενέργεια από τα ρεύματα αέρα. Ωστόσο, το δυναμικό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα ατομικό παλιρροϊκό στρόβιλο μπορεί να είναι μεγαλύτερο, από έναν αντίστοιχο στρόβιλο που βασίζεται στην αιολική ενέργεια. Η υψηλότερη πυκνότητα του νερού σε σχέση με τον αέρα, το νερό έχει περίπου 800 φορές την πυκνότητα του αέρα, σημαίνει ότι μία μόνο γεννήτρια μπορεί να παράσχει σημαντική ισχύ σε χαμηλές ταχύτητες παλιρροϊκής ροής, σε σύγκριση με παρόμοια ταχύτητα του ανέμου. Δεδομένου ότι η δύναμη ποικίλλει ανάλογα με την πυκνότητα του μέσου και τον κύβο της ταχύτητας, η ταχύτητα του νερού είναι σχεδόν το ένα δέκατο της ταχύτητας του ανέμου που παρέχει την ίδια δύναμη για το ίδιο μέγεθος τουρμπίνας. Ωστόσο, αυτό περιορίζει την εφαρμογή τους σε μέρη όπου, η ταχύτητα της παλίρροιας είναι τουλάχιστον 2 κόμβοι (1 m / s), ακόμη και κοντά σε NEAP παλίρροιες. Οι παλίρροιες NEAP είναι αυτές που εμφανίζονται αμέσως μετά από το πρώτο και το τρίτο τρίμηνο του φεγγαριού, όταν υπάρχει ελάχιστη διαφορά μεταξύ παλίρροιας και την άμπωτης. Επιπλέον, σε υψηλότερες ταχύτητες με ροή μεταξύ 2 έως 3 m/s στο θαλασσινό νερό, ο παλιρροϊκός στρόβιλος, τυπικά, μπορεί να έχει τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια ανά ρότορα.

Τύποι παλιρροϊκής γεννήτριας

Κανένας τύπος παλιρροϊκής γεννήτριας ρεύματος δεν έχει αναδειχθεί ως ξεκάθαρος νικητής, ανάμεσα σε μια μεγάλη ποικιλία σχεδίων. Ορισμένοι τύποι είναι αρκετά υποσχόμενοι και με τις εταιρείες να έχουν τολμηρές αξιώσεις. Ωστόσο, οι τύποι αυτοί δεν έχουν ακόμη επιβεβαιωθεί, και δεν έχουν εμπορικά δοκιμαστεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα για να είναι δυνατή η αξιολόγησή τους.

Το Ευρωπαϊκό Κέντρο Θαλάσσιας Ενέργειας αναγνωρίζει έξι βασικούς τύπους παλιρροϊκών μετατροπέων ενέργειας. Είναι οι στρόβιλοι οριζόντιου άξονα, κατακόρυφου άξονα, ταλαντευόμενων υδροπτερύγων, συσκευών βεντούρι, ατέρμονα κοιλία και παλιρροϊκών αετών.



Είκ 2.8: Παλιρροιακοί στρόβιλο

Αξονικές τουρμπίνες

Στη σύλληψή τους προσομοιάζουν με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους, μόνο που λειτουργούν κάτω από τη θάλασσα. Είναι οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες τουρμπίνες στην αγορά και κατασκευάζονται από διάφορες εταιρείες. Συγκεκριμένα:

Η ολλανδική Tocardo, εργάζεται πάνω σε γεννήτριες με χρήση παλιρροϊκής ενέργειας, από το 2008, έχοντας εγκαταστήσει κάποιες στο Den Oever. Τα τυπικά στοιχεία παραγωγής ισχύος, για τις παλιρροϊκές γεννήτριες τύπου T100 που εγκαταστάθηκαν στο Den Oever, είναι 100 kW για το παραποτάμιο μοντέλο (T1) και 200 kW για το παλιρροϊκό μοντέλο (T2), ενώ σύντομα αναμένεται και το μοντέλο (T3).

Ο στρόβιλος AR-1000, ισχύος 1MW με ταχύτητα ροή νερού 2.65 m/s, αναπτύχθηκε με επιτυχία, από την Atlantis Resources Corporation, στις εγκαταστάσεις EMEC κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2011. Η εμπορική σειρά AR αφορά στρόβιλους οριζόντιου άξονα που έχουν σχεδιαστεί για την ανάπτυξη σε ανοιχτούς ωκεανούς. Διαθέτουν έναν μονό ρότορα που λειτουργεί με σταθερά πτερύγια και περιστρέφεται, όπως απαιτείται, με κάθε παλιρροϊκή ανταλλαγή.

Η εγκατάσταση Kvalsund βρίσκεται νότια του Χάμερφεστ, στη Νορβηγία, και χρησιμοποιεί έναν στρόβιλο με αναφερόμενη χωρητικότητα 300 kW που συνδέθηκε με το δίκτυο στις 13 Νοεμβρίου 2003.

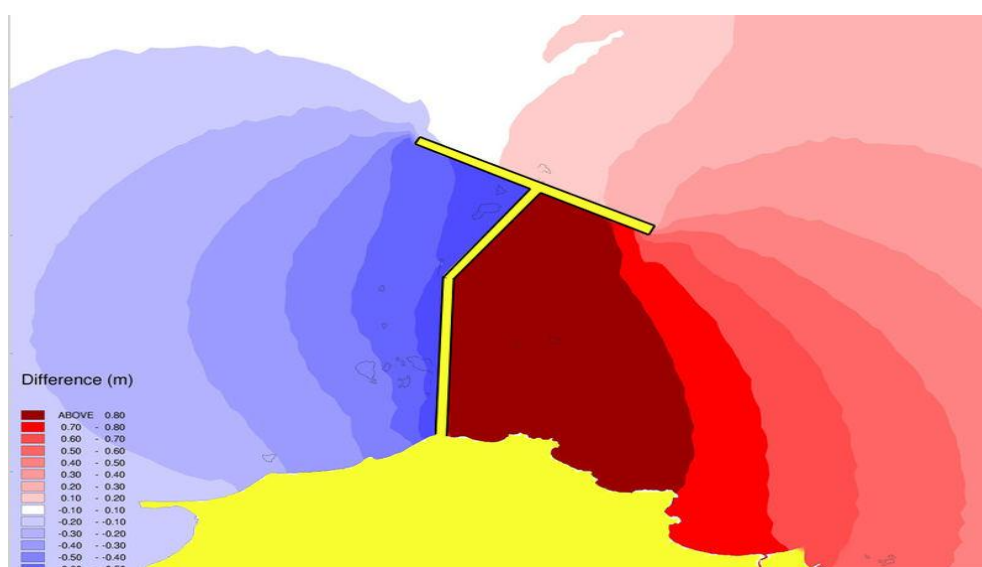
Ο Seaflo, είναι ένας 300 kW Periodflow θαλάσσιος στρόβιλος ρεύματος, τύπου έλικας, που εγκαταστάθηκε από τη Marine Current Turbines στα ανοικτά των ακτών της Lynmouth, στο Ντέβον της Αγγλίας, το 2003. Η, διαμέτρου 11 m, τουρμπίνα τοποθετήθηκε σε ένα σωρό από χάλυβα και ποντίστηκε στο βυθό. Ως πρωτότυπο, συνδέθηκε με ένα φορτίο και όχι στο δίκτυο.

Η εταιρεία Marine Current Turbines εγκατέστησε την τουρμπίνα SeaGen στο Strangford Lough της Βόρειας Ιρλανδίας, τον Απρίλιο του 2008. Η τουρμπίνα άρχισε να παράγει, σε πλήρη ισχύ, άνω των 1,2 MW, το Δεκέμβριο του 2008, ενώ, για πρώτη φορά, φέρεται να τροφοδότησε το δίκτυο με 150 kW στις 17 Ιουλίου 2008. Ήδη, έχει συνεισφέρει περισσότερα από 1GWh για τους καταναλωτές της Βορείου Ιρλανδίας. Αυτή τη στιγμή, είναι η μόνη συσκευή εμπορικής κλίμακας που μπορεί να εγκατασταθεί οπουδήποτε στον κόσμο. Η SeaGen απαρτίζεται από δύο ρότορες αξονικής ροής, καθένας από τους οποίους οδηγεί μια γεννήτρια. Οι γεννήτριες είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια τόσο κατά την άμπωτη, όσο και κατά την πλημμυρίδα, ενώ τα πτερύγια του ρότορα μπορούν να περιστραφούν κατά 180°.

Η ιρλανδική εταιρεία OpenHydro, αξιοποιώντας τις τουρμπίνες ανοικτού κέντρου που αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ, δημιούργησε ένα πρωτότυπο που δοκιμάζεται στο Ευρωπαϊκό Κέντρο Θαλάσσιας Ενέργειας (EMEC), στο Όρκνεϊ της Σκωτίας.

Μία πρωτότυπη ημιβυθισμένη κινούμενη δεμένη παλιρροϊκή τουρμπίνα που ονομάζεται Enorod, έχει δοκιμαστεί από τον Ιούνιο του 2008, στο Strangford Lough της Βόρειας Ιρλανδίας, σε κλίμακα 1/10. Η τουρμπίνα αναπτύχθηκε από την βρετανική εταιρεία Ocean Flow Energy Ltd, είναι σε μορφή γάστρας, διατηρεί τη βέλτιστη λειτουργία στο παλιρροϊακό ρεύμα και έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε μέγιστη ροή της στήλης του νερού.

Το 2010, η Tenax Energy της Αυστραλίας, πρότεινε να θέσει 450 γεννήτριες στα ανοικτά των ακτών του Ντάργουιν, στην Αυστραλία, στο Στενό Clarence. Οι γεννήτριες διέθεταν ένα τμήμα του ρότορα, περίπου 15 μέτρα σε διάμετρο, με ελαφρώς μεγαλύτερη βάση για τη βαρύτητα. Οι γεννήτριες λειτουργούσαν σε βαθιά νερά και κάτω από τα ναυτικά κανάλια. Κάθε γεννήτρια, παρήγαγε ενέργεια για 300 έως 400 σπίτια.



Είκ 2.9: Παλιρροϊακό φράγμα DTP

Η Tidalstream, μια εταιρεία που εδρεύει στο Ηνωμένο Βασίλειο, εγκατέστησε την, υπό κλίμακα, τουρμπίνα Triton 3, στον Τάμεση. Μπορεί να επιπλέει στην περιοχή της, εγκαθίσταται χωρίς γερανούς, αντηρίδες ή δύτες και στη συνέχεια, με έρμα, βυθίζεται στη θέση λειτουργίας της. Σε πλήρη κλίμακα, η Triton 3 βρίσκεται σε

30-50m βάθος και έχει χωρητικότητα 3MW, ενώ η Triton 6 βρίσκεται σε βάθος 60-80m και έχει χωρητικότητα έως και 10MW, ανάλογα με τη ροή. Και οι δύο πλατφόρμες προσφέρουν δυνατότητα πρόσβασης στον άνθρωπο, τόσο στη θέση λειτουργίας όσο και στη θέση συντήρησης εκτός επίπλευσης.

Cross flow τουρμπίνες

Οι τουρμπίνες αυτές εφευρέθηκαν από τον Georges Darrieus το 1923 και κατοχυρώθηκαν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1929. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε κάθετα, είτε οριζόντια.

Η τουρμπίνα Γκόρλοβ είναι μια, μεγάλης κλίμακας τουρμπίνα, παραλλαγή του σχεδίου Darrieus και βασίζεται σε ένα ελικοειδές σχέδιο. Είναι σε χρήση στη Νότια Κορέα, ξεκίνησε με ένα εργοστάσιο 1MW, που άνοιξε το Μάιο του 2009, και επεκτάθηκε στα 90 MW, το 2013.

Η Proteus χρησιμοποιεί ένα στρόβιλο κατακόρυφου άξονα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχηματίσει μια συστοιχία, κυρίως σε εκβολές ποταμών.

Τον Απρίλιο του 2008, η Εταιρεία Ωκεανός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, LLC (ORPC) ολοκλήρωσε με επιτυχία την δοκιμή μιας στροβιλογεννήτριας στο ORPC, του κόλπου Cobscook και στο Δυτικό παλιρροϊκό πέρασμα, κοντά στο Eastport, του Μέιν. Η στροβιλογεννήτρια είναι ο πυρήνας της τεχνολογίας της OCGen και χρησιμοποιεί προηγμένης σχεδίασης πολλαπλής ροής (ADCF) στρόβιλους για να οδηγήσει μια γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη που βρίσκεται μεταξύ των στρόβιλων που είναι τοποθετημένοι στον ίδιο άξονα. Η ORPC έχει αναπτύξει στροβιλογεννήτριες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας από ποτάμια, παλίρροιες και βαθιά θαλάσσια ωκεάνια ρεύματα.

