

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕ.ΤΜΗΜΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΕ
ΠΑΠΠΑΣ ΚΩΣΤΑΣ 5504

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΘΑΛΛΑΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ : ΜΙΜΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2013

[]

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κυματική ενέργεια είναι γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων. Μόλις τα τελευταία χρόνια άρχισαν να δημιουργούνται οι κατάλληλες τεχνολογίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύονται οι βασικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια κύματα και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τεχνολογιών αυτών, με σκοπό την κατανόηση των νέων αυτών τεχνολογιών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή εργασία σκοπό έχει την παρουσίαση και την ανάλυση μιας νέας τεχνολογίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), την τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα.

Στο κεφάλαιο 1, αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή και παρουσιάζονται οι βασικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα. Πιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες αυτές ομαδοποιούνται χωροταξικά σε τεχνολογίες ακτογραμμής, παράκτιες και υπεράκτιες και βάσει του μηχανισμού μετατροπής σε τεχνολογίες παλλόμενη/ταλαντούμενης στήλης ύδατος, υπέρβασης/υπερύψωσης, κατακόρυφης ταλάντωσης, αρθρώσεων και οριζόντιας κίνησης:

Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύονται τρεις τεχνολογίες ακτογραμμής και ποιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες LIMPET, SSG και WECA.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναλύονται τέσσερις παράκτιες τεχνολογίες και ποιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες Waveberg™, Oyster, Wave Roller και bioWAVE

Στο 4^ο κεφάλαιο αναλύονται τέσσερις υπεράκτιες τεχνολογίες και ποιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες Oceanlinx, Wave Dragon, Wave Star και Pelamis.

Στο 5^ο κεφάλαιο αναφέρονται αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε τεχνολογίας και δίδονται τα γενικά συμπεράσματα.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
1.1 Ιστορική Εξέλιξη των Τεχνολογιών Εκμετάλλευσης της Θαλάσσιων Κυμάτων:	6
1.2 Βασικές Αρχές Μετατροπής της Ενέργειας των Θαλάσσιων Κυμάτων :	6
1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	9
2.1(LIMPET)(Τεχνολογίες Παλλόμενης/Ταλαντούμενης Στήλης Ύδατος).....	9
2.1.1 Τεχνολογία LIMPET.....	9
2.2 SSG(Τεχνολογίες Υπέρβασης/Υπερύψωσης)	12
2.2.1 Τεχνολογία SSG.....	13
2.2.2. Εφαρμογή Ανάπτυξη.....	14
2.3 WECA.....	14
2.3.1 Τεχνολογία WECA	14
2.3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	17
3.1 The Waveberg	17
3.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WAVEBERG	18
3.1.2 Βασικά Πλεονεκτήματα.....	20
3.1.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή.....	21
3.2 Oyster™ (Τεχνολογίες Αρθρώσεων	22
3.2.1 Τεχνολογία Oyster	22
3.2.2 Βασικά Πλεονεκτήματα.....	23
3.3 WaveRoller(Τεχνολογίες Οριζόντιας Κίνησης)	25
3.3.1 Τεχνολογία Wave roller	25
3.3.2 Πλεονεκτήματα.....	26
3.4 bioWAVE™.....	27
3.4.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	28
3.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	31

4.1 Oceanlinx(Τεχνολογίες Παλλόμενης/Ταλαντούμενης Στήλης Ύδατος)	31
4.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ OCEANLINX.....	31
4.1.2 Βασικά Πλεονεκτήματα.....	34
4.1.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή.....	35
4.2 Wave Dragon(Τεχνολογίες Υπέρβασης/Υπερύψωσης).....	36
4.2.1 Τεχνολογία Wave Dragon.....	36
4.2.2 Πλεονεκτήματα Wave Dragon.....	39
4.2.3 Μελλοντική Ανάπτυξη - Εφαρμογή.....	40
4.3 Wave Star© (Τεχνολογίες Κατακόρυφης Ταλάντωσης)	40
4.3.1 Τεχνολογία Wave Star	41
4.3.2 Βασικά Πλεονεκτήματα Wave Star	42
4.3.3 Μελλοντική Ανάπτυξη - Εφαρμογή.....	43
4.4 Pelamis P-750 WEC(Τεχνολογίες Αρθρώσεων)	44
4.4.1 Τεχνολογία PELAMIS	44
4.4.2 Βασικά Πλεονεκτήματα.....	46
4.4.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	49
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	49
5.2 ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	50
5.3 ΕΙΔΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	50
5.3.1 Ακτογραμμής	50
5.3.2 Παράκτια.....	51
5.3.3 Υπεράκτια	52
5.4 ΕΙΔΙΚΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	54
5.4.1 Ακτογραμμής	54
5.4.2 Παράκτια.....	55
5.4.3 Υπεράκτια	56
Βιβλιογραφία	58

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκτιμάται ότι η κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί δραματικά μέσα στις επόμενες δεκαετίες σε ολόκληρο τον κόσμο, και με ιδιαίτερα ραγδαίους ρυθμούς στις χώρες της Ασίας. Για παράδειγμα, η βιομηχανική ανάπτυξη της Κίνας θα απαιτήσει μέχρι το 2050 την εγκατάσταση νέων ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών συνολικής ισχύος περίπου 700 GW. Συγκριτικά, η συνολική ισχύς των ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 είναι σήμερα 580 GW περίπου. Το βασικό ερώτημα που τίθεται είναι με ποιον τρόπο θα καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες του μέλλοντος. Προς το παρόν, η μόνη εναλλακτική λύση προς τις παραδοσιακές ρυπογόνες μορφές ενέργειας, εκτός από την πυρηνική, είναι η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Είναι αλήθεια ότι την τελευταία δεκαετία έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση αυτή, τόσο σε παγκόσμια κλίμακα, όσο και στη χώρα μας. Ωστόσο τα περιθώρια αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παραμένουν τεράστια, ενώ η συμβολή τους για ένα καθαρό ενεργειακό μέλλον κρίνεται καθοριστική. Με τον όρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συνήθως εννοούμε την ενέργεια των υδατοπτώσεων, την ενέργεια της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας, την ενέργεια των ανέμων και την ενέργεια της βιομάζας λόγω της διαθέσιμης τεχνολογίας ηλεκτρικής ενέργειας που υπάρχει και δίνει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των ενεργειακών αυτών πόρων. Όμως δεν είναι μόνο αυτές οι μορφές ενέργειας που κατατάσσονται στις ΑΠΕ. Μια πηγή ενέργειας από τις ΑΠΕ που σχεδόν δεν χρησιμοποιείται είναι η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται, όπως όλες οι ΑΠΕ άλλωστε, από περιοδικότητα και σχετικά μικρή πυκνότητα. Στην Ελλάδα τις προοπτικές εκμετάλλευσης της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων τις αγνοούν σχεδόν όλοι οι αρμόδιοι που ασχολούνται με τις ΑΠΕ. Οι θαλάσσιες μάζες καλύπτουν το 75% της επιφάνειας του πλανήτη μας και μπορούν να θεωρηθούν ένα κολοσσιαίο, «παγκόσμιο» ενεργειακό ρεζερβουάρ. Η θαλάσσια επιφάνεια απορροφά τεράστιες ποσότητες ηλιακής και αιολικής ενέργειας, η οποία εμφανίζεται στη θάλασσα σε διάφορες μορφές, όπως κύματα ή ρεύματα. Επιπλέον, το θαλάσσιο σύστημα επηρεάζεται από τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις του πλανήτη μας με τον Ήλιο και τη Σελήνη. Ο μηχανισμός αυτός, αργά αλλά σταθερά, κινητοποιεί ασύλληπτες ποσότητες ύδατος, δημιουργώντας το φαινόμενο της παλίρροιας. Διάφορες άλλες πηγές ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι το θερμικό δυναμικό μεταξύ των ανώτερων και των κατώτερων, ψυχρότερων, θαλάσσιων στρωμάτων, ή μεταβολές πυκνότητας σε θαλάσσια στρώματα διαφορετικής αλατότητας.

Συνεπώς οι μορφές θαλάσσιας ενέργειας είναι πολλές, ενώ οι ποσότητες ενέργειας οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν τεράστιες. Όλες οι μορφές της θαλάσσιας ενέργειας έχουν την κοινή ιδιότητα της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, η οποία είναι η υψηλότερη μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα τελευταία κυρίως χρόνια, διάφορες τεχνολογίες κυματικής και παλίρροιακής ενέργειας έχουν φτάσει σε τέτοιο

στάδιο τεχνικής εξέλιξης, ώστε η μαζική αξιοποίηση της θάλασσας για παραγωγή «καθαρής» και «φτηνής» ενέργειας να θεωρείται πλέον εφικτή. Η συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώνεται στη κυματική μόνο ενέργεια της θάλασσας και στον μεγάλο αριθμό τεχνολογιών εκμετάλλευσης της. Η εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος κυρίως, ενδιαφέρει άμεσα τη χώρα μας, με τον μεγάλο αριθμό νησιών, αλλά και την τεράστια ακτογραμμή της (περ. 13.700 χλμ.), η οποία είναι η μακρύτερη στην Ε.Ε. Το Αιγαίο Πέλαγος διαθέτει αξιοποιήσιμο θαλάσσιο ενεργειακό δυναμικό, το υψηλότερο της Μεσογείου, με την αξιοποίηση του οποίου θα μπορούσε να καλυφθεί σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών μας. Η ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού είναι, όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας άλλωστε, ανεξάντλητη. Για να γίνει ευκολότερα κατανοητό το μέγεθος της διαθέσιμης ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα παγκοσμίως, αρκεί να αναφερθεί ότι η αξιοποίηση μόνο του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη μας θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Αυτού του είδους η ενέργεια παρουσιάζει μεταξύ των ανανεώσιμων την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα. π.χ., σε ημερήσια βάση, η ενέργεια κυματισμού ύψους 1 μ. μπορεί -σε μέτωπο πλάτους μόλις ενός μέτρου να ξεπεράσει τις 300 kWh. Από την ενέργεια αυτή θα μπορούσε να απορροφηθεί και να μετατραπεί σε ωφέλιμο ηλεκτρισμό τουλάχιστον ένα ποσοστό της τάξεως του 5-10%, δηλαδή περίπου 15-30 kWh ημερησίως. Συγκριτικά αναφέρουμε ότι μία τετραμελής οικογένεια καταναλώνει κατά μέσον όρο περίπου 10 kWh ημερησίως.