Δοκιμές στο Στενό της Μεσσήνης, ξεκίνησαν στην Ιταλία, το 2001, με εφαρμογή του στρόβιλου Kobold.

Γεννήτριες επαυξημένης ροής

Εφαρμόζοντας μέτρα αύξησης της ροής, όπως για παράδειγμα ένα αγωγό ή κάλυμμα, η διαθέσιμη δύναμη ενός στρόβιλου μπορεί να αυξηθεί. Το πιο κοινό παράδειγμα, αφορά την χρησιμοποίηση ενός καλύμματος για αύξηση του ρυθμού ροής διαμέσου του στρόβιλου, η οποία μπορεί να είναι είτε αξονική ή εγκάρσια.

Η αυστραλιανή εταιρεία παλιρροϊκής ενέργειας Pty Ltd, ανέλαβε την επιτυχή εμπορική δοκιμή αποτελεσματικών παλιρροιακών στροβίλων στην Gold Coast, του Queensland, το 2002. Η παλιρροϊκή ενέργεια που αποδίδεται στον στρόβιλο τους, στη βόρεια Αυστραλία, είναι από τις ταχύτερες καταγραφείσες ροές (11m/s, 21 κόμβοι). Δύο μικρές ανεμογεννήτριες, θα παράσχουν 3,5 MW. Μια άλλη τουρμπίνα, διαμέτρου 5 m και ικανότητας 800 kW για ροή 4 m/s, σχεδιάστηκε ως μια παλιρροϊκή γεννήτρια αφαλάτωσης κοντά στο Brisbane της Αυστραλίας.



Είκ 2.10: Παλιρροιακή τουρμπίνα

Ταλαντευόμενες συσκευές

Οι ταλαντευόμενες συσκευές δεν διαθέτουν περιστρεφόμενο εξάρτημα. Αντί αυτού, κάνουν χρήση τμημάτων της αεροτομής, τα οποία ωθούνται, πλαγίως, από τη ροή. Κατά τη διάρκεια του 2003, η 150 kW συσκευή ταλάντωσης υδροπλάνου Stingray, δοκιμάστηκε στα ανοικτά των ακτών της Σκωτίας. Η Stingray χρησιμοποιεί ιπτάμενα δελφίνια για να δημιουργήσει ταλάντωση, η οποία με την σειρά της, της επιτρέπει να δημιουργήσει υδραυλική ισχύ. Αυτή η υδραυλική ισχύς χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει ένα υδραυλικό κινητήρα, ο οποίος, στη συνέχεια, μετατρέπεται σε μια γεννήτρια.

Η εταιρεία Pulse Tidal λειτουργεί μια συσκευή ταλάντευσης, μέσω ιπτάμενου δελφινιού, στις εκβολές του ποταμού Humber. Έχοντας εξασφαλίσει χρηματοδότηση από την ΕΕ, παρήγαγε και την αντίστοιχη συσκευή, εμπορικής κλίμακας, το 2012.

Το σύστημα παλιρροϊκής μετατροπής ισχύος bioSTREAM, που παράγεται από την αυστραλιανή εταιρεία BioPower Systems, χρησιμοποιεί τη βιομίμηση των θαλασσιών ειδών, όπως ο καρχαρίας και το σκουμπρί, μελετώντας και χρησιμοποιώντας τους εξαιρετικά αποτελεσματικούς τρόπους προώθησης τους.

Ένα πρωτότυπο 2 kW, που βασίζεται στη χρήση των δύο ταλαντευόμενων ιπτάμενων δελφινιών σε παράλληλη διαμόρφωση, έχει αναπτυχθεί και δοκιμαστεί με επιτυχία στο Πανεπιστήμιο Laval, κοντά στο Κεμπέκ Σίτι, του Καναδά, το 2009. Έχει επιτευχθεί υδροδυναμική απόδοση 40% κατά τη διάρκεια των δοκιμών πεδίου.

Venturi

Οι συσκευές που βασίζονται στο φαινόμενο Venturi, χρησιμοποιούν ένα κάλυμμα ή αγωγούς, ώστε να δημιουργήσουν μια διαφορεική πίεση, η οποία χρησιμοποιείται για να τρέξει ένα δευτερεύον υδραυλικό κύκλωμα, με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Μια τέτοια συσκευή, η Hydro Venturi, πρόκειται να δοκιμαστεί στο San Francisco Bay.

Παλιρροϊακοί αετοί

Ο παλιρροϊκός αετός είναι μια υποβρύχια συσκευή που μετατρέπει την παλιρροϊκή ενέργεια σε ηλεκτρική, με την κίνηση μέσω παλιρροϊακού ρεύματος. Το 2011, εκτιμήθηκε, ότι το 1% των παγκόσμιων ενεργειακών απαιτήσεων του έτους, θα μπορούσε να παρέχεται από τέτοιες συσκευές σε ευρεία κλίμακα.

Ο πρώτος παλιρροϊκός αετός αναπτύχθηκε από τη σουηδική εταιρία Minesto. Η πρώτη δοκιμή διεξήχθη στη θάλασσα του Strangford Lough, στη Βόρεια Ιρλανδία, το καλοκαίρι του 2011. Στο τεστ χρησιμοποιήθηκε αετός με άνοιγμα φτερών 1,4 m. Το 2013, ξεκίνησε τη λειτουργία της η μονάδα Deep Green Pilot Unit, στα ανοικτά της Βόρειας Ιρλανδίας. Το εργοστάσιο χρησιμοποιεί αετούς από ανθρακονήματα με άνοιγμα φτερών 8 ή 12 m. Κάθε αετός έχει ονομαστική ισχύ 120 kW για μια παλιρροϊκή ροή 1,3 m/s.

Το Kite Minesto, είναι ένας άλλος αετός, με άνοιγμα φτερών 8 έως 14 m. Ο αετός έχει ουδέτερη πλευστότητα, οπότε δεν βυθίζεται όπως η παλιρροία γυρίζει και ρέει από την άμπωτη. Κάθε αετός είναι εξοπλισμένος με ένα στρόβιλο, χωρίς γρανάζια, για να δημιουργήσει ενέργεια η οποία μεταδίδεται από το καλώδιο σύνδεσης με ένα μετασχηματιστή και στη συνέχεια οδηγείται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το στόμιο της τουρμπίνας είναι προστατευμένο, για την προστασία της θαλάσσιας ζωής. Η έκδοση των 14m , έχει ονομαστική ισχύ 850 kW για μια παλιρροϊκή ροή 1,7 m/s. Ο αετός είναι δεμένος με ένα καλώδιο σε ένα σταθερό σημείο. Αυτός "πετάει" με το να μεταφέρει ένα στρόβιλο. Κινείται σε ένα βρόχο σχήματος "8" για να αυξηθεί η ταχύτητα του νερού που ρέει, μέσα από το στρόβιλο, κατά δέκα φορές. Η δύναμη αυξάνεται με τον κύβο της ταχύτητας, προσφέροντας τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας, 1.000 φορές περισσότερη, από μία στάσιμη γεννήτρια. Αυτό σημαίνει, ότι ο ελιγμός του αετού μπορεί να λειτουργήσει για παλιρροιακά ρεύματα που κινούνται πολύ αργά και να οδηγήσει νωρίτερα παλιρροϊκές συσκευές, όπως η τουρμπίνα SeaGen. Ο αετός λειτουργεί για χαμηλές ροές της τάξης των 1 έως 2,5 m/s. Κάθε αετός θα έχει την ικανότητα να παράξει ισχύ, μεταξύ 150 και 800 kW. Μπορούν να χρησιμοποιούνται σε ύδατα βάθους 50 έως 300 m.

2.2.2. Παλιρροϊκό φράγμα

Ένα παλιρροϊκό φράγμα, είναι ένα φράγμα που μοιάζει με τη δομή που χρησιμοποιείται για να συλλάβει την ενέργεια από μάζες νερού που κινούνται μέσα και έξω από έναν κόλπο ή ποταμό και στις οποίες οφείλονται σε παλιρροιακές δυνάμεις.

Αντί της κατασκευής φραγμάτων νερού από τη μία πλευρά, όπως ένα συμβατικό φράγμα, ένα παλιρροϊκό φράγμα, αρχικά, επιτρέπει στο νερό να ρέει σε ένα κόλπο ή ποτάμι, κατά τη διάρκεια της πλυμηρίδα, και το απελευθερώνει κατά τη διάρκεια της άμπωτης. Αυτό γίνεται με τη μέτρηση της παλιρροϊκής ροής και τον έλεγχο των πυλών του φράγματος, κατά καιρούς, που είναι το κλειδί του παλιρροϊκού κύκλου. Οι γεννήτριες στη συνέχεια τοποθετούνται σε αυτούς τους υδατοφράκτες για να συλλάβουν την ενέργεια από το νερό που ρέει μέσα και έξω.



Είκ 2.11: Παλιρροιακό φράγμα στη Γαλλία

Τα παλιρροιακά φράγματα, είναι από τις παλαιότερες μεθόδους παλιρροϊκής ενέργειας, με έργα που αναπτύσσονται ήδη από τη δεκαετία του 1960, με αρχή τον παλιρροιακό σταθμό, ισχύος 1,7 MW, στην Kislaya Guba, της Ρωσίας.

Μέθοδος παραγωγής

Η μέθοδος του φράγματος παλιρροιακής ενέργειας περιλαμβάνει την κατασκευή τους φράγματος σε ένα κόλπο ή ποτάμι που υπόκειται σε παλιρροϊκή ροή. Οι γεννήτριες εγκαθίστανται στον τοίχο του φράγματος για την παραγωγή ενέργειας, καθώς το νερό ρέει μέσα και έξω από τους εκβολές της λεκάνης, του κόλπου, ή του ποταμιού. Αυτά τα συστήματα είναι παρόμοια με ένα υδροηλεκτρικό φράγμα που παράγει στατική πίεση (ύψος πίεσης του νερού). Όταν η στάθμη του νερού έξω από τις λεκάνες ή τις λιμνοθάλασσες αλλάζει σε σχέση με τη στάθμη του νερού στο εσωτερικό, οι γεννήτριες είναι σε θέση να παράγουν ενέργεια.

Τα βασικά στοιχεία τους φράγματος είναι τα κιβώτια, τα αναχώματα, οι υδατοφράκτες, οι τουρμπίνες, και τα πλοία κλειδιά. Οι υδατοφράκτες, οι τουρμπίνες,

και τα πλοία κλειδιά στεγάζονται στα κιβώτια (πολύ μεγάλοι τσιμεντόλιθοι). Τα αναχώματα σφραγίζουν τη λεκάνη, η οποία δεν σφραγίζεται από τα κιβώτια.

Οι πύλες-φράχτες που χρησιμοποιούνται για την παλιρροϊκή ενέργεια είναι η πύλη πετυγιο, η κατακόρυφη άρση των πυλών, η ακτινική πύλη, και η άρση του τομέα.

Υπάρχουν μόνο λίγες τέτοιες εγκαταστάσεις. Η πρώτη ήταν ο παλιρροϊκός σταθμός ισχύος του Rance, στις όχθες του ποταμού Rance, στη Γαλλία, ο οποίος λειτουργεί από το 1966, και παράγει 240MW. Μια μεγαλύτερη μονάδα 254MW ξεκίνησε τη λειτουργία της στη λίμνη Sihwa, στην Κορέα, το 2011. Οι μικρότερες εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν μία στον κόλπο του Fundy, και μία ακόμη σε μια μικρή είσοδο στην Kislaya Guba της Ρωσίας. Μια σειρά από προτάσεις έχουν ληφθεί υπόψη για το φράγμα Severn κατά μήκος του ποταμού Severn, κοντά στο Cardiff της Ουαλίας.

Τα συστήματα φραγμάτων επηρεάζονται από το πρόβλημα του υψηλού κόστους της υποδομής, που σχετίζεται με το ότι στην πραγματικότητα είναι ένα φράγμα που τοποθετείται σε όλα τα συστήματα των εκβολών ποταμών, καθώς και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την αλλαγή τους μεγάλου οικοσυστήματος.