Εικονά 1: Δημιουργία κυμάτων

Όσον αφορά τις διάφορες μορφές κυματισμού, ο ανεμογενής κυματισμός παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για ενεργειακή εκμετάλλευση. Τα ανεμογενή κύματα δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση του ανέμου με τη θαλάσσια επιφάνεια. Αυτή η μεταφορά ενέργειας παρέχει ένα είδος φυσικής αποθήκευσης της αιολικής

ενέργειας στο νερό, κοντά στην ελεύθερη επιφάνεια του. Εφόσον δημιουργηθεί, ο ανεμογενής κυματισμός μπορεί να «ταξιδέψει» χιλιάδες χιλιόμετρα με ελάχιστες απώλειες ενέργειας. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τον ανεμογενή κυματισμό ως την πλέον ιδανική μορφή κυματισμού για βέλτιστη εκμετάλλευση. Καθώς τα θαλάσσια κύματα πλησιάζουν προς την ακτογραμμή, η ένταση της ενέργειας τους μειώνεται εξαιτίας της αλληλεπίδρασης τους με τον πυθμένα της θάλασσας. Αυτή η απώλεια ενέργειας κοντά στην ακτή μπορεί να αντισταθμιστεί από διάφορα φυσικά φαινόμενα όπως η διάθλαση και η ανάκλαση, οδηγώντας στη συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας (“hot spots”). Η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων προέρχεται από τις δύο κινήσεις των υδάτων της θαλάσσιας επιφάνειας, την κατακόρυφη και την οριζόντια κίνηση. Η κατακόρυφη κίνηση προσδιορίζει το ύψος του κύματος, ενώ η οριζόντια προσδιορίζει την ταχύτητα με την οποία κινείται το κύμα. Η συνολική ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων αποτελείται από το άθροισμα δύο μορφών ενέργειας, τη δυναμική και τη κινητική (Εικόνα 2). Η δυναμική ενέργεια των μορίων του νερού προέρχεται από τη κατακόρυφη ταλάντωση τους, ενώ η κινητική ενέργεια τους από τη κυκλική κίνηση τους. Έτσι η συνολική ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων υπολογίζεται με βάση την παρακάτω μαθηματική σχέση:

Εσυνολική = Εδυναμική + Εκινητική

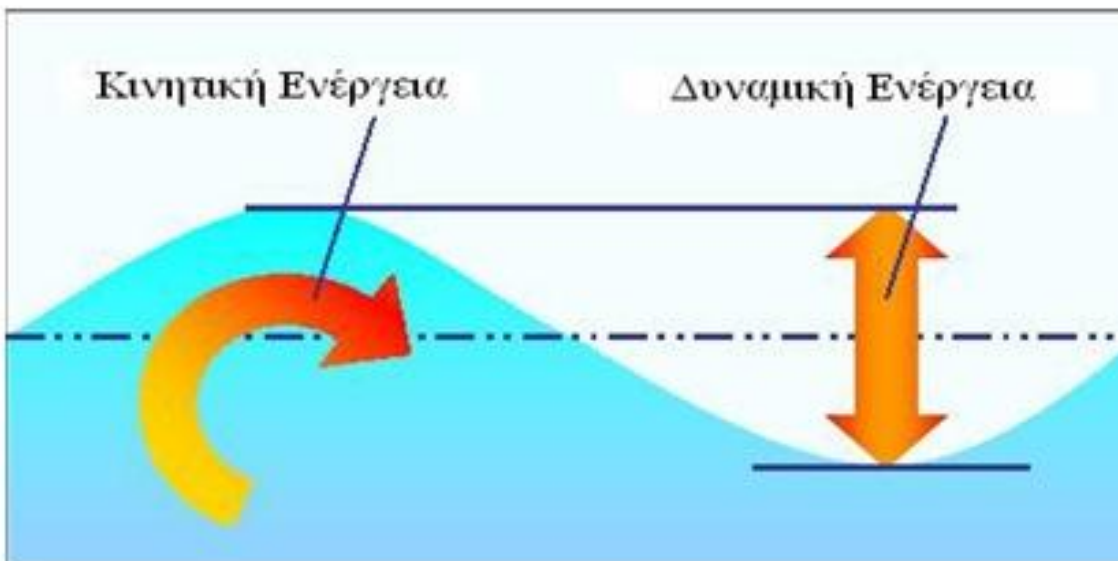
$$= \rho \cdot g \cdot h^2 \cdot L \cdot B / 16 + \rho \cdot g \cdot h^2 \cdot L \cdot B / 16 = \rho \cdot g \cdot h^2 \cdot L \cdot B / 8$$

Όπου:

ρ η πυκνότητα του θαλασσινού νερού το g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας

h το ύψος του κύματος το L είναι το βήμα των κυμάτων

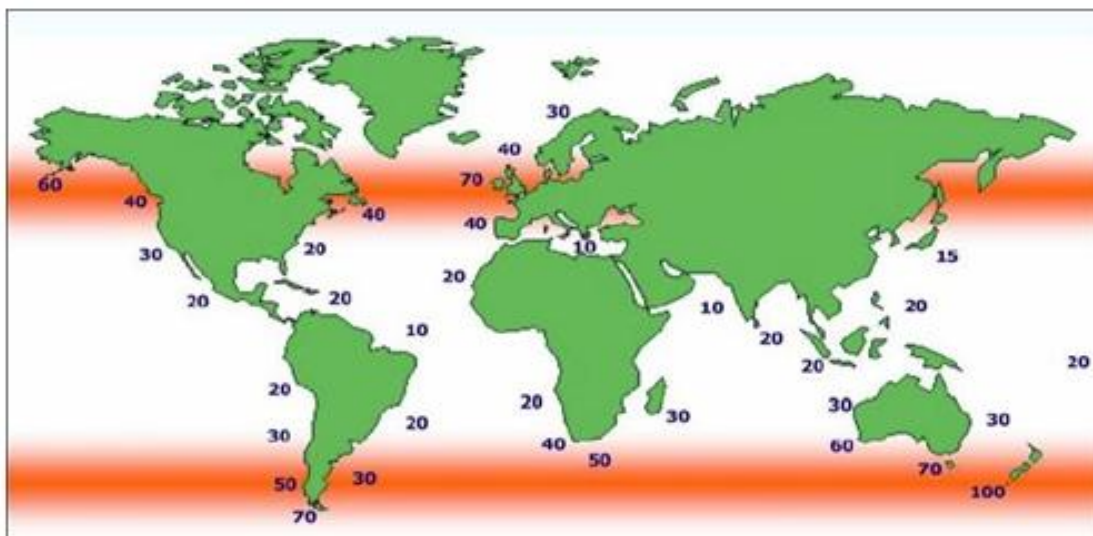
B το μετωπικό μήκος του κύματος 1 μέτρου που εξετάζουμε.



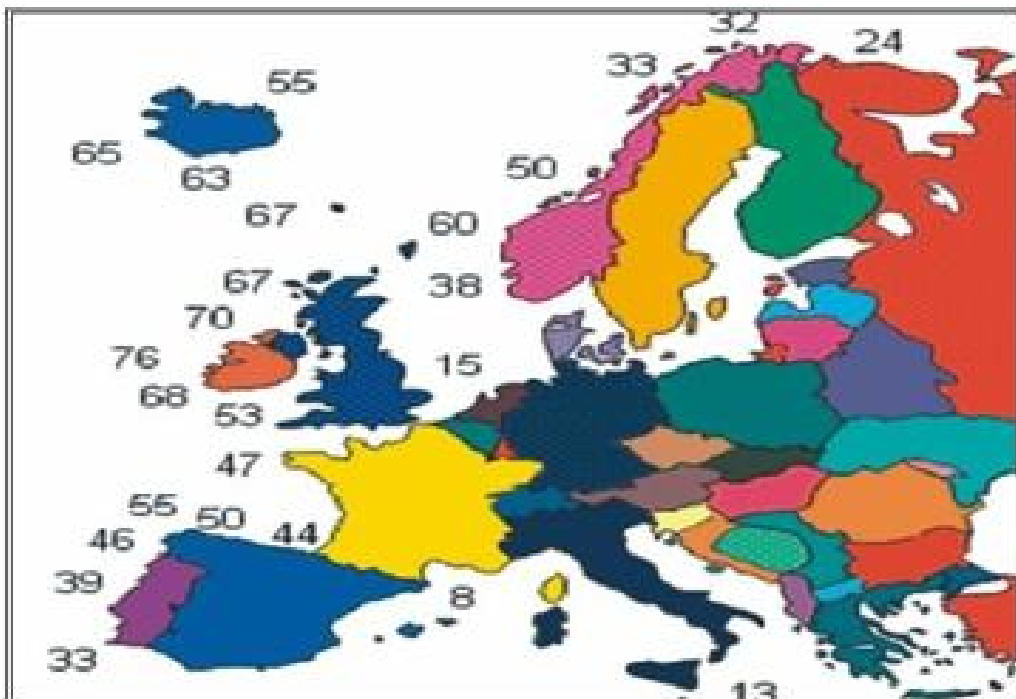
Εικόνα: 2 :ενέργεια κύματος

Στην παραπάνω εξίσωση φαίνεται ότι η δυναμική και κινητική ενέργεια των κυμάτων είναι ισοδύναμες και εξαρτώνται ουσιαστικά από το ύψος του κύματος.

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον Πλανήτη μας εμφανίζονται μεταξύ του 30ου και 60ου παράλληλου και στα δύο ημισφαίρια. Η βασική κινητήριος δύναμη είναι οι ισχυροί δυτικοί άνεμοι που πνέουν σε αυτές τις περιοχές της υδρογείου. Έτσι, στις δυτικοευρωπαϊκές ακτές επικρατεί ιδιαίτερα ισχυρός κυματισμός με μέση ισχύ της τάξης των 40-70 kW/m ανά μέτρο μετώπου κύματος. Στις ακτές της Ιρλανδίας και της Σκωτίας η ενέργεια που περιέχουν τα θαλάσσια κύματα φτάνει ως τα 76kW/m. Το κυματικό δυναμικό της χώρας μας είναι το υψηλότερο της Μεσογείου, με μέση ισχύ η οποία σε ορισμένες περιοχές του νοτιοδυτικού Αιγαίου ξεπερνάει τα 15 kW/m.