Ως προς την λειτουργία του, η λεκάνη γεμίζεται μέσω των στροβίλων, οι οποίοι δημιουργούν πλημμυρίδα. Αυτό είναι, γενικά, λιγότερο αποτελεσματικό από ότι η γέννηση τους άμπωτης, επειδή ο όγκος που περιέχεται στο άνω ήμισυ της λεκάνης (η οποία είναι εκεί όπου λειτουργεί η παραγωγή της άμπωτης) είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του κάτω ήμισυ (συμπληρώθηκε, πρώτα, κατά την παραγωγή πλημμύρας). Ως εκ τούτου, η διαθέσιμη διαφορά επιπέδου – σημαντική για τη δύναμη του στροβίλου που παράγεται – μεταξύ της πλευράς της λεκάνης και της πλευράς της θάλασσας του φράγματος, μειώνεται πιο γρήγορα από ό, τι γεννάται η άμπωτη. Οι ποταμοί που εκβάλλουν στη λεκάνη, μπορούν να μειώσουν, περαιτέρω, το δυναμικό ενέργειας, αντί να βελτιώσουν την παραγωγή άμπωτης. Φυσικά αυτό δεν είναι ένα πρόβλημα στο μοντέλο της «λιμνοθάλασσας», χωρίς εισροή ποταμού.

Κατά την άντληση, οι γεννήτριες είναι σε θέση να κινούνται κάτω από την πίεση της ενέργειας τους, για να αυξήσουν το επίπεδο του νερού στη λεκάνη

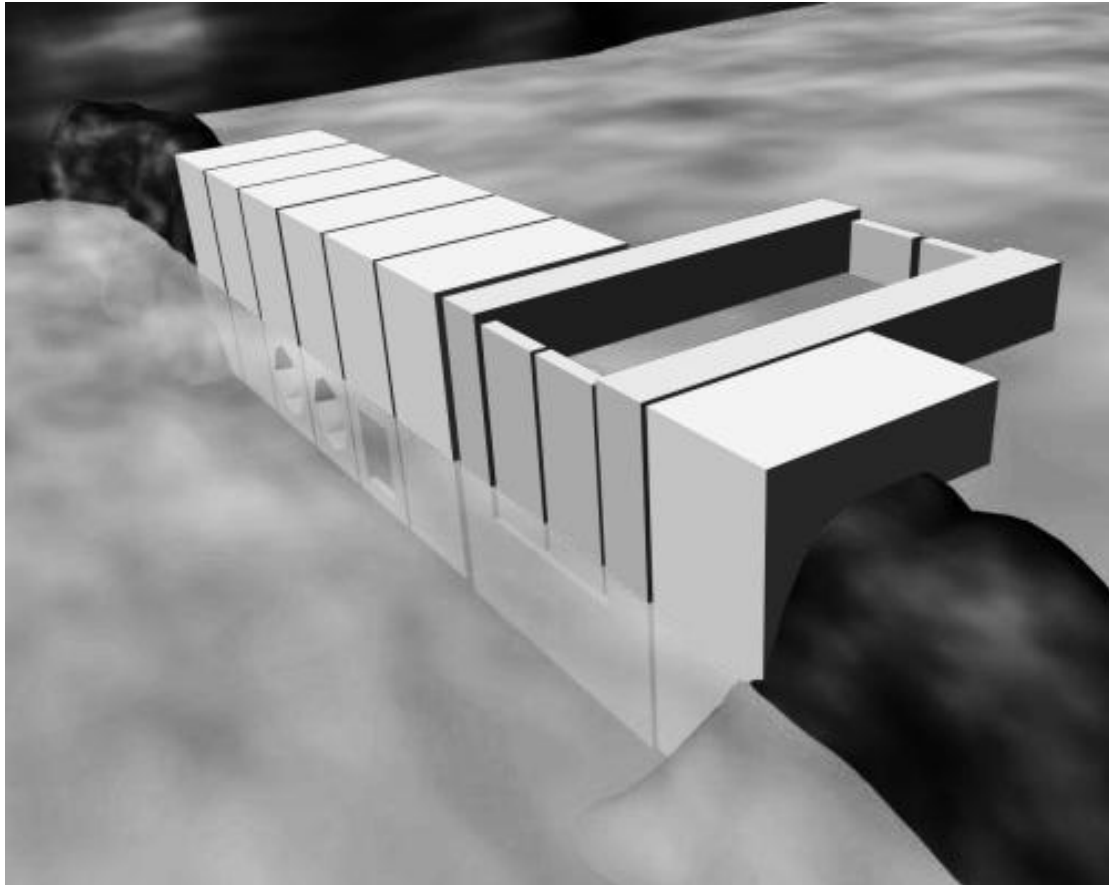
κατά την υψηλή πλημμυρίδα (για παραγωγή άμπωτης). Αυτή η ενέργεια είναι περισσότερη από ότι επιστρέφεται κατά την παραγωγή, επειδή η ισχύς είναι στενά συνδεδεμένη με την αιχμή.

Ένας άλλος τρόπος παραγωγής ενέργειας, μέσω φράγματος, είναι αυτός της λεκάνης διπλού τύπου. Η μία είναι γεμάτη σε υψηλή πλημμυρίδα και η άλλη αδειάζει κατά την άμπωτη. Οι γεννήτριες τοποθετούνται μεταξύ των λεκανών απορροής. Τα δύο συστήματα λεκάνης προσφέρουν πλεονεκτήματα, σε σχέση με τα κανονικά συστήματα, αφού για αυτό το διάστημα, η παραγωγή μπορεί να ρυθμιστεί με μεγάλη ευελιξία και είναι δυνατή, η, σχεδόν, αδιάλειπτη παραγωγή. Ωστόσο, σε κανονικές συνθήκες, εκβολών ποταμών, τα συστήματα δύο λεκανών είναι πολύ ακριβά για να κατασκευαστούν, λόγω του κόστους του επιπλέον μήκους του φράγματος. Υπάρχουν μόνο κάποιες ευνοϊκές γεωγραφικές περιοχές, που είναι κατάλληλες για το φράγμα αυτού του είδους.

2.2.3. Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια

Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια, DTP, είναι μη δοκιμασμένη στην πράξη, αλλά πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την παραγωγή παλιρροϊκής ηλεκτρικής ενέργειας. Απαιτεί τη δημιουργία μακρού φράγματος, με δομή κάθετη προς την ακτή, με παράλληλο εμπόδιο στην άκρη, σχηματίζοντας ένα μεγάλο σχήμα «T». Αυτό το μακρύ φράγμα - T, θα επηρεάσει την ακτή, τα παράλληλα παλιρροϊκά κύματα και την υδροδυναμική, δημιουργώντας διαφορές στάθμης του νερού στις αντίθετες πλευρές του φράγματος, που οδηγούν σε μια σειρά στροβίλων αμφίδρομης εγκατάστασης στο φράγμα. Τα ταλαντευόμενα παλιρροϊκά κύματα που κινούνται κατά μήκος των ακτών της υφαλοκρηπίδας, τα οποία περιέχουν ισχυρά υδραυλικά ρεύματα, απαντώνται στην Κίνα, την Κορέα, και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Η έννοια εφευρέθηκε και κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1997 από τους Ολλανδούς μηχανικούς Kees Hulsbergen και Rob Steijn.



Είκ 2.12: Παλιρροιακό φράγμα

Το φράγμα DTP αποτελεί ένα μεγάλο εμπόδιο άνω των 30 χιλιομέτρων, που είναι χτισμένο κάθετα προς την ακτή και τρέχει κατευθείαν στη θάλασσα, χωρίς να περικλείει κάποια περιοχή. Σε πολλές ακτές του κόσμου, η κύρια παλιρροϊκή κίνηση γίνεται παράλληλα με την ακτογραμμή, και ολόκληρη η μάζα του νερού των ωκεανών επιταχύνεται προς μία κατεύθυνση και αργότερα, μέσα στην ημέρα, πίσω προς την άλλη κατεύθυνση. Ένα φράγμα DTP είναι αρκετά μεγάλο ώστε να ασκεί επιρροή στην οριζόντια παλίρροια, την κίνηση, η οποία δημιουργεί μια διαφορετική στάθμη του νερού (κεφαλή) πάνω από τις δύο πλευρές του φράγματος. Η κεφαλή μπορεί να μετατραπεί σε δύναμη, χρησιμοποιώντας μια μακρά σειρά συμβατικών στροβίλων χαμηλής κεφαλής που έχουν εγκατασταθεί στο φράγμα.

Τα οφέλη της τεχνολογίας αυτής συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Υψηλή ισχύς εξόδου .Εκτιμάται ότι ορισμένα από τα μεγαλύτερα φράγματα θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν πάνω από 15 GW (15.000 MW) της εγκατεστημένης ισχύος. Ένα φράγμα DTP με 8 GW εγκατεστημένης ισχύος και συντελεστή χωρητικότητας περίπου 30%, θα μπορούσε να δημιουργήσει

περίπου 21 TWh, ετησίως. Για να εισαχθεί ο αριθμός αυτός σε μια προοπτική, ένας μέσος ευρωπαίος καταναλώνει περίπου 6.800 kWh, ανά έτος, έτσι ένα φράγμα DTP θα μπορούσε να προμηθεύσει ενέργεια για περίπου 3.090.000 Ευρωπαίους.

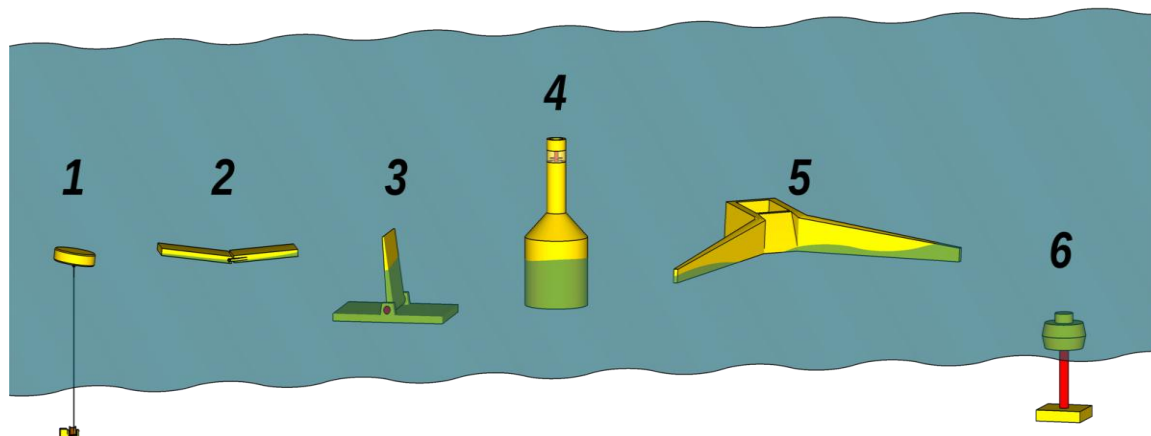
- Σταθερή δύναμη. Η δημιουργία της παλιρροϊκής ενέργειας είναι εξαιρετικά προβλέψιμη λόγω της ντετερμινιστικής φύσης της παλίρροιας, και ανεξάρτητη από τις καιρικές συνθήκες ή την αλλαγή του κλίματος. Η ισχύς εξόδου μεταβάλλεται ανάλογα με τη παλιρροϊκή φάση (άμπωτη, πλημμυρίδα), αλλά αυτό μπορεί να αποφευχθεί με το συνδυασμό δύο φραγμάτων, που τοποθετούνται σε ορισμένη απόσταση το ένα από το άλλο (της τάξης των 150-250 km), ώστε το ένα να παράγει τη μέγιστη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, όταν το άλλο παράγει την ελάχιστη απόδοση. Αυτό παρέχει μια προβλέψιμη και αρκετά σταθερή βάση φόρτισης για το ενεργειακό δίκτυο, σε αντίθεση με την αιολική ή την ηλιακή ενέργεια.
- Υψηλή διαθεσιμότητα. Η δυναμική ή παλιρροϊκή ενέργεια, δεν απαιτεί ένα πολύ υψηλό φυσικό παλιρροιακό εύρος, αλλά αντί αυτού, μια ανοικτή ακτή όπου το παλιρροιακό εύρος βρίσκεται παραλιακά. Τέτοιες συνθήκες παλίρροιας μπορεί να βρεθούν σε πολλά μέρη του κόσμου, το οποίο σημαίνει ότι το θεωρητικό δυναμικό της DTP είναι πολύ υψηλό. Κατά μήκος της κινεζικής ακτής, για παράδειγμα, το συνολικό ποσό της διαθέσιμης ισχύος εκτιμάται σε 80-150 GW.
- Δυναμικό για συνδυασμένες λειτουργίες. Το μεγάλο φράγμα μπορεί να συνδυαστεί με διάφορες άλλες λειτουργίες, όπως την προστασία των ακτών, τη βαθιά θάλασσα, τους λιμένες υγροποιημένου φυσικού αερίου, τις εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας, το οποίο ελέγχεται εγγειοβελτιωτικά για τις συνδέσεις μεταξύ των νησιών και της ηπειρωτικής χώρας. Αυτές οι πρόσθετες λειτουργίες, μπορούν να μοιραστούν το κόστος των επενδύσεων, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της τιμής ανά kWh.

2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

2.3.1. Γενική περιγραφή

Τα θαλάσσια κύματα είναι η μεταφορά ενέργειας από τα επιφανειακά κύματα του ωκεανού, και η σύλληψη της εν λόγω ενέργειας για να γίνει χρήσιμο το έργο - για παράδειγμα, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αφαλάτωσης ύδατος, ή την άντληση του νερού (σε δεξαμενές). Μια μηχανή που μπορεί να εκμεταλλευτεί την ενέργεια των κυμάτων είναι γενικά γνωστή ως μετατροπέας κυματικής ενέργειας (WEC).

Η κυματική ενέργεια είναι διαφορετική από την ημερήσια ροή της παλιρροϊκής ενέργειας και της σταθερής δίνης των ωκεάνιων ρευμάτων. Η παραγωγή κυματικής ενέργειας, επί του παρόντος, δεν χρησιμοποιείται ευρέως ως εμπορική τεχνολογία, αν και υπήρξαν προσπάθειες να χρησιμοποιηθεί τουλάχιστον από το 1890. Το 2008, το πρώτο πειραματικό αγρόκτημα κυμάτων άνοιξε στην Πορτογαλία, στην Aguçadoura Wave Park. Ο κύριος ανταγωνιστής της ενέργειας των κυμάτων είναι η υπεράκτια αιολική ενέργεια, με πιο οπτικό αντίκτυπο.



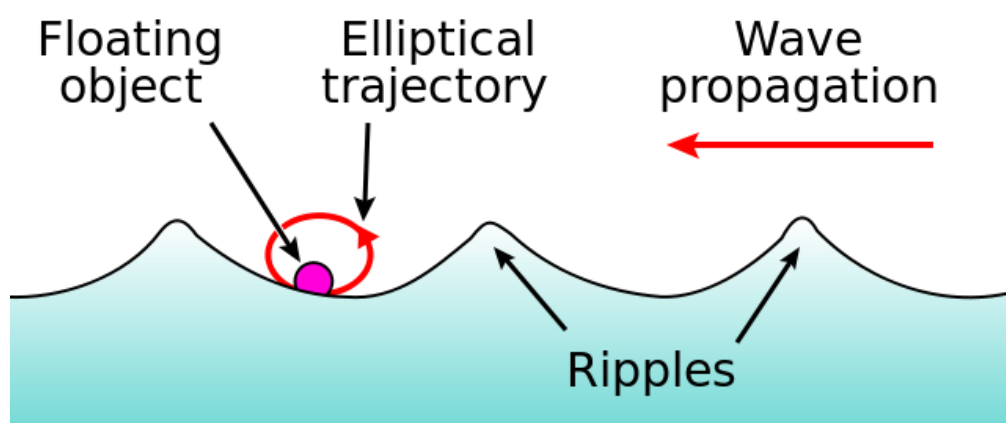
Είκ 2.13: Διάφοροι τύποι γεννητριών από την ενέργεια των κυμάτων

Τα κύματα παράγονται από το πέρασμα του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Όσο τα κύματα διαδίδονται πιο αργά από την ταχύτητα του ανέμου, ακριβώς πάνω από τα κύματα, υπάρχει μια μεταφορά ενέργειας από τον άνεμο προς τα κύματα. Αμφότερες οι διαφορές πίεσης αέρα, μεταξύ του ανάντη και της υπήνεμης

πλευράς, του κύματος κορυφής, καθώς και η τριβή στην επιφάνεια του νερού από τον άνεμο, αναγκάζουν το νερό να πάει στην τάση διάτμησης που προκαλεί την ανάπτυξη των κυμάτων.

Το ύψος κύματος καθορίζεται από την ταχύτητα του ανέμου, κατά τη διάρκεια του χρόνου που ο άνεμος φυσάει, από την απόσταση στην οποία ο άνεμος διεγείρει τα κύματα και από το βάθος και την τοπογραφία του πυθμένα (η οποία μπορεί να εστιάζει ή να διασπείρει την ενέργεια των κυμάτων). Η δεδομένη ταχύτητα του ανέμου που έχει ένα αντίστοιχο πρακτικό όριο άνω του χρόνου ή της απόστασης, δεν θα παράγει μεγαλύτερα κύματα. Όταν έχει φτάσει αυτό το όριο, η θάλασσα λέγεται ότι είναι «πλήρως ανεπτυγμένη».

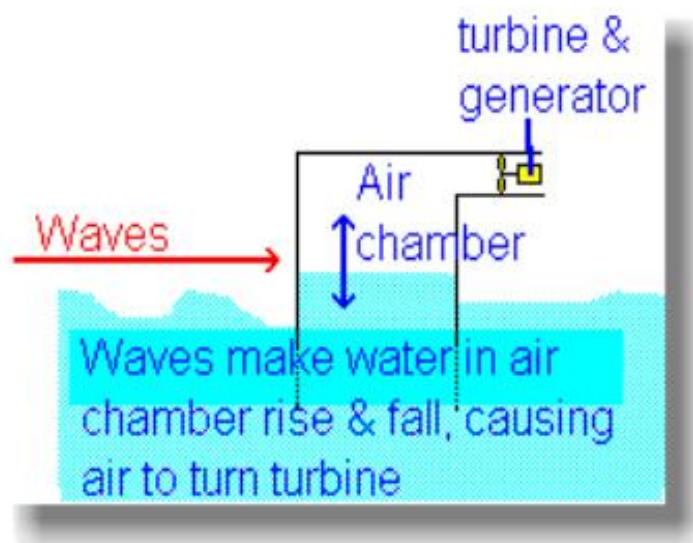
Σε γενικές γραμμές, τα μεγαλύτερα κύματα είναι πιο ισχυρά, αλλά η ενέργεια των κυμάτων καθορίζεται, επίσης, από την ταχύτητα του κύματος, το μήκος του κύματος και τη πυκνότητα του νερού.



Είκ 2.14: Αναπαράσταση ενός κύματος

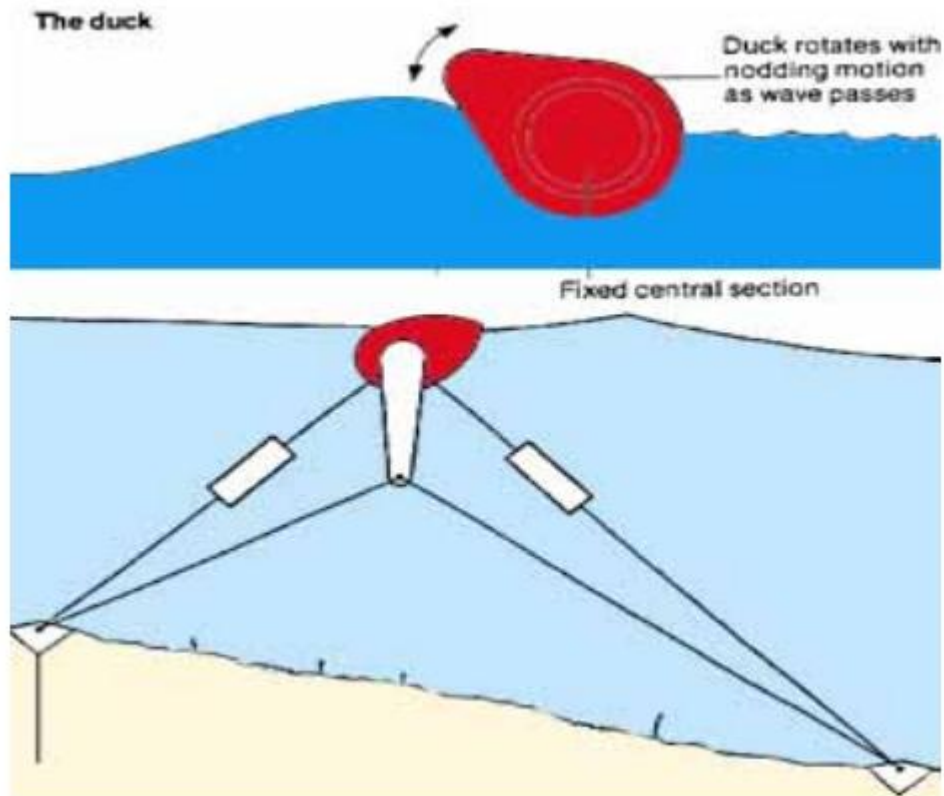
Η ταλαντευτική κίνηση είναι υψηλότερη στην επιφάνεια και μειώνεται εκθετικά με το βάθος. Τα κύματα διαδίδονται στην επιφάνεια του ωκεανού και η κυματική ενέργεια μεταφέρεται επίσης οριζόντια με την ταχύτητα τους. Ο μέσος ρυθμός μεταφοράς της ενέργειας των κυμάτων, μέσω ενός κατακόρυφου επιπέδου της μονάδας πλάτους, παράλληλα σε μία κορυφή κύματος, καλείται ροή της ενέργειας των κυμάτων ή κυματική ενέργεια, η οποία δεν πρέπει να συγχέεται με την πραγματική ενέργεια που παράγεται από μια συσκευή κυματικής ενέργειας.

2.3.2. Παραγωγή Ενέργειας από κύματα βασισμένη σε θαλάσσιες συσκευές



Είκ 2.15: Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

Η Ευρώπη, και ειδικότερα το Ηνωμένο Βασίλειο, εξετάζουν πάλι τη δύναμη των κυμάτων. Μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι υπάρχουν τώρα τύποι συσκευών εκμετάλλευσης της δύναμης των κυμάτων που μπορούν να παραγάγουν την ηλεκτρική ενέργεια με κόστος κατώτερου \$0.10 kWh , σε σημείο στο οποίο η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται οικονομικά βιώσιμη. Η αποδοτικότερη των συσκευών, είναι η λεγόμενη Salter Duck μπορεί να παραγάγει την ηλεκτρική ενέργεια για λιγότερο από \$0.05 kWh. Η Salter Duck αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '70 από τον καθηγητή Sephen Salter του πανεπιστημίου του Εδιμβούργου στη Σκωτία και παράγει την ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας την κίνηση πάνω-κάτω των κυμάτων. Αν και μπορεί να παραγάγει την ενέργεια εξαιρετικά αποτελεσματικά η χρήση της απομακρύνθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '80 όταν υπολογίστηκε λανθασμένα από μια έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παρήγαγε από έναν παράγοντα 10. Τα τελευταία χρόνια, το λάθος έχει διορθωθεί και το ενδιαφέρον για την salter duck γίνεται όλο και μεγαλύτερο.



Είκ 2.16: Salter Duck διάταξη

Το “Clam” είναι μια άλλη συσκευή που, όπως η Salter Duck μπορεί να παράγει η ενέργεια από τη θάλασσα . Το “Clam” είναι μια ρύθμιση έξι αερόσακων που τοποθετούνται γύρω από μια κοίλη κυκλική σπονδυλική στήλη. Καθώς τα κύματα προσκρούουν στη δομή της εγκατάστασης ο αέρας ωθείται μεταξύ των έξι αερόσακων της κοίλης σπονδυλικής στήλης που είναι εξοπλισμένη με τους επαναφερόμενους στροβίλους. Ακόμη και επιτρέποντας την καλωδίωση στην ακτή, υπολογίζεται ότι το “Clam” μπορεί να παραγάγει ενέργεια περίπου 0.06 kWh.

2.3.3. Wave Dragon

Ο ενεργειακός μετατροπέας κυμάτων Dragon αναπτύσσεται για την παραγωγή δύναμης μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιώντας προηγμένη τεχνολογία. Το πρωτότυπο Dragon παρήγαγε την πρώτη δύναμή του το Μάιο του 2003, όπου στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα χαρακτηριστικά για το πρώτο έτος λειτουργίας.