Εικόνα 3 :Ο παγκόσμιος χάρτης της διακύμανσης της ενέργειας των κυμάτων



Εικόνα 4:Ο Ευρωπαϊκός χάρτης διακώμανσης της ενέργειας των κυμάτων

Η τεχνικά εκμεταλλεύσιμη ενέργεια από τα κύματα για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης 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!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική Εξέλιξη των Τεχνολογιών Εκμετάλλευσης της Θαλάσσιων Κυμάτων:

Η αρχική ιδέα για την εκμετάλλευση του θαλάσσιου κυματισμού δεν είναι πρόσφατη. Η πρώτη ευρεσιτεχνία εκμετάλλευσης των θαλάσσιων κυμάτων χρονολογείται στα 1799, ενώ πλήθος άλλων τεχνολογιών επινοήθηκαν και λειτούργησαν σε μικρή κλίμακα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα. Η συντονισμένη όμως έρευνα στον τομέα αυτό ξεκίνησε στη δεκαετία του 1970, μετά τη μεγάλη πετρελαϊκή κρίση η οποία έστρεψε περισσότερα βλέμματα προς άλλες ανεκμετάλλευτες εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Αν και η συστηματική έρευνα στην εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας έχει ξεκινήσει από δεκαετίες, οι σχετικές τεχνολογίες δεν έχουν περιέλθει ακόμη σε στάδιο εμπορικής εκμετάλλευσης, εξαιρουμένου ελαχίστων που έχουν αναπτυχθεί επαρκώς ώστε να έχουν περάσει σε κάποιο πρώιμο στάδιο εμπορευματοποίησης. Ο κύριος λόγος είναι το αντίξοο περιβάλλον, το οποίο συντελεί ανασταλτικά και έχει επιβραδύνει την ανάπτυξη στον τομέα αυτό, αφού οι περισσότεροι μεγάλοι πιθανοί επενδυτές δεν παίρνουν το ρίσκο χρηματοδότησης αυτής της σχετικά απρόβλεπτης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Ωστόσο, οι προσπάθειες των προηγούμενων δεκαετιών έχουν αρχίσει να αποδίδουν καρπούς. Αρκετές από τις τεχνολογίες που μελετώνται παρακάτω έχουν φτάσει σήμερα σε τέτοιο στάδιο τεχνικής «ωρίμανσης», ώστε βραχυπρόθεσμα θα μπορούσε να ξεκινήσει ή έχει ήδη ξεκινήσει, η μαζική παραγωγή και εγκατάσταση τους για ηλεκτροδότηση παράκτιων ή απομονωμένων περιοχών, νησιών, ή ακόμα και του κεντρικού δικτύου διανομής μιας χώρας. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν ήδη αποδείξει την αξιοπιστία τους στην ανοικτή θάλασσα. Βέβαια το ηλεκτροπαραγωγικό κόστος παραμένει συγκριτικά υψηλό (0,08-0,1 €/kWh), ωστόσο η περαιτέρω τεχνολογική εξέλιξη αναμένεται να οδηγήσει στη μείωσή του, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις για την κάθε τεχνολογία ξεχωριστά, όπως θα δούμε παρακάτω. Για το λόγο αυτό, η εμπορική εκμετάλλευση της ενέργειας του θαλάσσιου κυματισμού στο κοντινό μέλλον θεωρείται πλέον εφικτή και ίσως αναγκαία, αν αναλογιστεί κανείς τον παγκόσμιο συναγερμό που έχουν σημάνει οι επιστήμονες σχετικά με τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.2 Βασικές Αρχές Μετατροπής της Ενέργειας των Θαλάσσιων Κυμάτων :

Σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ο αριθμός των ιδεών και εφευρέσεων σχετικά με τη μετατροπή της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων είναι πολύ μεγάλος. Αν και περισσότερες από 100 τεχνικές μετατροπής της κυματικής ενέργειας έχουν κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας σε ολόκληρο τον κόσμο, το

μεγαλύτερο ποσοστό αυτού του φαινομενικά μεγάλου αριθμού μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε λίγους μόνο διαφορετικούς τύπους:

1)Τεχνολογίες Παλλόμενης/Ταλαντούμενης Στήλης Ύδατος: πρόκειται για συσκευές με θάλαμο αέρα, βυθισμένο κατακόρυφα στο μισό μήκος του περίπου, ανοικτό προς την πλευρά του πυθμένα. Η παλινδρομική κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας προκαλεί ρυθμική συμπίεση-αποσυμπίεση της αέριας μάζας μέσα στον θάλαμο, η οποία χρησιμοποιείται για την κίνηση αεροστρόβιλου.

2)Τεχνολογίες Υπέρβασης/Υπερύψωσης: πρόκειται για πλωτές ή σταθερές δεξαμενές, οι οποίες περισυλλέγουν το νερό των κυμάτων σε στάθμη υψηλότερη από τη μέση στάθμη της θαλάσσιας επιφάνειας. Η διαφορά στάθμης χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός ή περισσότερων υδροστροβίλων.

3)Τεχνολογίες Κατακόρυφης Ταλάντωσης: πρόκειται για πλωτήρες στην επιφάνεια της θάλασσας ή αγκυρωμένους στον θαλάσσιο πυθμένα, οι οποίοι ακολουθούν την κατακόρυφη κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας. Η παλινδρομική κίνηση του πλωτήρα μετατρέπεται μέσω μηχανικών ή υδραυλικών συστημάτων σε περιστροφική ή άλλου είδους κίνηση για τη λειτουργία ηλεκτρογεννήτριας

4)Τεχνολογίες Αρθρώσεων: πρόκειται για πλωτά, αρθρωτά συστήματα, τα οποία στις αρθρώσεις φέρουν αντλίες. Με τις κινήσεις του κυματισμού οι αντλίες συμπιέζουν υδραυλικό υγρό και δίνουν κίνηση σε υδραυλικούς κινητήρες.

5)Τεχνολογίες Οριζόντιας Κίνησης: πρόκειται για συσκευές που εκμεταλλεύονται την οριζόντια ταχύτητα των μορίων του νερού των θαλάσσιων κυμάτων για την εκτροπή κατάλληλων σωμάτων ή τη συμπίεση/αποσυμπίεση ενός εύκαμπτου αεροθαλάμου που αντικρίζει το μέτωπο των θαλάσσιων κυμάτων.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθούμε στις βασικότερες δυσκολίες που οι αναπτυσσόμενες τεχνολογίες μετατροπής της κυματικής ενέργειας καλούνται να ξεπεράσουν:

Α)Έλλειψη σταθερότητας στο πλάτος, τη φάση και την κατεύθυνση των θαλάσσιων κυμάτων. Είναι δύσκολο να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση σε ολόκληρο το εύρος των συχνοτήτων διέγερσης.

Β)Η φόρτιση της κατασκευής σε συνθήκες ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως τυφώνες, μπορεί να είναι ακόμα και 100 φορές μεγαλύτερο από το μέσο φορτίο.

Γ)Ο συγχρονισμός της μεταβαλλόμενης και αργής κίνησης (περίπου 0,1 Hz) των θαλάσσιων κυμάτων με τις ηλεκτρικές γεννήτριες απαιτεί τυπικά περίπου 500 φορές μεγαλύτερη συχνότητα.

Προφανώς ο σχεδιασμός ενός μετατροπέα κυματικής ενέργειας πρέπει να είναι αρκετά πολύπλοκος ώστε να είναι αποτελεσματικός και ασφαλής από τη μία μεριά, και οικονομικά εφικτός από την άλλη. Η αφθονία των πόρων και οι διακυμάνσεις

υψηλής ενέργειας στα θαλάσσια κύματα καθορίζουν το κατά πόσο η παραγωγή ενέργειας θα είναι οικονομικά βιώσιμη. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: μηδαμινή ρύπανση, αποκέντρωση παραγωγής, ανεξάρτηση από εισαγωγές, ανάπτυξη απομακρυσμένων περιοχών, δημιουργία θέσεων εργασίας κ.ά. Επιπλέον, σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες, οι εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας δεν δεσμεύουν γη, ενώ η οπτική και ακουστική όχληση είναι μηδαμινή, ειδικά όταν πρόκειται για υπεράκτιες (ανοιχτής θαλάσσης) ή υποβρύχιες εγκαταστάσεις.

1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

I. Τεχνολογίες Ακτογραμμής: Οι τεχνολογίες ακτογραμμής είναι σταθερές ή ενσωματωμένες στην ακτογραμμή, κάτι το οποίο τους προσδίδει το πλεονέκτημα της εύκολης εγκατάστασης και συντήρησης. Επίσης οι τεχνολογίες ακτογραμμής δεν απαιτούν αγκυροβολήσεις σε μεγάλο βάθος υδάτων, ούτε υποθαλάσσια ηλεκτρικά καλώδια μεταφοράς. Ωστόσο, υπόκεινται σε ένα κυματικό καθεστώς σημαντικά μικρότερης ισχύς. Αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί βέβαια από τη φυσική συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας ('hot spots'). Επιπλέον, η εγκατάσταση τέτοιων διατάξεων μπορεί να περιοριστεί από τη γεωλογία της ακτογραμμής, το εύρος της παλίρροιας, τη διατήρηση του περιγράμματος της ακτής, κτλ. Οι πιο ανεπτυγμένες τεχνολογικά συσκευές ακτογραμμής είναι τύπου παλλόμενης στήλης ύδατος. .

II. Παράκτιες Τεχνολογίες: Οι παράκτιες τεχνολογίες εγκαθίστανται σε μέτριο βάθος υδάτων (περίπου 20 με 30 μέτρα), σε αποστάσεις μέχρι και περίπου 500 μέτρα από την ακτή. Έχουν σχεδόν τα ίδια πλεονεκτήματα με τις τεχνολογίες ακτογραμμής, ενώ παράλληλα υπόκειντο σε θαλάσσια κύματα υψηλότερου επιπέδου ισχύος.

III. Υπεράκτιες Τεχνολογίες (Ανοιχτής Θαλάσσης): Οι υπεράκτιες τεχνολογίες εκμεταλλεύονται τα πιο ισχυρά κυματικά κλίματα που συναντώνται σε μεγάλο βάθος υδάτων (μεγαλύτερο από 40 μέτρα). Ο σχεδιασμός των πιο πρόσφατων υπεράκτιων τεχνολογιών επικεντρώνεται κυρίως σε μικρές αρθρωτές συσκευές, που δίνουν συνολική παραγόμενη έξοδο μεγάλης ισχύος όταν παρατάσσονται σε μεγάλο αριθμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1(LIMPET)(Τεχνολογίες Παλλόμενης/Ταλαντούμενης Στήλης Ύδατος)

Το 1998 το Queen's University Belfast σε συνεργασία με τις εταιρίες Wavegen Ireland Ltd, Charles Brand Ltd, Kirk McClure Morton και τη I.S.T. Portugal ανέλαβαν να κατασκευάσουν και να δοκιμάσουν μια παράκτια εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων. Το σύστημα αυτό που είναι γνωστό ως LIMPET (Last Installed Marine Power Energy Transmitter), εγκαταστάθηκε στη νήσο του Islay έξω από τα δυτικά παράλια της Σκωτίας και η έναρξη της λειτουργίας του πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2000. Έκτοτε η εγκατάσταση λειτουργεί και ελέγχεται εξ αποστάσεως, ενώ τροφοδοτεί το δίκτυο του Ηνωμένου Βασιλείου με ηλεκτρική ενέργεια. Η μέχρι σήμερα επιτυχημένη λειτουργία χωρίς επίβλεψη της εγκατάστασης LIMPET απέδειξε τις δυνατότητες συνεισφοράς της παράκτιας κυματικής ενέργειας στα εθνικά αποθέματα ενέργειας.



Εικόνα 5:Εγκατάσταση LIMPET

2.1.1Τεχνολογία LIMPET

Η συσκευή χρησιμοποιεί τρεις στήλες ύδατος που ταλαντώνονται μέσα σε θαλάμους από μπετόν με εσωτερικές διαστάσεις 6 μέτρα επί 6 μέτρα και σε κλίση 40° ως προς την οριζόντιο. Το επάνω τμήμα των θαλάμων είναι εσωτερικά συνδεδεμένο και η μετατροπή της ενέργειας πραγματοποιείται από μία μόνο στρόβιλο-γεννήτρια που είναι συνδεδεμένη στον μεσαίο αγωγό. Οι στήλες ύδατος έχουν εξωτερικό πλάτος 21 μέτρων και βρίσκονται 17 μέτρα εσωτερικά της φυσικής ακτογραμμής σε ένα προκατασκευασμένο βαθύλωμα με βάθος νερών 6 μέτρα. Οι πλευρές του

βαθουλώματος είναι ουσιαστικά παράλληλες και κάθετες ως προς την επιφάνεια της θάλασσας. Στην εγκατάσταση αυτή η κατακόρυφη παλινδρομική κίνηση των κυμάτων χρησιμοποιείται ως έμβολο που πιέζει τον αέρα ενός θαλάμου, η ροή του οποίου περιστρέφει ένα στρόβιλο. Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει ένα στρόβιλο Wells αντίστροφης περιστροφής, κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα με διάμετρο της πτερωτής του 2,6 μέτρα. Κάθε επίπεδη επιφάνεια με πτερύγια του στροβίλου Wells είναι ενσωματωμένη απευθείας στον άξονα μιας τροποποιημένης επαγωγικής γεννήτριας των 250kW, δίνοντας έτσι συνολική εγκατεστημένη ισχύ 500kW

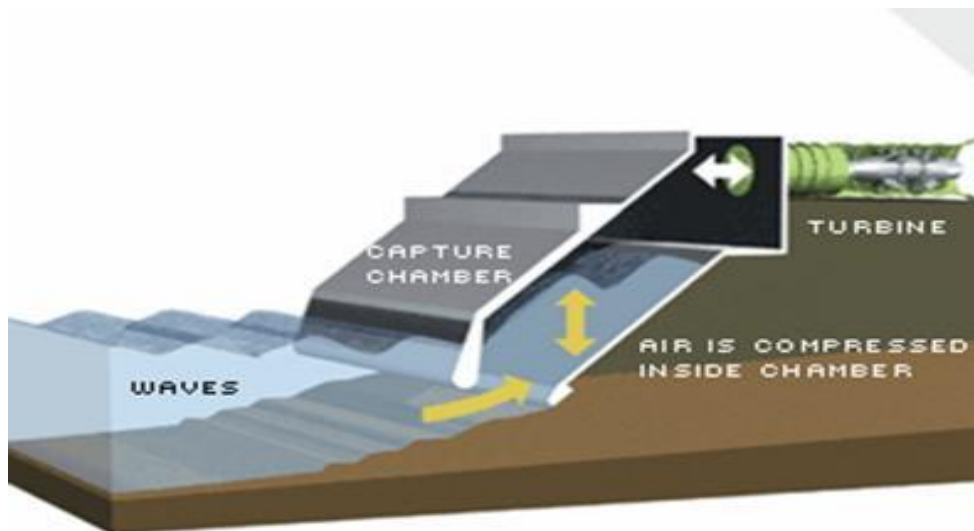


Εικόνα 6: Στρόβιλος WELLS

Η έξοδος των γεννητριών εξομαλύνεται και αντιστρέφεται πριν από τη σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης LIMPET ελέγχονται από ειδικό λογισμικό και μπορούν να μεταβληθούν. Ο θόρυβος που παράγεται από την ροή του αέρα διαμέσου των στροβίλων μειώνεται σε ένα ειδικό ακουστικό θάλαμο πριν απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Η στρόβιλογεννήτρια περιλαμβάνει επίσης μια βαλβίδα με περιστρεφόμενο δίσκο και μια βαλβίδα βάνας. Το σύστημα συλλογής πληροφοριών παρακολουθεί όλες τις βασικές λειτουργικές παραμέτρους καθ' όλη τη διαδικασία μετατροπής της ενέργειας. Επίσης για μια περιορισμένη περίοδο παρακολουθήθηκε και η ενέργεια των προσπίπτων των θαλάσσιων κυμάτων, χρησιμοποιώντας διατάξεις μετατροπής πίεσης του πυθμένα. Ακόμα παρακολουθήθηκαν τα φορτία των κυμάτων στους εμπρός και πίσω τοίχους της εγκατάστασης και μετρήθηκαν οι κινήσεις των στηλών ύδατος χρησιμοποιώντας διατάξεις μετατροπής της πίεσης καθώς και ηχητικές διατάξεις μετατροπής.

Με βάση τα χρήσιμα αποτελέσματα από τη δοκιμή και αξιολόγηση του συστήματος LIMPET στο νησί του Islay, αναπτύχθηκαν νέα σχέδια σε συνδυασμό με διάφορες μεθόδους κατασκευής, καθώς και νέα υλικά. Στο μέλλον προβλέπεται η κατασκευή ενός απλούστερου μοντέλου στρόβιλο-γεννήτριας και συστήματος ελέγχου που σε

συνδυασμό με τη μείωση της ύλης κατασκευής των θαλάμων, θα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ανταγωνιστικές τιμές ως προς τις αντίστοιχες των ανεμογεννητριών. Η εργασία που ολοκληρώθηκε στη συγκεκριμένη εγκατάσταση LIMPET αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την εξέλιξη των μελλοντικών τεχνολογιών κυματικής ενέργειας και συγκεκριμένα θα έχει (και ήδη έχει) ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της νέας γενιάς συστημάτων «ταλαντώμενης στήλης ύδατος». Η εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας LIMPET στο νησί του Islay συνεχίζει την παραγωγική λειτουργία της συνδεδεμένη με το δίκτυο ενώ πλέον έχει γίνει τουριστικό αξιοθέατο, επιδεικνύοντας τις προοπτικές εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας.



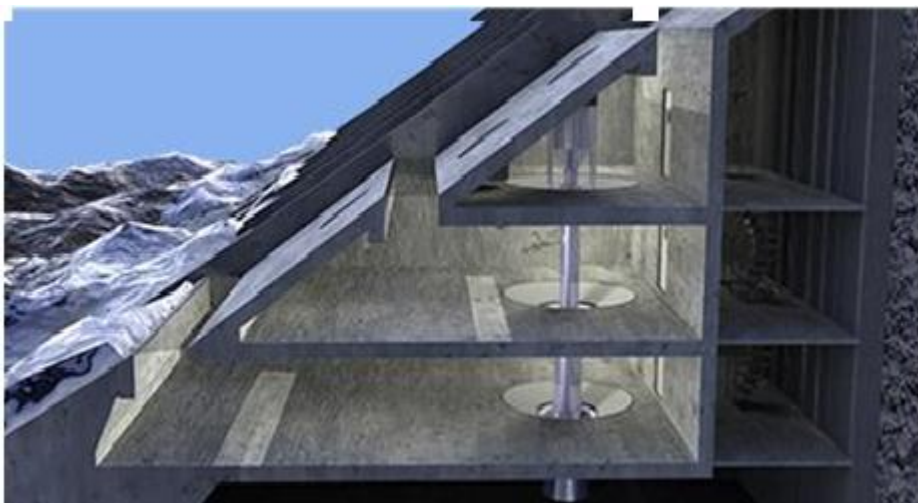
Εικόνα 7: Αρχή λειτουργίας



Εικόνα 8 :LIMPET

2.2 SSG(Τεχνολογίες Υπέρβασης/Υπερύψωσης)

Η νορβηγική εταιρία WAVEenergy AS ιδρύθηκε το 2004 για την ανάπτυξη της Γεννήτριας Κυμάτων Αυλακωτού Κώνου SSG (Seawave Slot-Cone Generator). Το SSG είναι ένας μετατροπέας κυματικής ενέργειας που βασίζεται στην αρχή υπέρβασης των θαλάσσιων κυμάτων χρησιμοποιώντας ένα σύνολο τριών δεξαμενών τοποθετημένων η μία πάνω στην άλλη, στις οποίες η ενέργεια των εισερχόμενων κυμάτων θα αποθηκεύεται. Το νερό που θα παγιδεύεται στις δεξαμενές θα διέρχεται μέσα από τον πρωτοποριακό πολύ-τμηματικό στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση πολλαπλών δεξαμενών θα έχει ως αποτέλεσμα μια υψηλότερη συνολική απόδοση σε σύγκριση με κατασκευές μίας μόνο δεξαμενής.

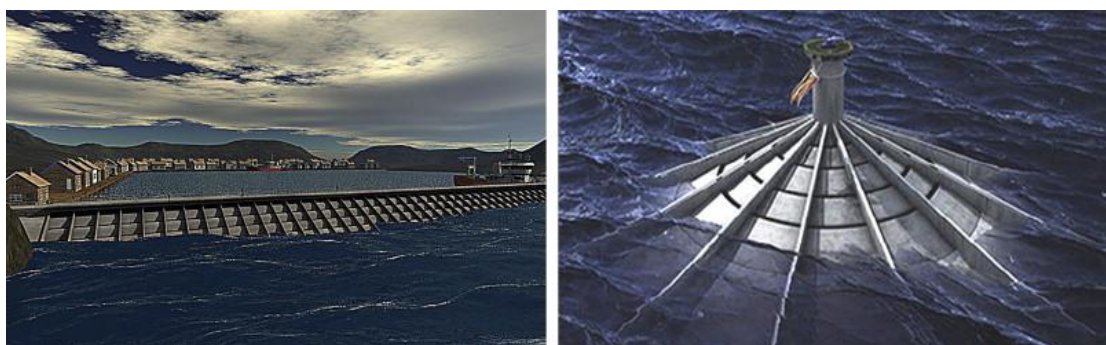


Εικόνα9: Η τομή του πολύ-τμηματικού μετατροπέα SSG.

2.2.1 Τεχνολογία SSG

Το SSG έχει το πλεονέκτημα της εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας σε διάφορες δεξαμενές η μία πάνω στην άλλη, οδηγώντας με αυτόν τον τρόπο σε υψηλότερη υδραυλική απόδοση του συστήματος. Το SSG κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ ο άξονας του στρόβιλου και οι πύλες που ελέγχουν τη ροή του νερού είναι ουσιαστικά τα μοναδικά κινούμενα τμήματα του μηχανικού συστήματος. Είναι ένας ευέλικτος μετατροπέας όσον αφορά το εύρος των επιλογών εφαρμογής. Μπορεί να εφαρμοστεί ως πλωτή ή σταθερή εγκατάσταση ανοικτής θαλάσσης ή ως εγκατάσταση ακτής ενσωματωμένη σε μια κυματοθραυστική εγκατάσταση. Το SSG μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης και καθαρού πόσιμου νερού μέσω όσμωσης. Η τεχνολογία SSG χρησιμοποιεί τον καινοτόμο πολύ-τμηματικό στρόβιλο που αναπτύχθηκε από τη WAVEenergy AS, με τη κατοχύρωση του με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας να εκκρεμεί. Ο πολύ-τμηματικός στρόβιλος έχει το πλεονέκτημα του να εκμεταλλεύεται τα διαφορετικά ύψη των κυματικών μετώπων με τη χρήση ενός κοινού άξονα στρόβιλου. Αυτού του είδους η τεχνολογική καινοτομία θα ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των διαδοχικών εκκινήσεων-διακοπών της λειτουργίας του στρόβιλου, ακόμα και αν μία μόνο δεξαμενή τροφοδοτεί το στρόβιλο με θαλασσινό νερό.