Fact sheet		
	<i>Prototype</i>	<i>Full size</i>
<i>Yearly average wave climate</i>	0.4 kW/m	36 kW/m
<i>Weight, concrete, steel and ballast (tonnes)</i>	237 t	33,000 t
<i>Total width and length (meters)</i>	58 x 33 m	300 x 170 m
<i>Height</i>	3.6 m*	19 m
<i>Height above sea level</i>	<1.5 m*	3 – 7 m
<i>Water reservoir</i>	55 m ³	8,000 m ³
<i>Number of propeller hydro turbines</i>	7	16 – 20
<i>Generators</i>	PMG	PMG
<i>Rated power</i>	0.02 MW	7 MW
<i>Annual power production/unit</i>	-	20 GWh/y

* Control container not included.

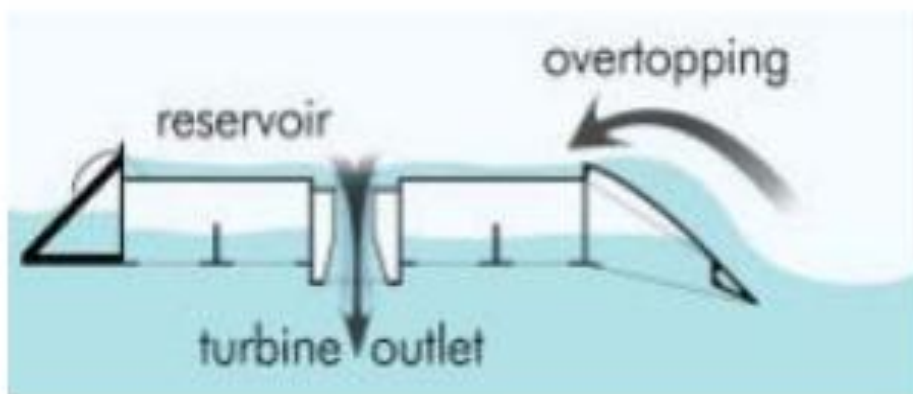
Πίν 2.1: Στοιχεία λειτουργίας της Wave dragon διάταξης

Το κύμα Dragon είναι μια καθαρή τεχνολογία ηλεκτρικής παραγωγής και συγκρινόμενη με τα άλλα είδη ανανεώσιμων ενεργειών παρουσιάζει:

- πολύ χαμηλή ορατότητα
- μέτριο ίχνος στο βυθό
- κανένα θόρυβο
- κανένα κίνδυνο υπερχειλίσης

2.3.3.1. Απλή κατασκευή αλλά σύνθετο σχέδιο

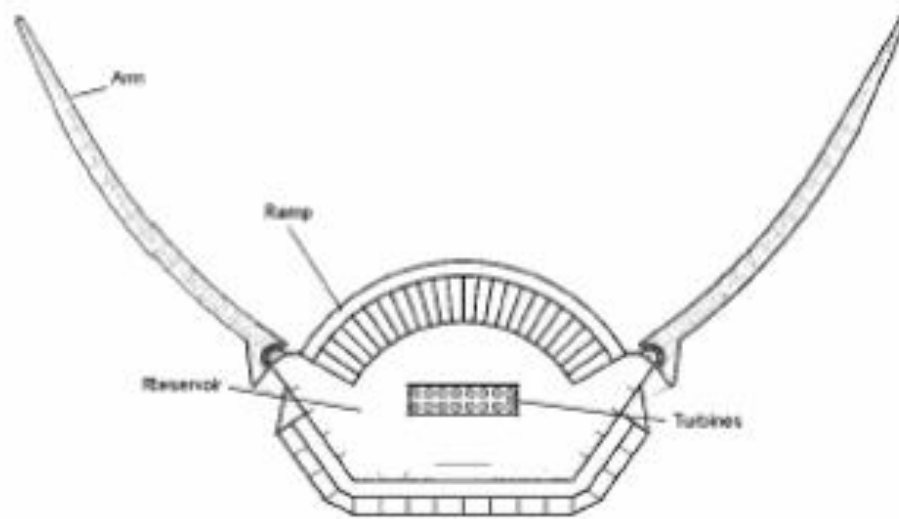
Η βασική ιδέα του ενεργειακού μετατροπέα κυμάτων Dragon είναι να χρησιμοποιηθούν γνωστές και καλά-αποδεδειγμένες αρχές από τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις υδροενέργειας σε μια παράκτια επιπέδου πλατφόρμα. Είναι πολύ απλό: Η συσκευή υπερπήδησης Dragon κυμάτων ανυψώνει τα ωκεάνια κύματα τα οποία αποθηκεύονται προσωρινά σε μια μεγάλη δεξαμενή δημιουργώντας ένα κεφάλι, δηλ. η διαφορά μεταξύ του "κανονικού" επιπέδου επιφάνειας ύδατος και επιφάνειας ύδατος στη δεξαμενή. Αυτό το νερό αφήνεται από τη δεξαμενή Dragon μέσω διαφόρων στροβίλων παράγοντας κατά συνέπεια την ηλεκτρική ενέργεια όπως στις εγκαταστάσεις υδροπαραγωγής ενέργειας .



Είκ 2.17: Overtopping συσκευή Dragon κυμάτων

Η κατασκευή είναι απλή και έχει μόνο ένα είδος κινούμενων μερών, τους στροβίλους. Αυτό είναι ουσιαστικά για οποιαδήποτε συσκευή που δεσμεύεται να λειτουργήσει παράκτια όπου οι ακραίες δυνάμεις έχουν σοβαρές επιπτώσεις σε οποιαδήποτε κινούμενο μέρος. Κάποιος μπορεί να φανταστεί το wave Dragon όπως ένα σκάφος που δένεται σε σχετικά μεγάλα θαλάσσια βάθη, (> 25 μέτρα) για να εκμεταλλευθεί τα ωκεάνια κύματα προτού να χάσουν την ενέργειά τους καθώς φθάνουν στην παράκτια περιοχή. Το wave Dragon είναι μια επιπλέουσα συσκευή με σκοπό να είναι πολύ σταθερή στα κύματα θύελλας. Ο ρόλος, οι κλίσεις και οι μετακινήσεις είναι πολύ μικρότερες από σκάφη συγκρίσιμου μεγέθους. Δεν μετατρέπει τα κύματα σε ενέργεια με το σκάσιμο πάνω κάτω ή από τη μετακίνηση των κυμάτων μέσω της κίνησης της θάλασσας. Αυτό απλά χρησιμοποιεί την πιθανή ενέργεια του νερού που το ξεπερνά. Ακόμα το wave Dragon αντιπροσωπεύει ένα πολύ σύνθετο σχέδιο όπου μεγάλες προσπάθειες έχουν καταβληθεί στο σχεδιασμό στη διαμόρφωση, και στον έλεγχο προκειμένου να παραχθεί όσο το δυνατόν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια με όσο το δυνατόν χαμηλότερο πιθανό κόστος και με ένα αξιόπιστο και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Ενώ οι περισσότερες παράκτιες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν κυματοθραυστικές συσκευές για να περιορίσουν τη υπερχειλίση του νερού το wave Dragon με τους διπλά κυρτούς ανακλαστές κεκλιμένων ραμπών έχει σαν σκοπό να μεγιστοποιήσει την υπερχειλίση. Οι ανακλαστές κυμάτων συγκεντρώνουν την ενέργεια των κυμάτων

και με αυτόν τον τρόπο η ροή του νερού ξεπερνά την κεκλιμένη ράμπα. Η κεκλιμένη ράμπα Dragon μπορεί να συγκριθεί με μια παραλία. Όταν ένα κύμα φθάνει σε μια παραλία χάνει ένα μέρος από την ενέργεια του λόγω της τριβής με τα κατώτατα σημεία. Η κεκλιμένη ράμπα Dragon κυμάτων είναι πολύ κοντή και σχετική απότομη προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές απώλειες. Το κύμα αλλάζει τη γεωμετρία του και ανυψώνεται. Η ειδική ελλειπτική μορφή της κεκλιμένης ράμπας βελτιστοποιεί αυτήν την επίδραση, και η πρότυπη δοκιμή έχει δείξει ότι αυξάνεται σημαντικά.



Είκ 2.18: Wave dragon διάταξη

2.3.3.2. Φάρμες Wave Dragon

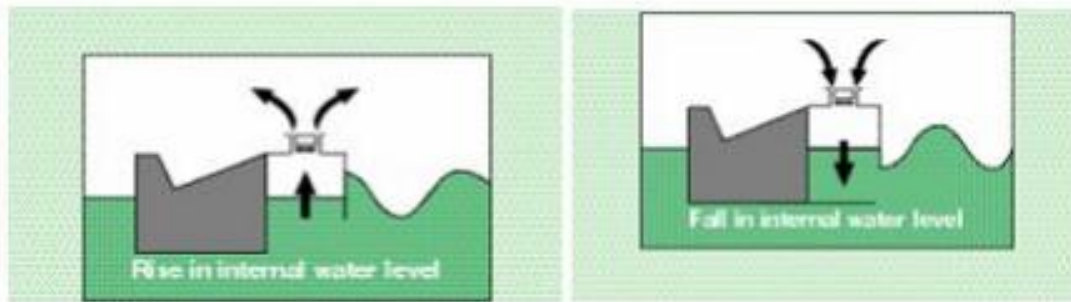
Οι παράκτιοι ενεργειακοί μετατροπείς κυμάτων είναι πιο επικερδής όταν είναι εγκατεστημένα σε αγροκτήματα. Τα ενεργειακά αγροκτήματα κυμάτων θα παράγουν πολύ μεγαλύτερη ενέργεια ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο σε σχέση με τα αιολικά πάρκα. Ένα χαρακτηριστικό αγρόκτημα Dragon 7 μονάδων (50-70 MW) φαίνεται παρακάτω. Ένα τέτοιο αγρόκτημα θα έχει μήκος προς το μέτωπο κυμάτων 3,9 χλμ και θα καταλαμβάνει 3,2 τετραγωνικά χλμ. Η εκτιμώμενη δύναμη που θα προέρχεται από τη θάλασσα θα είναι 15,3 MW/τετραγ. Χλμ.

2.3.4. Το σύστημα Mighty Whale

Αποτελεί το ερευνητικό πρόγραμμα Ιαπόνων επιστημόνων με την ονομασία Mighty Whale, όπως το όνομα προδίδει πρόκειται για κινητό σύστημα κυματικής ενέργειας που εξωτερικά το περίβλημα θυμίζει μικρή φάλαινα. Το σύστημα Mighty Whale μετατρέπει την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική με την χρήση κάθετης στήλης νερού που περικλείεται στο εσωτερικό του. Καθώς το σύστημα κινείται στην επιφάνεια της θάλασσας, το νερό εισέρχεται στην κάθετη στήλη και κινεί την τουρμπίνα παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Όπως φαίνεται στην εικόνα δεξιά το νερό εισέρχεται από το στόμιο του Mighty Whale και αυξάνει την στάθμη του νερού εσωτερικά, ο αέρας κινείται προς τα επάνω και κινεί την τουρμπίνα. Η διαδικασία θυμίζει αυτής των σταθερών συστημάτων, με την διαφορά ότι το σύστημα στην περίπτωση αυτή κινείται.