Το SSG μπορεί να ενσωματωθεί σε μια κυματοθραυστική κατασκευή. Έτσι θα αποτελεί έναν οικονομικά αποδοτικό μετατροπέα θαλάσσιων κυμάτων που θα επωφελείται από τη λειτουργία της κυματοθραυστικής κατασκευής. Με τη σειρά του το SSG θα προσδίδει στη κατασκευή ένα επιπλέον οικονομικό όφελος από τη πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, φρέσκου πόσιμου νερού ή υδρογόνου. Η χωρητικότητα και η διαμόρφωση των δεξαμενών θα συνεισφέρουν σημαντικά στη εξομάλυνση των εισερχόμενων κυμάτων και στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Το SSG μπορεί να αποτελεί μια εγκατάσταση εναλλακτικής πηγής ενέργειας για νησιά που χρησιμοποιούν ακριβό ντίζελ ή φυσικό αέριο για παραγωγή ηλεκτρισμού, μειώνοντας έτσι το συνολικό κόστος (μαζί με το φόρο για εκπομπές CO₂).



Εικόνα10: α)φράγμα SSG β)πλωτήρας SSG

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε kW για διάφορα ύψη και περιόδους των θαλάσσιων κυμάτων. Οι τιμές υπολογίστηκαν για ένα SSG μήκους 500 μέτρων και περιορίζονται στη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ του συγκεκριμένου SSG (20.000kW):

	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
1	99	109	119	129	139	149	159	169	189	198	208	218	228
2	397	437	476	516	556	595	635	675	754	794	833	873	913
3	893	982	1072	1161	1250	1340	1429	1518	1697	1786	1875	1965	2054
4	1588	1748	1905	2064	2223	2381	2540	2699	3016	3175	3334	3493	3651
5	2481	2729	2977	3225	3473	3721	3969	4217	4713	4961	5209	5457	5705
6	3572	3929	4287	4644	5001	5358	5715	6073	6787	7144	7501	7859	8216
7	4862	5348	5834	6321	6807	7293	7779	8265	9238	9724	10210	10696	11183
8	6350	6985	7620	8256	8891	9526	10161	10796	12066	12701	13336	13971	14606
9	8037	8841	9645	10448	11252	12056	12860	13663	15271	16074	16878	17682	18486
10	9923	10915	11907	12899	13892	14884	15876	16868	18853	19845	20000	20000	20000
11	12006	13207	14407	15608	16809	18009	19210	20000	20000	20000	20000	20000	20000
12	14288	15717	17146	18575	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
13	16769	18448	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
14	19448	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
15	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
16	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000

Πίνακας 1: Παραγόμενη ισχύς σε σχέση με το ύψος κύματός

2.2.2. Εφαρμογή Ανάπτυξη

Τον Δεκέμβριο του 2005 μια κοινοπραξία ανάπτυξης με συντονιστή την εταιρία WAVEenergy AS, ξεκίνησε ένα πειραματικό πρότζεκτ στο νησί του Kvitsøy στη Νορβηγία. Ο στόχος του πειραματικού πρότζεκτ είναι η ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου πλήρους κλίμακας της κυματοθραυστικής κατασκευής SSG και η εγκατάσταση του στη δυτική ακτή του νησιού σε κυματικό κλίμα ενέργειας 19kW ανά μέτρο. Ο κύριος στόχος αυτού του πρότζεκτ είναι η επίδειξη, σε πλήρη κλίμακα, της λειτουργίας του μετατροπέα κυματικής ενέργειας SSG συμπεριλαμβανομένου του στροβίλου, της γεννήτριας, του συστήματος ελέγχου, καθώς επίσης και της σύνδεσης του συστήματος στο δίκτυο. Τα αναγκαία κεφάλαια για την πλήρη χρηματοδότηση του πρότζεκτ εξασφαλίστηκαν μέχρι το τέλος του 2006. Επίσης ένα παράλληλο πρότζεκτ, το MST, αφορά έναν πολύ-τμηματικό στροβίλο που θα χρησιμοποιεί διαφορετικά ύψη κυματικών μετώπων σε ένα κοινό άξονα. Ο στόχος είναι η ανάπτυξη, η δοκιμή και η εγκατάσταση του σε ένα τεχνικό πρωτότυπο πλήρους κλίμακας της κυματοθραυστικής κατασκευής SSG. Οι εργασίες έχουν ξεκινήσει από τον Ιανουάριο του 2005 σε συνεργασία με το NTNU (Norwegian University of Science and Technology).

2.3 WECA

2.3.1 Τεχνολογία WECA

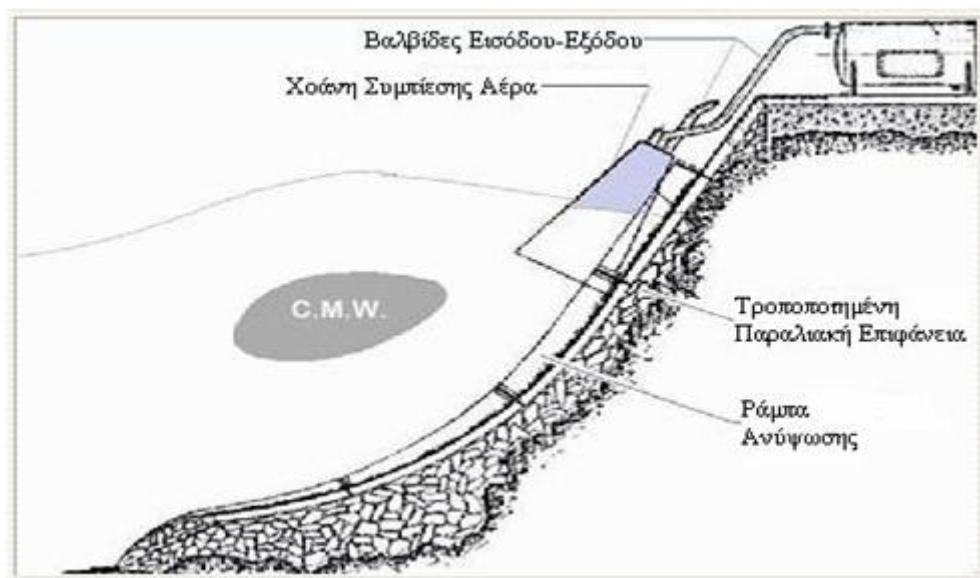
Το WECA (Wave Energy Conversion Activator) της ελληνικής εταιρίας DAEDALUS Informatics Ltd είναι ένας μετατροπέας της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων σχεδιασμένος κυρίως για παράκτια εγκατάσταση, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε εφαρμογές ανοιχτής θαλάσσης.



Εικόνα11: Η προτεινόμενη κυματοθραυστική εφαρμογή WECA

2.3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η βασική αρχή λειτουργίας του μετατροπέα WECA βασίζεται στη συμπίεση του εγκλωβισμένου αέρα κατά την πρόσκρουση του κοιλώματος του θαλάσσιου κύματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Συγκεκριμένα, ένα είδος ανεστραμμένης κωνοειδούς χοάνης λειτουργεί ως αεροθάλαμος συμπίεσης που χρησιμοποιεί την ορμή του ερχόμενου κύματος (CMW - Critical Momentum Wedge principle). Στην ουσία, η λειτουργία του μετατροπέα WECA προσομοιάζει σε μεγάλο βαθμό τον θερμοδυναμικό κύκλο ενός συμβατικού αεροσυμπιεστή.



Εικόνα 12: Ανάλυση λειτουργίας

Το προτεινόμενο μοντέλο WECA πλήρους κλίμακας θα είναι από χάλυβα, ώστε να είναι κατάλληλο για ενσωμάτωση σε κυματοθραύστες ή άλλες κατασκευές. Φυσικά το υλικό κατασκευής δεν είναι ανάγκη να είναι ο χάλυβας αφού υπάρχουν και άλλα

κατάλληλα υλικά με παρόμοια χαρακτηριστικά, αρκεί βέβαια να συμφέρουν από οικονομικής άποψης. Λειτουργικά το WECA είναι σχεδιασμένο για να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας των προσπιπτόντων θαλάσσιων κυμάτων και να τη μετατρέπει σε συμπιεσμένο αέρα, που στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ή άλλου είδους ενέργεια.

Σχεδιάστηκε ένα πειραματικό μοντέλο WECA πλήρους κλίμακας με διαστάσεις 7 μέτρα ύψος και 6 μέτρα πλάτος, ενώ με βάση αυτό πραγματοποιήθηκαν οι αναγκαίοι θεωρητικοί υπολογισμοί και η εξομοίωση της λειτουργίας του από υπολογιστή. Μελετήθηκαν οι διάφορες εναλλακτικές κατασκευαστικές και μηχανολογικές λύσεις με σκοπό τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού πριν την τελική κατασκευή του πρωτοτύπου. Η έξοδος ισχύος του συγκεκριμένου πρωτοτύπου αναμένεται να είναι περίπου 20kW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 The Waveberg

Έπειτα από 25 χρόνια έρευνας ο εφευρέτης John Berg παρουσίασε τον μετατροπέα κυματικής ενέργειας Waveberg™, μια αποδοτική λύση με μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα δικαιώματα της τεχνολογίας Waveberg ανήκουν στην αμερικάνικη εταιρία Waveberg™ Development Limited. Ένα μοντέλο Waveberg™ μικρής σχετικά κλίμακας πέρασε επιτυχώς μια σκληρή δοκιμή σε συνθήκες καταιγίδας έξω από τις ακτές της Nova Scotia. Τα τεράστια κύματα στα οποία υποβλήθηκε, αύξησαν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του ενώ δεν προκάλεσαν καμιά ζημιά στη συσκευή. Παρόμοιες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε δεξαμενές δημιουργίας τεχνητών κυμάτων, ενώ το 1997 ένα πρωτότυπο μεγάλης κλίμακας επιβίωσε κατά τη διάρκεια μιας καταστροφικής καταιγίδας κοντά στις ακτές της Φλόριντα, η οποία ισοπέδωσε πολλά παραθαλάσσια σπίτια.



ΕΙΚΟΝΑ 13: *Η εγκατάσταση Waveberg*

3.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WAVEBERG

Το Waveberg™ είναι ένα αρθρωτό σύστημα συνδεδεμένων πλωτών σωμάτων που λυγίζουν καθώς τα κύματα περνάνε από κάτω τους, χρησιμοποιώντας αυτή τη κίνηση κάμψης για την άντληση θαλασσινού νερού. Στη συνέχεια το νερό υπό υψηλή πίεση μεταφέρεται από το Waveberg™ στη στεριά μέσω ενός συστήματος σωληνώσεων, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα βασικά υλικά κατασκευής του είναι πλαστικό και φάιμπεργκλας, λόγω της αντοχής, της αντιδιαβρωτικής δράσης, του χαμηλού κόστους και της ευκολίας κατασκευής τους. Τα κύματα, η ροή του νερού και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι γνωστοί επιστημονικοί τομείς. Δεν υπάρχει τίποτα το επαναστατικό ή αναπόδεικτο σχετικά με την τεχνολογία του Waveberg™. Οι βελτιώσεις της τεχνολογίας δοκιμάζονται σε μοντέλα μικρής κλίμακας πριν τα πρωτότυπα πλήρους κλίμακας δοκιμαστούν σε πραγματικές συνθήκες. Οι υποθέσεις που χρησιμοποιούνται εδώ βασίζονται σε πληροφορίες από το δοκιμαστικό μοντέλο του 1991 στις δεξαμενές NRC στο Newfoundland και δεν ανταποκρίνονται στην υψηλότερη παραγωγική έξοδο του πιο πρόσφατου μοντέλου. Για αυτό και είναι ιδιαίτερα συντηρητικές. Μια τυπική συσκευή Waveberg™ πλήρους κλίμακας θα παράγει περισσότερο από 100 kW ηλεκτρικής ενέργειας υπό φυσιολογικές συνθήκες, ενώ η έξοδος θα διπλασιάζεται κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων. Θα έχει 50 μέτρα μήκος και θα κοστίσει περίπου 70.000€ για να κατασκευαστεί σε εργοστάσιο. Κατά τη διάρκεια της συνηθισμένης λειτουργίας της, 24 ώρες τη μέρα, κάθε μέρα, θα παράγει ένα ενεργειακό ισοδύναμο δύο βαρελιών πετρελαίου τη μέρα. Οι μετατροπείς Waveberg™ τυπικά θα εγκαθίστανται διασυνδεδεμένοι σε σειρές για να παρέχουν τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται από τη συγκεκριμένη τοποθεσία εγκατάστασης. Το κόστος των 700€ ανά kW του Waveberg™ από μόνο του δεν ανταποκρίνεται στο κόστος των εγκαταστάσεων στη στεριά, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος σωληνώσεων μεταφοράς, της εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, του στροβίλου, της γεννήτριας και της διασύνδεσης στο δίκτυο διανομής. Μια πρώτη οικονομική μελέτη επιβεβαιώνει ότι τα κόστη για την υδροηλεκτρική εγκατάσταση θα είναι λιγότερα από 270€ ανά kW για μια εγκατάσταση 1,2MW και ακόμα λιγότερα για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις. Προσθέτοντας το κόστος ιδιοκτησίας και εγκατάστασης, το συνολικό κόστος κεφαλαίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 1.150€ ανά kW. Η ανεμογεννήτριες κοστίζουν λίγο περισσότερο και λειτουργούν μόνο το 30% του χρόνου, ενώ ο συλλέκτης κυμάτων Waveberg™ μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια κατά το 60% του χρόνου. Έτσι το προβλεπόμενο κόστος υπολογίζεται περίπου 0,014€ ανά kWh (το μισό από το αντίστοιχο για την αιολική ενέργεια), σε μια μέσου πλάτους ακτή.

Η τεχνολογία του Waveberg™ έχει κατοχυρωθεί με τρία διπλώματα ευρεσιτεχνίας, ενώ προβλέπεται και η εξασφάλιση πατέντας για περαιτέρω βελτιώσεις και αλλαγές. Όσον αφορά τη μελλοντική εμπορική αξιοποίηση του Waveberg™, εκτιμάται ότι 50.000 μονάδες Waveberg™ θα μπορούν να προσφέρουν το 1% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών (3.700 GWh), με εγκατεστημένο κόστος κάτω από 4.000.000.000€ και με ετήσιο εισόδημα

1.000.000.000€ Έτσι με βάση το συνολικό κόστος του συστήματος μαζί με τη συντήρηση, υπολογίζεται ότι τα ετήσια έσοδα επί του κεφαλαίου θα είναι περίπου 22% ετησίως.



Εικόνα 14: Δοκιμαστικό μοντέλο Waveberg

Οι κατάλληλες αρχικές αγορές για το Waveberg™ αφορούν κυρίως την εμπορική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την αφαλάτωση θαλασσινού νερού, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας και την τροφοδοσία υδατοκαλλιεργειών. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εμπορικής κλίμακας με μετατροπείς Waveberg™, θα επιφέρει μακροπρόθεσμα τα περισσότερα πιθανά έσοδα. Αρχικά η εταιρία προτίθεται να κατασκευάσει μικρότερα εργοστάσια παραγωγής για επίδειξη της απόδοσης και της ικανότητας επιβίωσης του συστήματος. Αυτά θα χρησιμοποιούν μερικές συσκευές Waveberg™ στην ανοιχτή θάλασσα συνδεδεμένες με ένα υποθαλάσσιο σύστημα σωληνώσεων που θα μεταφέρει το νερό υπό πίεση στην ακτή για μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιώντας τυπικούς υδροηλεκτρικούς στρόβιλους και γεννήτριες. Μια άλλη επιλογή είναι ίσως η εγκατάσταση των γεννητριών σε τεράστιες πλατφόρμες μέσα στη θάλασσα και η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στην ακτή να γίνεται με υποθαλάσσια καλώδια. Συγκεκριμένα ένα μελλοντικό πρότζεκτ αφορά τη Χαβάη και τη πρόταση της εταιρίας στη Renewable Hawaii (που δέχεται προτάσεις ανανεώσιμης ενέργειας για να τις χρηματοδοτήσει) για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ύψους 1,2MW χρησιμοποιώντας 12 συσκευές Waveberg™ που θα τροφοδοτούν ένα στρόβιλο Pelton και μια γεννήτρια στην ακτή.

Αρχικά η εταιρία θα επικεντρωθεί σε νησιά και απομονωμένες περιοχές όπου οι συμβατικές πηγές ενέργειας είναι ακριβές, όπως για παράδειγμα το νησί των Βερμούδων. Εκεί ενώ τώρα η παραγωγή ύψους 170MW βασίζεται εξολοκλήρου σε εισαγόμενο πετρέλαιο με τιμή πώλησης 0,16€/kWh, με την εγκατάσταση 1.700 συσκευών Waveberg™ (κόστους κάτω από 70.000.000€) η τιμή πώλησης θα μειωνόταν σε 0,07€/kWh με ετήσιο ποσοστό εσόδων επί της επένδυσης περισσότερο από 60%. Όσον αφορά την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού, το Waveberg™ θα μπορεί να παράγει γλυκό νερό μέσω της διαδικασίας της αντίστροφης όσμωσης. Για παράδειγμα μία μονάδα μήκους 46 μέτρων, ρυθμισμένη στα κύματα των ακτών της Καλιφόρνιας, θα μπορούσε να εξασφαλίσει την άρδευση για 108 στρέμματα γης.

Αυτή η εγκατάσταση μικρής κλίμακας θα αποφέρει έσοδα 22.000€ ετησίως στη τιμή των 34€ ανά πόδι στρέμματος (που είναι η μισή από αυτή που πληρώνουν οι καταναλωτές τώρα). Μια μόνο μονάδα Waveberg™ θα μπορεί να ποτίσει μια έκταση ίση με ένα γήπεδο γκολφ. Αν και το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης είναι μεγαλύτερο, λόγω της απαραίτητης εγκατάστασης αντίστροφης όσμωσης, τα έσοδα επί της επένδυσης θα είναι περίπου 40%. Η τεχνολογία Waveberg™ είναι κατάλληλη και για ιχθυοκαλλιέργειες, στις οποίες το βασικότερο κόστος είναι η άντληση φρέσκου θαλασσινού νερού. Μια μονάδα Waveberg™ των 100kW μπορεί να τροφοδοτήσει 4 με 6 λίμνες ιχθυοκαλλιέργειας, αυξάνοντας τη παραγωγικότητα χωρίς δαπάνες καυσίμων. Για παράδειγμα στην Ινδονησία για τις ιχθυοκαλλιέργειες έκτασης 175.000 στρεμμάτων, χρειάζονται 500 συσκευές Waveberg™ για τη πλήρη κάλυψη των αναγκών τους. Το βασικό εμπόδιο για την είσοδο της τεχνολογίας Waveberg™ στην αγορά είναι ο σκεπτικισμός για την ικανότητα επιβίωσης και την αποδοτικότητα των συσκευών εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας γενικά. Το πρόβλημα αυτό θα εξαλειφθεί μόλις κάποιες μονάδες Waveberg™ πλήρους κλίμακας δοκιμαστούν επιτυχώς σε καταιγίδες, λειτουργώντας και παράγοντας ισχύ αδιάλειπτα. Αλλά ακόμα και αν υποθέσουμε ότι οι καταιγίδες θα καταστρέφουν μια μονάδα Waveberg™ κάθε 5 χρόνια, η αποδοτικότητα του συνόλου δεν θα μειωθεί σημαντικά. Η πλωτή συσκευή αποτελεί μόνο το 1/3 του συνολικού κόστους κεφαλαίου μιας εγκατάστασης και το κόστος των συσκευών θα μειώνεται καθώς θα αυξάνεται η παραγωγή τους. Κάθε Waveberg™ αρχίζει να παράγει κέρδος μετά από δύο χρόνια λειτουργίας, αφού θα έχει ξεπληρώσει το κόστος του με την αντίστοιχη παραγωγή.

3.1.2 Βασικά Πλεονεκτήματα

Η τεχνολογία του Waveberg™ υπερτερεί σε σύγκριση με το μεγαλύτερο ποσοστό των άλλων μετατροπέων κυματικής ενέργειας για κάποιους βασικούς λόγους. Το Waveberg™, σε αντίθεση με τη πλειοψηφία των συσκευών, είναι σχεδιασμένο για να κινείται με τη ροή των κυμάτων, να γλιστράει πάνω τους, χωρίς να αντιστέκεται σε αυτά. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνει να επιβιώνει στις καταιγίδες αφού η συσκευή επιτρέπει σε πολύ μικρή επιφάνεια της να δεχτεί τις τεράστιες δυνάμεις των κυμάτων. Κάθε τμήμα του Waveberg™, από το σύστημα πρόσδεσης του στον πυθμένα της θάλασσας μέχρι τη λεία επιφάνεια του από φάιπεργκλας, είναι σχεδιασμένο για τη μείωση της αντίστασης απέναντι στα θαλάσσια κύματα. Η αντίσταση της συσκευής στη κατακόρυφη ταλάντωση των κυμάτων, που χρησιμοποιείται για τη κίνηση των αντλιών, μπορεί να απενεργοποιηθεί κατά τη διάρκεια καταιγίδας με το άνοιγμα μιας βαλβίδας στην ακτή που απελευθερώνει τη ροή του νερού. Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα είναι οι μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης της συσκευής. Δεν έχει αδιάβροχα σφραγισμένα τμήματα, ούτε ρουλεμάν ή αρθρώσεις με λιπαντικά. Το συμπιεσμένο θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται και ως λιπαντικό για την αντλία. Μετά από 14 μήνες δοκιμών ανοιχτής θαλάσσης στη Nova Scotia, η συσκευή Waveberg™ αποσυναρμολογήθηκε και εξετάστηκε. Δεν υπήρχε καμιά ανησυχητική φθορά στα κομμάτια της αντλίας, αν και το μοντέλο χρησιμοποιούσε μαλακό πλαστικό PVC

που φθείρεται εύκολα. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί που αναπτύχθηκαν πάνω στη συσκευή βελτίωσαν της απόδοση της, αυξάνοντας τη μάζα των πλωτών σωμάτων που παράγουν ενέργεια, αφού αυτή η παράμετρος είχε συμπεριληφθεί στον σχεδιασμό του μετατροπέα.