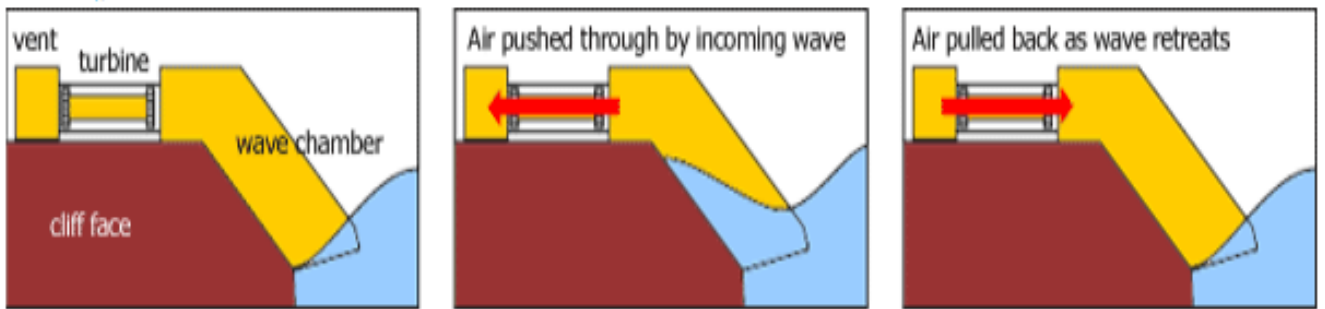
Είκ 2.19: Ένα σύστημα Mighty Whale με μήκος 50 μ. και πλάτος 30 μ



Είκ 2.20: Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος Mighty Whale

2.3.5. Παράγωγή ενέργειας από κύματα βασισμένη σε παράκτιες εγκαταστάσεις

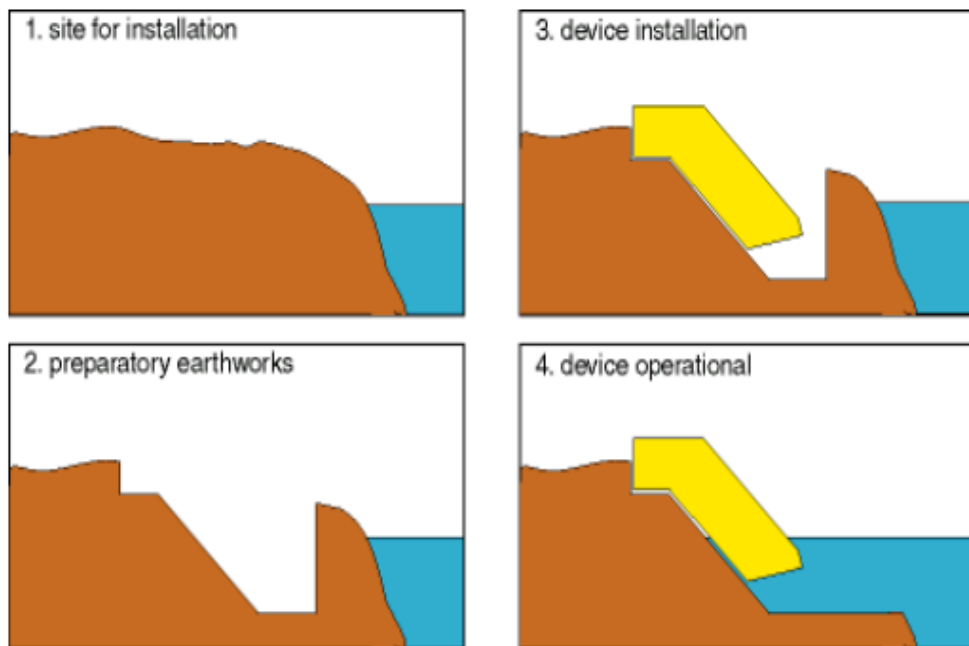
Όπου η ακτή έχει την κατάλληλη τοπογραφία, στους βράχους κατάλληλες ταλαντευόμενες γεννήτριες υδάτινων στηλών (OWC) μπορούν να εγκατασταθούν. Τα συστήματα OWC έχουν διάφορα πλεονεκτήματα πέρα από το “Clam” και την “Salter Duck” ένα από τα οποία είναι το γεγονός ότι οι γεννήτριες και όλες οι καλωδιώσεις έχουν σαν βάση την παράκτια περιοχή, καθιστώντας τη συντήρηση πολύ φτηνότερη. Το OWC λειτουργεί με μια απλή αρχή. Δεδομένου ότι ένα εισερχόμενο κύμα προκαλεί στη στάθμη ύδατος στην κύρια αίθουσα της μονάδας άνοδο, ο αέρας ωθείτε επάνω σε μια χοάνη που στεγάζει τον αντιθέτως περιστρεφόμενο στρόβιλο ενός φρεατίου. Δεδομένου ότι το κύμα υποχωρεί, ο αέρας επιστρέφει και πάλι κάτω στην κύρια αίθουσα. Ο στρόβιλος του φρεατίου έχει προγραμματιστεί να περιστρέφεται στην ίδια κατεύθυνση, ανεξαρτήτως της ροής του αέρα, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα. Αν και τα περισσότερα προηγούμενα συστήματα OWC είχαν κάθετες υδάτινες στήλες, αυτό στο Limpet έχει γωνία 45 μοιρών με αποτέλεσμα οι δοκιμαστικές δεξαμενές να έχουν κυματισμό ώστε να είναι αποδοτικότερα. Οι μηχανές OWC έχουν δοκιμαστεί ήδη σε διάφορους τόπους συμπεριλαμβανομένης της Ιαπωνίας και της Νορβηγίας. Μια εμπορικού επιπέδου (500 kW) εγκατάσταση πρόκειται βρίσκεται στο σκωτσέζικο νησί Islay (γνωστό ως Limpet). Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο Charles Brand Engineering, είναι ο άμεσος διάδοχος ενός πειραματικού στρόβιλου 75kw που λειτούργησε στο νησί μεταξύ 1991 και 1999. Ένα άλλο Limpet έχει αναπτυχθεί στις Αζόρες.



Είκ 2.21: Σχηματική αναπαράσταση παραγωγής ενέργειας από κύματα βασισμένη σε παράκτιες εγκαταστάσεις

Κατασκευή OWC

Ένα από τα μεγάλα προβλήματα OWCs που είναι βασισμένα στην ακτή είναι η κατασκευή τους η οποία απαιτείται να πραγματοποιηθεί σε ακτές που εκτίθενται στον αέρα και τα κύματα. Στην περίπτωση του συστήματος Islay OWCs ήταν σχετικά εύκολο να στηριχτεί ένα προσωρινό φράγμα στην ακτή για να προστατεύσει τη μονάδα. Εντούτοις, το Limpet είναι ένα πολύ μεγαλύτερο σύστημα με έκταση χείλους 20m. Επομένως αποφασίστηκε να χτιστεί η μονάδα πίσω από την ακτή και να αφαιρεθεί ένα φράγμα για να καταστήσει το σύστημα πλήρως λειτουργικό.



Είκ 2.22: Εγκατάσταση μονάδας OWC

Εντούτοις, και τα OWC και τα συστήματα χρησιμοποίησης θαλασσιών κυμάτων πάσχουν από την προσπάθεια να χρησιμοποιήσουν βίαιες δυνάμεις. Το πρώτο νορβηγικό OWC αποκόπηκε από το βράχο κατά τη διάρκεια μιας θύελλας, ενώ ο σταθμός Islay καταδύεται εντελώς υπό τους όρους θύελλας. Κατά συνέπεια, οι ερευνητές εξετάζουν άλλους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον ωκεανό, και γυρίζουν όλο και περισσότερο στα παλιρροϊκά παραγμένα παράκτια ρεύματα.

2.3.6. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την παραγωγή ενέργειας μέσω των θαλάσσιων κυμάτων

Πλεονεκτήματα

- Η ενέργεια είναι δωρεάν καθώς δεν χρησιμοποιείται κανένα είδος καύσιμης ύλης.
- Δεν είναι ακριβή η λειτουργία και η συντήρηση των μονάδων παραγωγής ενέργειας μέσω των θαλάσσιων κυμάτων
- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον καθώς κατά τη λειτουργία της μονάδας δεν παράγονται απόβλητα
- Δίνεται η δυνατότητα παράγωγης ενός μεγάλου ποσού ενέργειας
- Αποθέματα της πρώτης ύλης (νερό) υπάρχουν σε αφθονία σε παγκόσμια κλίμακα μιας και υδάτινο είναι το 75% της επιφάνειας του πλανήτη μας
- Μικρό χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έρευνα, την εγκατάσταση και τη λειτουργία μίας τέτοιας μονάδας.
- Προστατεύουν την ακτή στην οποία βρίσκονται, πράγμα πολύ χρήσιμο σε λιμάνια
- Δεν δημιουργούν προβλήματα στις μετακινήσεις των ψαριών (εκτός από τα παλιρροϊκά φράγματα)

- Η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προστατευμένων υδάτινων περιοχών οι οποίες είναι ελκυστικές για διάφορα είδη ψαριών και υδρόβιων πουλιών

Μειονεκτήματα

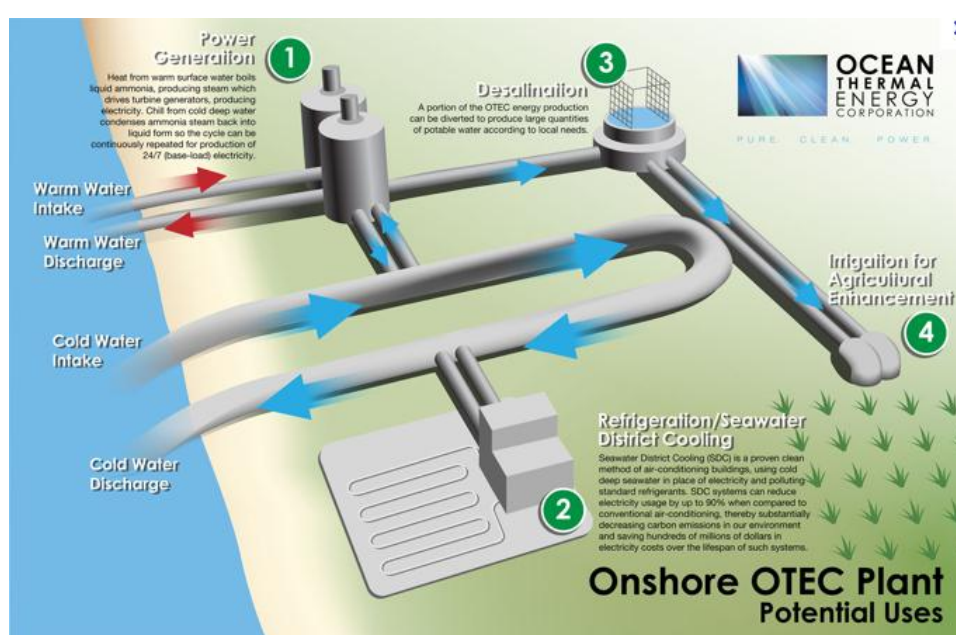
- Η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων, όπου άλλες φορές παίρνουμε μεγάλα πόσα ενέργειας και άλλες φορές μηδενικά. Αντίστοιχα στη παλίρροια εξαρτάται από την κίνηση των υδάτων
- Απαιτείται προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης της μονάδας καθώς θα πρέπει στη πρώτη περίπτωση να έχουμε δυνατά κύματα ενώ στη δεύτερη θα πρέπει να εμφανίζονται τα φαινόμενα της παλίρροιας και της άμπωτης
- Πολλές από τις εγκαταστάσεις είναι θορυβώδης
- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται με ειδικό τρόπο ώστε να αντέχουν στις δύσκολες καιρικές συνθήκες που θα αντιμετωπίσουν
- Το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά είναι πολύ υψηλό.

2.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η μετατροπή της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας (OTEC) χρησιμοποιεί τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ψυχρών βαθέων και των θερμότερων ρηχών ή επιφανειακών υδάτων των ωκεανών, για να δημιουργήσει μια θερμική μηχανή και να παράξει χρήσιμο έργο, συνήθως με τη μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας. Η OTEC είναι ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασικού φορτίου, δηλαδή 24 ώρες/ημέρα, όλο το χρόνο. Ωστόσο, δεδομένου ότι η διαφορά θερμοκρασίας είναι

μικρή, η απόδοση μειώνεται, μειώνοντας την οικονομική σκοπιμότητα της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μεταξύ των ωκεάνιων πηγών ενέργειας, η OTEC είναι μια από τις συνεχώς διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα μπορούσαν να συμβάλουν στο βασικό φορτίο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Τα πιθανά αποθέματα για OTEC, θεωρείται ότι είναι πολύ μεγαλύτερα από ό, τι για άλλες μορφές θαλάσσιας ενέργειας (Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας, 2000). Έως 88.000 TWh / έτος είναι η ενέργεια που θα μπορούσε να παραχθεί από OTEC, χωρίς να επηρεάζεται η θερμική δομή του ωκεανού.