3.1.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή

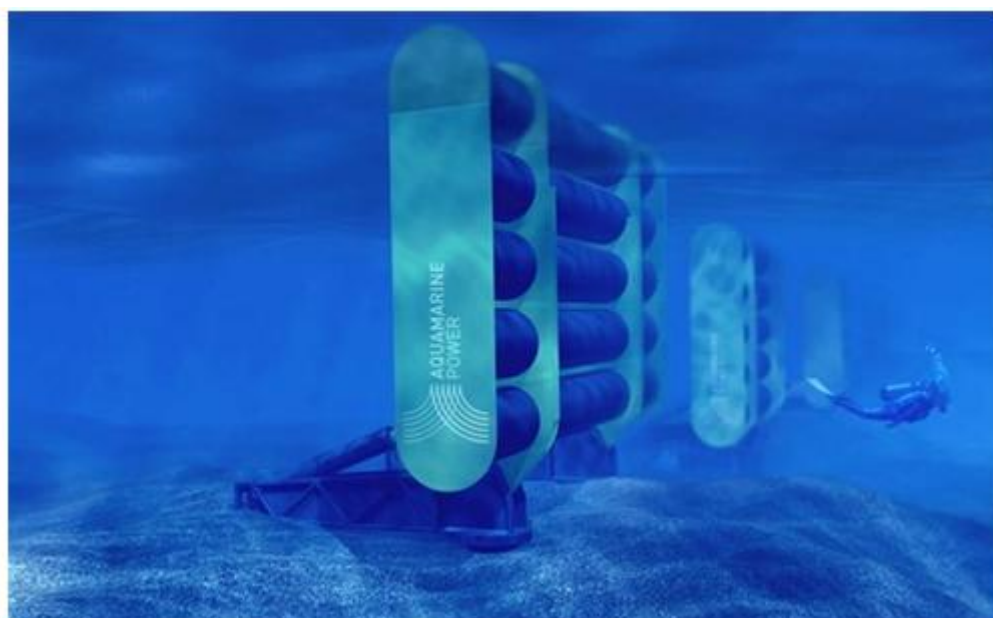
Τα μελλοντικά σχέδια της εταιρίας αφορούν αρχικά την επίδειξη της οικονομικής βιωσιμότητας της συσκευής Waveberg™ και της ανωτερότητας της τεχνολογίας της, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντολογικών επιδράσεων. Έπειτα σειρά έχει η περαιτέρω βελτίωση της υπάρχουσας τεχνολογίας και η επέκταση της κατοχύρωσης της παγκοσμίως, ενώ το τελευταίο στάδιο πριν την εμπορευματοποίηση είναι η κατασκευή και δοκιμή στην ανοιχτή θάλασσα ενός πρωτοτύπου πλήρους κλίμακας. Η ολοκλήρωση αυτού του σταδίου θα οδηγήσει στην πλήρη εμπορευματοποίηση της τεχνολογίας Waveberg™ σε όλους τους τομείς παραγωγής που προαναφέρθηκαν.



Εικόνα 15: Εγκατάσταση Waveberg

3.2 Oyster™ (Τεχνολογίες Αρθρώσεων)

Το Oyster™ είναι ένας μετατροπέας κυματικής ενέργειας, της σκοτσέζικης εταιρίας Aquamarine Power, που εγκαθίσταται στον πυθμένα της θάλασσας σε κοντινή απόσταση από την ακτή. Είναι σχεδιασμένος να αλληλεπιδρά αποδοτικά με τις δυνάμεις των κυμάτων των ρηχών νερών. Αυτή η συσκευή έχει σχεδιαστεί ειδικά για εγκατάσταση σε νερά κοντά στην ακτή, καθώς τα ρηγά νερά έχουν ευκολότερη πρόσβαση και εκεί δεν εμφανίζονται τα επικίνδυνα μεγάλα κύματα που συναντάμε στην ανοιχτή θάλασσα. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αιχμής της κάθε μονάδας Oyster™ είναι μεταξύ 300 και 600kW ανάλογα με τη τοποθεσία εγκατάστασης και τη διαμόρφωση της. Μια «φάρμα κυμάτων» εμπορικής κλίμακας αποτελούμενη από 10 μονάδες Oyster™ εγκατεστημένες σε σειρές θα παράγει μέχρι και 6MW ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 16: Υποθαλάσσιο τμήμα Oyster

3.2.1 Τεχνολογία Oyster

Η αρχή λειτουργίας του μετατροπέα Oyster™ είναι απλή. Η συσκευή αποτελείται από ένα είδος πτερυγίου ταλάντωσης εγκατεστημένο στον πυθμένα της θάλασσας σε βάθος 12 μέτρων. Αυτή η συσκευή αποσπά την ενέργεια των διερχόμενων θαλάσσιων κυμάτων και τη διαβιβάζει ως υδραυλική ισχύ θαλασσινού νερού σε μία υδροηλεκτρική μονάδα μετατροπής στην ακτή. Αυτό γίνεται με τη κίνηση εμβόλων διπλής δράσης που τροφοδοτούν με συμπιεσμένο θαλασσινό νερό τη μονάδα PTO (Power Take-Off) του Oyster™, όπως γίνεται και με τις συμβατικές υδροηλεκτρικές γεννήτριες.

Το Oyster™ είναι σχεδιασμένο με κύρια έμφαση στην απλότητα και στις ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης. Γι' αυτό και είναι πολύ ελαφρύ και αποτελείται από πολύ λίγα τμήματα. Η συσκευή αποτελείται βασικά από μια μικρή βάση που σταθεροποιείται στο βυθό της θάλασσας και από το πτερύγιο ταλάντωσης με τις αντλίες εμβόλου. Το αποτύπωμα της στον βυθό είναι πολύ μικρό, ενώ η μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της εξόδου της σε σχέση με το μέγεθος της, την καθιστά οικονομικά αποδοτική. Το Oyster™ ταλαντεύεται μακριά από μεγάλα κύματα, επιτρέποντας του να παράγει ηλεκτρική ενέργεια αδιάλειπτα ακόμα και σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Η συσκευή αλληλεπιδρά απευθείας με την ενισχυμένη ορμητική κίνηση των κυμάτων κοντά στην ακτή, παράγοντας αποδοτικά ηλεκτρική ενέργεια ακόμα και στις μικρότερες και ηπιότερες θάλασσες. Τέλος, το Oyster™ έχει σχεδιαστεί για να είναι μια αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική πηγή ηλεκτρισμού. Όσον αφορά την τοποθεσία εγκατάστασης, τα μοντέλα Oyster™ έχουν σχεδιαστεί για τοποθέτηση σε βάθος περίπου 10 μέτρων σε θαλάσσιες περιοχές όπου το μέσο κυματικό κλίμα είναι μεγαλύτερο από 15kW/m. Επίσης για την ορθή επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης των συσκευών θα πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως η προέλευση των θαλάσσιων κυμάτων, οι γεωτεχνικές συνθήκες, η σύνδεση με το δίκτυο, οι συνθήκες της συγκεκριμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κτλ. Για αυτόν τον λόγο η εταιρία του Oyster™ ερευνά διάφορες περιοχές για να διαπιστώσει τη καταλληλότητα τους για μια μελλοντική εγκατάσταση Oyster™. Αν και ο πρωταρχικός εμπορικός στόχος είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το δίκτυο, η τεχνολογία του Oyster™ αναπτύσσεται και για δευτερεύουσες εφαρμογές όπως για παράδειγμα την παράλληλη παραγωγή ηλεκτρισμού και γλυκού νερού για μια απομακρυσμένη νησιωτική κοινότητα.

Όπως προαναφέρθηκε, η τεχνολογία του Oyster™ είναι κατάλληλη και για αφαλάτωση θαλασσινού νερού με τη διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης. Οι συσκευές θα μπορούν να τροφοδοτούν μια μονάδα αντίστροφης όσμωσης, τόσο με θαλασσινό νερό όσο και με την αναγκαία ηλεκτρική ενέργεια, καθιστώντας ουσιαστικά ανεξάρτητη τη μονάδα από εισαγόμενα καύσιμα και μειώνοντας τους εκπεμπόμενους ρύπους.

3.2.2 Βασικά Πλεονεκτήματα

Α) Είναι Αξιόπιστο και Ανεκτικό σε Σφάλματα Η συσκευή έχει σχεδιαστεί από υλικά και επιμέρους τμήματα που έχουν αποδεδειγμένα υψηλή αξιοπιστία τόσο για την υδροηλεκτρική μονάδα όσο και για την υποθαλάσσια εγκατάσταση. Η φυσική κίνηση του Oyster™ και η λειτουργία του σε κοντινή απόσταση από την ακτή, του επιτρέπουν να αποφεύγει τα μεγάλα κυματικά φορτία που εμφανίζονται σε άλλους μετατροπείς κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Ο σχεδιασμός του έχει υποβληθεί σε αυστηρές δοκιμές από ανεξάρτητους εξειδικευμένους φορείς για την επαλήθευση της αποδοτικότητας της τεχνολογίας σε όλες τις συνθήκες, ενώ η διάρκεια ζωής της συσκευής εκτιμάται περίπου στα 25 χρόνια.

Β) Ανταγωνιστικό Κόστος Το Oyster™ αντλεί θαλασσινό νερό υπό υψηλήπίεση απευθείας σε μια υδροηλεκτρική μονάδα ισχύος, μειώνοντας ουσιαστικά το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Η ελαφριά συσκευή ταλάντωσης είναι σχεδιασμένη για μαζική παραγωγή, ελαχιστοποιώντας το κόστος κεφαλαίου και λειτουργίας. Το σύστημα έχει μια από τις καλύτερες αναλογίες ισχύος προς βάρος από όλες τις εναλλακτικές τεχνολογίες. Το Oyster™ μπορεί να εγκατασταθεί και να αποσυρθεί μέσα σε 24 ώρες. Η απλότητα του σχεδιασμού και η προσβασιμότητα της τοποθεσίας του, καθιστούν τη συντήρηση και το σέρβις της συσκευής απλή και οικονομική διαδικασία.

Γ) Μικρές Οικολογικές Επιπτώσεις και Μεγάλα Περιβαλλον ολογικά ΟφέληΜε διαστάσεις 18m x 12m x 2m για ένα μετατροπέα Oyster™ πλήρους κλίμακας, η συσκευή καταλαμβάνει ελάχιστη έκταση στον πυθμένα της θάλασσας. Η λειτουργία του είναι αθόρυβη και δε περιέχει τοξικές ουσίες, ενώ επίσης δεν παρουσιάζει εκπομπές CO₂.