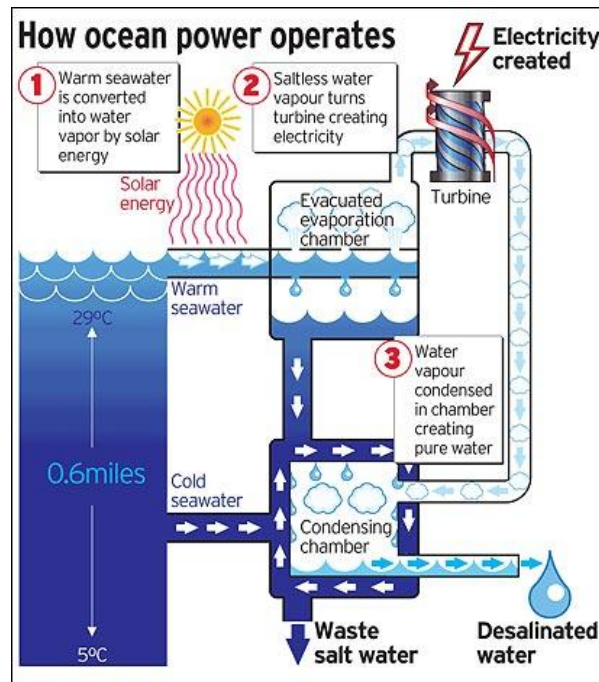


Είκ 2.23: Εργοστάσιο OTEC σε ακτή

Τα συστήματα μπορεί να είναι είτε κλειστού κύκλου, είτε ανοικτού κύκλου. Κινητήρες κλειστού κύκλου χρησιμοποιούν ρευστά εργασίας που συνήθως θεωρούνται ως ψυκτικά μέσα όπως η αμμωνία ή το R-134a. Αυτά τα υγρά έχουν χαμηλά σημεία βρασμού και επομένως είναι κατάλληλα για την τροφοδοσία της γεννήτριας του συστήματος για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Μέχρι σήμερα, ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος κύκλος θερμότητας για OTEC είναι ο κύκλος Rankine, που χρησιμοποιεί ένα στρόβιλο χαμηλής πίεσης. Οι κινητήρες ανοικτού κύκλου χρησιμοποιούν, ως εργαζόμενο ρευστό, ατμούς από το ίδιο το θαλασσινό νερό.

Η OTEC μπορεί επίσης να παρέχει ποσότητες κρύου νερού ως υποπροϊόν. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κλιματισμό και ψύξη και τα πλούσια σε θρεπτικά

συστατικά βάθη των ωκεανών, μπορούν να "ταΐσουν" βιολογικές τεχνολογίες. Ένα άλλο υποπροϊόν, είναι το φρέσκο νερό που αποστάζεται από τη θάλασσα.



Είκ 2.24: Οσμωτική διαδικασία

Η θεωρία OTEC αναπτύχθηκε, για πρώτη φορά, τη δεκαετία του 1880 και το πρώτο μοντέλο μεγέθους επίδειξης κατασκευάστηκε το 1926. Επί του παρόντος, υπάρχει μόνο ένα εργοστάσιο που λειτουργεί με OTEC, βρίσκεται στην Ιαπωνία, και εποπτεύεται από το Πανεπιστήμιο Saga.

Τύποι κύκλων

Το κρύο θαλασσινό νερό αποτελεί αναπόσπαστο μέρος, καθενός, από τους τρεις τύπους OTEC συστημάτων: κλειστού κύκλου, ανοικτού κύκλου, και υβριδικού. Για να λειτουργήσει, πρέπει το κρύο θαλασσινό νερό, να έρθει στην επιφάνεια. Οι αρχικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται, είναι η άντληση και η αφαλάτωση. Η αφαλάτωση θαλασσινού νερού, κοντά στον πυθμένα της θάλασσας, χαμηλώνει την πυκνότητά του και προκαλεί την άνοδό του προς την επιφάνεια.

Μια εναλλακτική λύση, αφορά την χρησιμοποίηση δαπανηρών σωληνώσεων που φέρουν το συμπυκνωμένο κρύο νερό στην επιφάνεια, αντλώντας τις αναθυμιάσεις, χαμηλού σημείου βρασμού, του ρευστού από τα βάθη και

συμπυκνώνοντας τες. Έτσι, μειώνονται ο όγκος άντλησης, τα τεχνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα και το κόστος.

Κλειστού κύκλου

Τα συστήματα κλειστού κύκλου χρησιμοποιούν υγρό με χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι η αμμωνία, που έχει σημείο ζέσεως περίπου $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε ατμοσφαιρική πίεση, για να τροφοδοτήσουν μια τουρμπίνα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Το ζεστό επιφανειακό θαλασσινό νερό αντλείται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, για την εξάτμιση του υγρού. Ο ατμός μετατρέπεται από την γεννήτρια σε ενέργεια. Το κρύο νερό, αντλείται μέσω ενός δευτέρου εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος συμπυκνώνει τον ατμό σε υγρό, και στη συνέχεια ανακυκλώνεται μέσω του συστήματος.

Ανοιχτού κύκλου

Η ανοικτού κύκλου OTEC χρησιμοποιεί, απευθείας, θερμό επιφανειακό νερό για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Το ζεστό θαλασσινό νερό αντλείται πρώτα σε ένα δοχείο χαμηλής πίεσης, το οποίο προκαλεί βρασμό. Σε ορισμένα συστήματα, ο ατμός κινεί έναν στρόβιλο χαμηλής πίεσης που συνδέεται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ο ατμός, ο οποίος έχει αφήσει το άλας και άλλους ρύπους στο δοχείο χαμηλής πίεσης, είναι καθαρό φρέσκο νερό. Συμπυκνώνεται σε υγρό, με έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες, στα βάθη των ωκεανών. Αυτή η μέθοδος παράγει αφαλατωμένο φρέσκο νερό, κατάλληλο για πόση, άρδευση ή υδατοκαλλιέργειες.

Σε άλλα συστήματα, χρησιμοποιείται μια τεχνική ανέλκυσης αερίου με ενίσχυση του ατμού, για την ανύψωση του νερού σε σημαντικά ύψη. Ανάλογα με την εφαρμογή, όπως η τεχνική ανέλκυσης μέσω αντλίας ατμού, παράγεται ενέργεια από έναν υδροηλεκτρικό στρόβιλο, είτε πριν, είτε μετά την αντλία.

Το 1984, το Ινστιτούτο Έρευνας Ηλιακής Ενέργειας γνωστό, σήμερα, ως Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ανέπτυξε έναν εξατμιστή κατακόρυφης σωλήνωσης, που μετατρέπει το ζεστό θαλασσινό νερό σε ατμό χαμηλής πίεσης, για τις εγκαταστάσεις ανοικτού κύκλου. Οι αποδόσεις μετατροπής ήταν αισθητά υψηλές, της τάξης του 97%, για μετατροπή του θαλασσινού νερού σε ατμό (η συνολική παραγωγή ατμού ήταν μόνο ένα μικρό ποσοστό του εισερχόμενου νερού). Τον Μάιο του 1993, ένα εργοστάσιο OTEC ανοικτού κύκλου στο Keahole

Point, στην Χαβάη, παρήγαγε περίπου 80 kW ηλεκτρικής ενέργειας, κατά τη διάρκεια ενός πειράματος καθαρής παραγωγής ενέργειας. το οποίο έσπασε το ρεκόρ των 40 kW που προϋπήρχε από ένα ιαπωνικό σύστημα το 1982.

Υβριδίου

Ένας υβριδικός κύκλος συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των συστημάτων κλειστού και ανοικτού κύκλου. Το ζεστό θαλασσινό νερό εισέρχεται σε ένα θάλαμο κενού και εξατμίζεται ακαριαία, με μια διαδικασία παρόμοια με την εξάτμιση ανοικτού κύκλου. Ο ατμός εξατμίζει την κυκλοφορούσα ρευστή αμμωνία, του βρόχου κλειστού κύκλου, στην άλλη πλευρά ενός ψεκαστήρα αμμωνίας. Το εξατμιζόμενο υγρό, στη συνέχεια, κινεί μία τουρμπίνα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Ο ατμός συμπυκνώνεται εντός του εναλλάκτη θερμότητας και παρέχει αφαλατωμένο νερό.

Υγρά επεξεργασίας

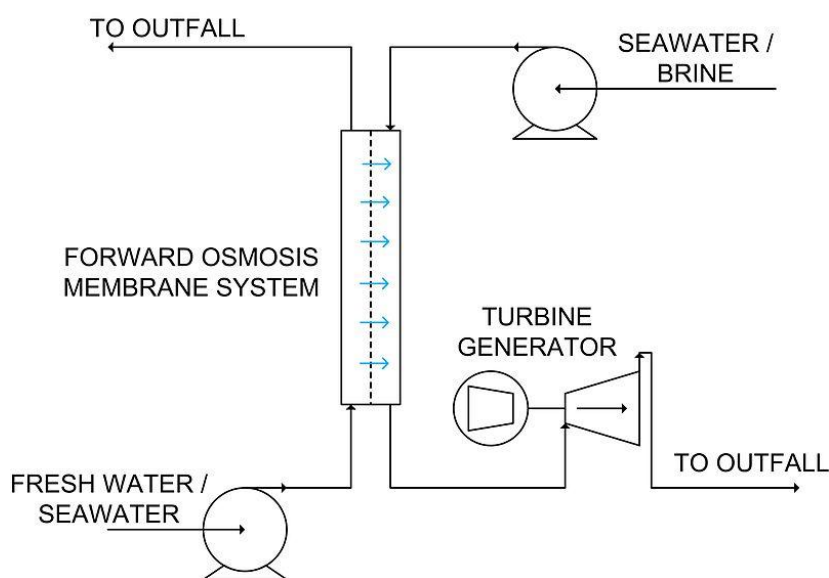
Μια δημοφιλής επιλογή κυκλοφορούντος ρευστού είναι η αμμωνία, η οποία εμφανίζει ανώτερες ιδιότητες μεταφοράς, διαθεσιμότητας, και χαμηλό κόστος. Η αμμωνία, ωστόσο, είναι τοξική και εύφλεκτη. Οι φθοράνθρακες όπως CFC και HCFC δεν είναι τοξικοί ή εύφλεκτοι, αλλά συμβάλλουν στην ελάττωση του στρώματος του όζοντος. Οι υδρογονάνθρακες είναι, επίσης, ικανοποιητικοί υποψήφιοι, αλλά είναι πολύ εύφλεκτοι. Επιπλέον, αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει ανταγωνισμό στην χρήση τους ως άμεσα καύσιμα. Το μέγεθος της εγκατάστασης ισχύος εξαρτάται από την πίεση ατμών του κυκλοφορούντος ρευστού. Με την αύξηση της πίεσης των ατμών, το μέγεθος της τουρμπίνας και οι εναλλάκτες θερμότητας μειώνονται, ενώ το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα και των εναλλακτών θερμότητας αυξάνουν, για να αντέξουν την υψηλή πίεση, ειδικά, στην πλευρά του εξατμιστή.

2.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΟΣΜΩΣΗΣ

Ως οσμωτική ενέργεια ισχύος ή αλατότητα, ορίζεται η διαθέσιμη κλίση από τη διαφορά στη συγκέντρωση άλατος μεταξύ ενέργειας θαλασσινού νερού και ποτάμιου νερού. Δύο πρακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, είναι η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (RED) και η επιβραδυνόμενη πίεσης όσμωσης (PRO). Αμφότερες,

οι διαδικασίες βασίζονται στην όσμωση ιόντων με ειδικές μεμβράνες. Το αποτέλεσμα του προϊόντος των αποβλήτων, είναι υφάλμυρο νερό. Αυτό το υποπροϊόν είναι το αποτέλεσμα των φυσικών δυνάμεων που αξιοποιούν τη ροή του καθαρού νερού σε θάλασσες που αποτελούνται από αλμυρό νερό.

Το 1954 ο Pattle πρότεινε την εκμετάλλευση της ανεκμετάλλευτης πηγής ενέργειας, όταν ένας ποταμός σμίγει με τη θάλασσα, υπό την άποψη της χαμένης οσμωτικής πίεσης. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος δεν ήταν δημοφιλής, μέχρι τη δεκαετία του '70, όταν προτάθηκε μια πρακτική μέθοδος αξιοποίησης που χρησιμοποιεί επιλεκτικά διαπερατές μεμβράνες.



Είκ 2.25: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας γεννήτριας τύπου PRO

Η μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από την πίεση αργής όσμωσης εφευρέθηκε από τον Καθηγητή Sidney Loeb το 1973, στο Πανεπιστημίου Ben-Gurion του Negev, στην Beersheba του Ισραήλ. Η ιδέα προέκυψε, καθώς ο καθηγητής Loeb, παρατηρούσε τον Ιορδάνη ποταμό να ρέει στη Νεκρά Θάλασσα. Ήθελε να συλλεγεί η ενέργεια ανάμιξης των δύο υδάτινων διαλυμάτων, ο Ιορδάνης ποταμός και η Νεκρά Θάλασσα, που επρόκειτο να χαθεί σε αυτή τη φυσική διαδικασία ανάμιξης. Το 1977, ο καθηγητής Loeb εφηύρε μια μέθοδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από έναν αντίστροφο κινητήρα ηλεκτροδιατήρησης της θερμότητας.

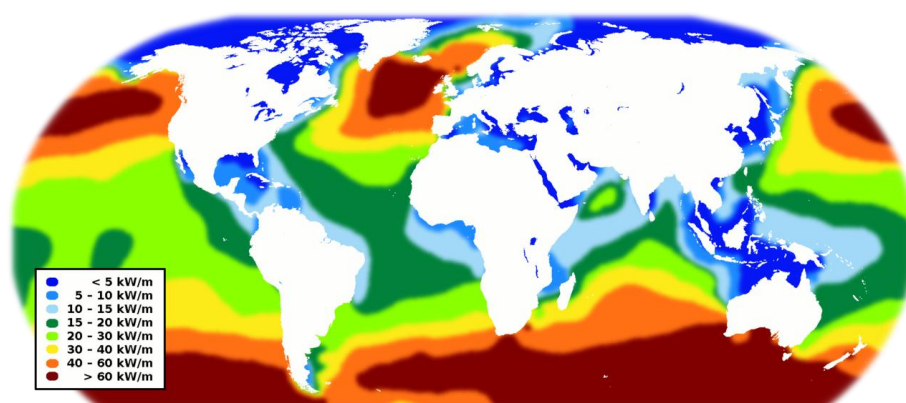
Η τεχνολογία αυτή, επιβεβαιώθηκε σε εργαστηριακές συνθήκες και αναπτύχθηκε για εμπορική χρήση στις Κάτω Χώρες (RED) και τη Νορβηγία (PRO).

Το κόστος της μεμβράνης αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο. Μια νέα, χαμηλότερου κόστους μεμβράνη, η οποία βασίζεται σε ένα ηλεκτρικά τροποποιημένο πλαστικό πολυαιθυλένιο, την κατέστησε, δυνητικά, κατάλληλη για εμπορική χρήση. Έχουν προταθεί και άλλες μέθοδοι που, επί του παρόντος, είναι υπό ανάπτυξη. Ανάμεσά τους, υπάρχει μια μέθοδος που βασίζεται στην τεχνολογία ηλεκτροκίνησης πυκνωτή διπλής στρώσης, αλλά και μία μέθοδος που βασίζεται στη διαφορά πίεσης ατμού.

Μέθοδοι

Ενώ οι ιδιότητες της δύναμης από την κλίση της αλατότητας βρίσκονται ακόμη υπό μελέτη, η πηγή ενέργειας έχει εφαρμοστεί σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Οι περισσότερες, βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο, αλλά μέχρι στιγμής, έχουν λειτουργήσει με επιτυχία. Διάφορες εταιρείες έχουν χρησιμοποιήσει, με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, τη δύναμη από την κλίση της αλατότητας. Οι πιο χαρακτηριστικές μέθοδοι είναι η:

- αργής πίεσης όσμωση,
- αντίστροφης ηλεκτροδιάλυσης,
- χωρητική μέθοδος,
- εξάτμιση διαφοράς πίεσης ανοικτού κύκλου και κύκλου ψύξης με απορρόφηση (κλειστός κύκλος),
- ηλιακής λίμνης και
- η μέθοδος με νανοσωλήνες νιτριδίου του βορίου.



Είκ 2.26: Παγκόσμια θερμοκρασία των κυμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. Οφέλη και επιπτώσεις από την χρήση

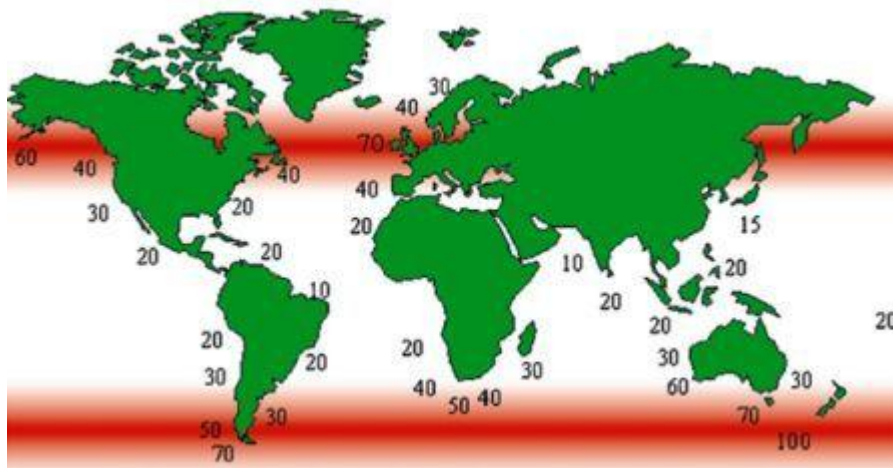
3.1. Χρήση της θαλάσσιας ενέργειας στην Ελλάδα και τον Κόσμο

Η παραγωγή ενέργειας από τη θάλασσα ενδιαφέρει άμεσα την Ελλάδα, με τον μεγάλο αριθμό νησιών, αλλά και την τεράστια ακτογραμμή της (13.700 km), η οποία είναι η μακρύτερη στην Ε.Ε. Το Αιγαίο Πέλαγος διαθέτει αξιοποιήσιμο θαλάσσιο ενεργειακό δυναμικό, το υψηλότερο της Μεσογείου, με την εκμετάλλευση του οποίου θα μπορούσε να καλυφθεί σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών μας.

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

Μεταξύ των διάφορων μορφών κυματισμού, τα ανεμογενή κύματα, που δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση του ανέμου με τη θαλάσσια επιφάνεια, παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για ενεργειακή εκμετάλλευση.

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον Πλανήτη μας εμφανίζονται μεταξύ του 30ου και 60ου παράλληλου και στα δύο ημισφαίρια. Στις δυτικοευρωπαϊκές ακτές επικρατεί ιδιαίτερα ισχυρός κυματισμός με μέση ισχύ της τάξης των 40-70 kW ανά μέτρο μετώπου κύματος. Το κυματικό δυναμικό της χώρας μας είναι το υψηλότερο της Μεσογείου, με μέση ισχύ η οποία σε ορισμένες περιοχές του Αιγαίου ξεπερνάει τα 15 kW/m.



Είκ 3.1: Παγκόσμιο κυματικό δυναμικό σε kW/m

Η τεχνικά εκμεταλλεύσιμη ενέργεια από τα κύματα για τα κράτη της Ε.Ε. υπολογίζεται συνολικά σε 150-230 TWh/έτος, από τα οποία περίπου 5 TWh/έτος αντιστοιχούν στις ελληνικές θάλασσες. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί περίπου στο 10% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στη χώρα μας.

Η παραγωγή ενέργειας από τα κύματα συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επιπλέον σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες, οι εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας δεν δεσμεύουν γη, ενώ η οπτική και ακουστική όχληση είναι μηδαμινή.

3.2. Οφέλη από τη χρήση της θαλάσσιας ενέργειας

Περιβάλλον

Η θαλάσσια ενέργεια, σε όλες της τις μορφές, θεωρείται μια από της πιο ανεξάντλητες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και η πιο προβλέψιμη. Επίσης, αποτελείται από τεράστια ποσά δυναμικής ενέργειας τα οποία θα μπορούσαν να μας

δώσουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής, αλλά και μηχανικής ενέργειας. Αυτό είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα, γιατί θα μπορούσαμε έτσι να μειώσουμε την χρήση των ορυκτών καυσίμων τα οποία επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και το περιβάλλον με πολλούς ρύπους.

Οικονομία

Με την δημιουργία έργων για την εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας, θα υπάρξει μεγάλη αλλαγή στην οικονομία των χωρών και ιδιαίτερα στις χώρες όπου θα γίνονται τα συγκεκριμένα έργα. Έτσι δημιουργείται ένας νέος κλάδος, στις νέες τεχνολογίες, ο οποίος θα φέρει νέες θέσεις εργασίας επιστημονικού προσωπικού, τεχνικούς κατασκευής και συντήρησης, τεχνικούς παρακολούθησης λειτουργίας καθώς και πολλές βιομηχανίες που θα ασχοληθούν με τον κλάδο.

3.3. Επιπτώσεις από τη χρήση της θαλάσσιας ενέργειας

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Γενικότερα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνονται και οι συγκρούσεις με άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Στους άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνονται η εμπορική αλιεία, η εμπορική ναυτιλία και ναυσιπλοΐα, οι γεωτρήσεις και η εξαγωγή ορυκτών, οι δραστηριότητες του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, η Βιομηχανία Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου, μια άλλη παράκτια ή υπεράκτια ανανεώσιμη ενέργεια, η αιολική, τα λιμάνια, η αλιεία αναψυχής, η ναυσιπλοΐα αναψυχής, ο τουρισμός, τα υποθαλάσσια καλώδια και οι αγωγοί και άλλα.

Η κύρια περιβαλλοντική ανησυχία για την παλιρροϊκή ενέργεια σχετίζεται με τις λεπίδες και την εμπλοκή των θαλάσσιων οργανισμών σε αυτές, καθώς το νερό υψηλής ταχύτητας αυξάνει τον κίνδυνο οι οργανισμοί να ωθούνται κοντά ή εντός των συσκευών αυτών. Όπως συμβαίνει με όλες τις υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας, υπάρχει επίσης μια ανησυχία για πιθανή δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού παλμού (ΗΜΠ) και ηχητικών σημάτων που μπορεί να επηρεάσουν τους θαλάσσιους οργανισμούς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, επειδή αυτές οι συσκευές είναι μέσα στο νερό, η ακουστική ισχύς μπορεί να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που δημιουργείται από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Ανάλογα με τη συχνότητα και το εύρος του ήχου που παράγεται από τις συσκευές παλιρροϊκής ενέργειας, αυτά τα ακουστικά σήματα μπορεί να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά.

Η εγκατάσταση ενός φράγματος μπορεί να αλλάξει την ακτογραμμή μέσα στον κόλπο ή τις εκβολές ενός ποταμού, τα οποία επηρεάζουν σε ένα μεγάλο βαθμό το οικοσύστημα που εξαρτάται από τα παλιρροιακά επίπεδα. Η αναστολή της ροής του νερού μέσα και έξω από τους κόλπους και τις εκβολές των ποταμών, προκαλεί πρόσθετη θολότητα (αιωρούμενα στερεά) και λιγότερο αλμυρό νερό, που μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο των ψαριών που δρουν ως ζωτικής σημασίας πηγή τροφής για τα πτηνά και τα θηλαστικά.

3.4. Συμπεράσματα

Η ενέργεια με τη μια ή την άλλη μορφή, αποτελούσε πάντα τη ζωογόνο πηγή των ανθρώπινων κοινωνιών και δραστηριοτήτων. Ωστόσο, η ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση και η εξάρτηση της ανθρωπότητας από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα οδήγησαν τον πλανήτη σε μια μεγάλη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Το γεγονός επίσης ότι, τα πετρελαϊκά αποθέματα διαρκώς μειώνονται και αναμένεται να μειωθούν δραματικά έως το 2050, φέρνει την ανθρωπότητα κοντά σε μία πρόκληση την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και την υιοθέτηση πολιτικών προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

Μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που αν και αναμένεται να αποτελέσει μια από τις κύριες μορφές ενέργειας για την κάλυψη της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης, δεν έχει αξιοποιηθεί στο βαθμό που θα έπρεπε, είναι η παλιρροιακή ενέργεια. Αν και η εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, τα αποτελέσματα των διαφόρων ανά τον κόσμο διατάξεων αξιοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας, μόνο ελπιδοφόρα μπορούν να χαρακτηριστούν. Στις περισσότερες από αυτές, αν και ακόμα δεν είναι τεχνικά άρτιες και έχουν πολλά περιθώρια εξέλιξης, η σχέση κόστους-απόδοσης είναι ιδιαίτερα θετική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Charlier R. H., Finkl Charles W , “Ocean Energy. Tide and Tidal Power” , Springer , 2009
- [2] A C Baker , “Tidal Power” , IET ,1991
- [3] Α. Σαφάκας , “Ηλεκτρικές Μηχανές Β” , Πανεπιστήμιου Πατρών , 2002
- [4] Victor Lyatkher , “Tidal Power” , Wiley , 2014
- [5] Μ.Π. Παπαδόπουλος, «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές», Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1997
- [6] Αρθούρος Ζερβός, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2005
- [7] ΕΛΚΕΘΕ, <http://www.hcmr.gr>
- [8] Υδρογραφική Υπηρεσία, <http://www.hnhs.gr>
- [9] ΚΑΠΕ, <http://www.cres.gr>
- [10] ΡΑΕ <http://www.rae.gr>