Δ) Μέγιστη Απόδοση από τα Κύματα στο Δίκτυο Τα κυματικά κλίματα κοντά στις ακτές είναι πιο σταθερά και προβλέψιμα από αυτά στην ανοιχτή θάλασσα, καθώς το μειωμένο βάθος των υδάτων φιλτράρει τις πιο ενεργητικές θάλασσες και μειώνει τη διάδοση των θαλάσσιων κυμάτων προς τη κατεύθυνση τους. Αυτό βελτιώνει τη συνολική απόδοση του συστήματος και επιτρέπει στο Oyster™ να συλλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό της μέσης ετήσιας ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων. Η συσκευή έχει σχεδιαστεί ώστε να επιτρέπει την αδιάλειπτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχεδόν όλες τις κυματικές συνθήκες.

Ε) Μέγιστη Έξοδος Ισχύος Το Oyster™ έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιεί το ποσό της ενέργειας που συλλαμβάνει για τη θάλασσα της συγκεκριμένης επιλεγμένης τοποθεσίας εγκατάστασης. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από αξιόπιστα και αποδεδειγμένα επιμέρους τμήματα. Ο έλεγχος της εγκατάστασης από απόσταση εξασφαλίζει διαρκώς τη μέγιστη απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί



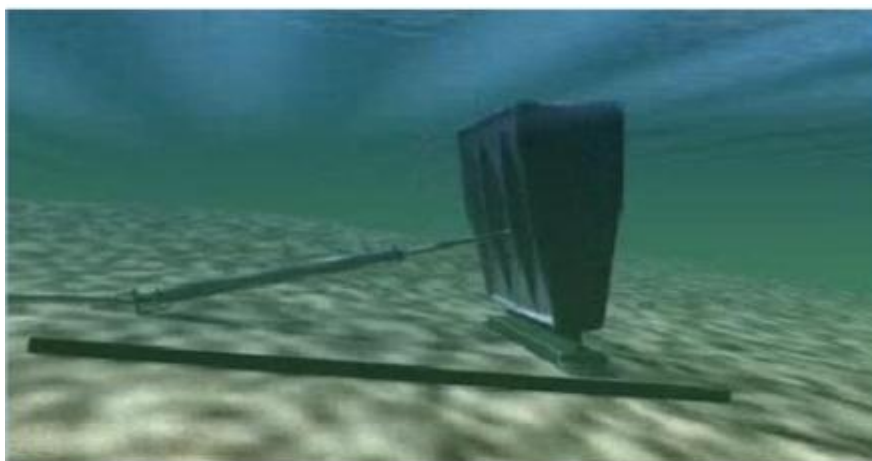
Εικόνα 17: Ολοκληρωμένη εγκατάσταση Oyster™

3.3 WaveRoller(Τεχνολογίες Οριζόντιας Κίνησης)

Στα επιφανειακά κύματα, τα μόρια του νερού κινούνται κυκλικά. Ερχόμενη προς την ακτή, η ενέργεια των κυμάτων πυκνώνει λόγω της μείωσης του βάθους. Κάτω από το επιφανειακό φούσκωμα του κύματος, σε βάθος μισού μήκους του φουσκώματος, η κυκλική κίνηση των μορίων του νερού γίνεται πιο ελλειπτική, ενώ στον βυθό της θάλασσας τα μόρια του νερού λικνίζονται μπρος-πίσω. Το WaveRoller της φινλανδικής εταιρίας AW-Energy συλλαμβάνει αυτή τη κινητική ενέργεια χρησιμοποιώντας ένα ειδικά σχεδιασμένο κινούμενο περύγιο, εγκατεστημένο στον πυθμένα της θάλασσας. Αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό με τη χρήση παραδοσιακών τεχνολογιών.

3.3.1 Τεχνολογία Wave roller

Η συσκευή WaveRoller αποτελείται από ένα ειδικό περύγιο εγκατεστημένο στον πυθμένα της θάλασσας. Η μπρος- πίσω κίνηση των θαλάσσιων κυμάτων στον βυθό κινούν το περύγιο και η κινητική ενέργεια που παράγεται συλλέγεται από μία αντλία εμβόλου. Αυτή η ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό με τη βοήθεια ενός κλειστού υδραυλικού συστήματος σε συνδυασμό με ένα σύστημα κινητήρα-γεννήτριας. Το WaveRoller είναι μια τμηματική τεχνολογία, με την έννοια ότι αποτελείται από συνδεδεμένες υποενότητες. Κάθε μία από αυτές αποτελείται από 3-5 περύγια τα οποία εγκαθίστανται σε ένα κοινό σύστημα παραγωγής. Έτσι όλα τα παραπάνω συνθέτουν μία εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας WaveRoller. Λόγω της τμηματοποίησης της, η εγκατάσταση WaveRoller μπορεί να μπει στην παραγωγή τμηματικά. Συνεπώς η εξελιξιμότητα της τεχνολογίας WaveRoller αποτελεί βασικό πλεονέκτημα, αφού δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος περιορισμός στο τελικό μέγεθος μιας εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας WaveRoller. Οι επιμέρους υποενότητες μπορούν να συντηρηθούν εύκολα και οικονομικά, ενώ η παραγωγή ηλεκτρισμού της εγκατάστασης μπορεί να συνεχιστεί κατά την διάρκεια της συντήρησης μίας υποενότητας



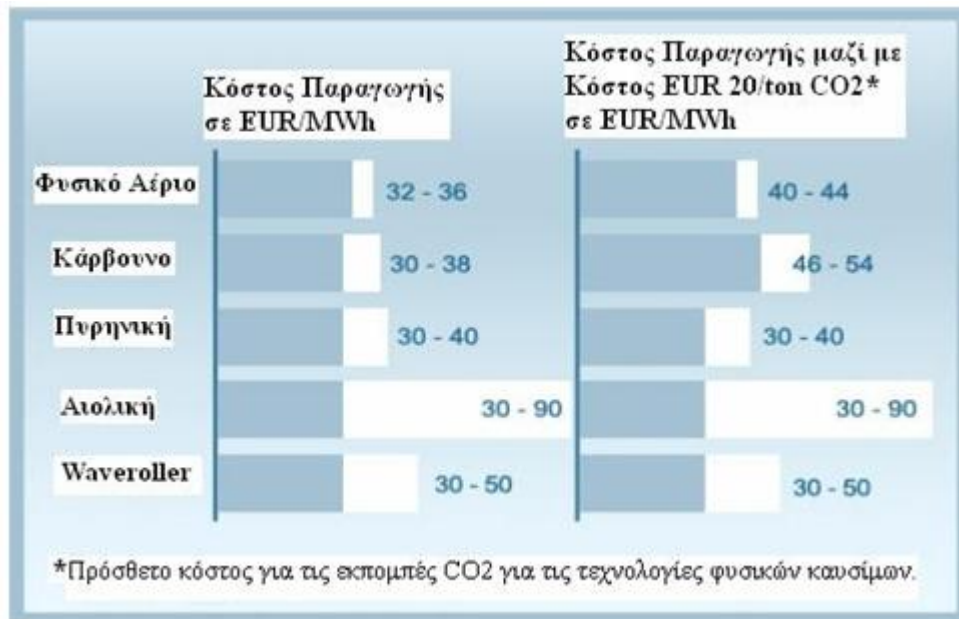
Εικόνα 18: Η υποθαλάσσια εγκατάσταση WaveRoller

3.3.2 Πλεονεκτήματα

Όσον αφορά την τοποθεσία της εγκατάστασης, ο σχεδιασμός του WaveRoller είναι κατάλληλος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα ευρύτερο φάσμα κυματικών συνθηκών σε σύγκριση με άλλες υπάρχουσες τεχνολογίες ενέργειας κυμάτων. Το WaveRoller λειτουργεί πολύ καλά σε τοποθεσίες όπου οι περίοδοι των κυμάτων είναι μεγάλες και το φούσκωμα της θάλασσας έντονο. Τα επίπεδα ενέργειας που επιτυγχάνονται σε αυτές τις τοποθεσίες κατά την διάρκεια του χρόνου είναι σχετικά σταθερά με μικρότερη διακύμανση σε σχέση με συσκευές ενέργειας κυμάτων της επιφάνειας ή με την αιολική ενέργεια.

Το WaveRoller είναι φιλικό προς το περιβάλλον με βάση τις παρακάτω εκτιμήσεις:

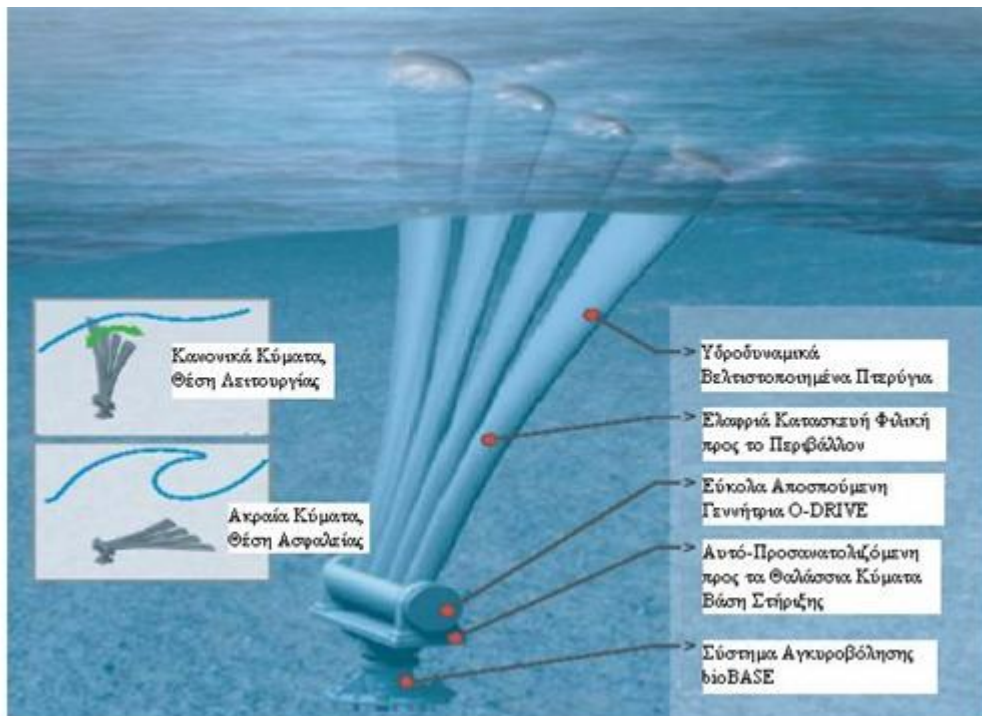
- Ολόκληρη η εγκατάσταση είναι τοποθετημένη κάτω από την επιφάνεια του νερού και για αυτό δεν είναι ορατή έξω από τη θάλασσα. Το τυπικό βάθος εγκατάστασης είναι περίπου 7 με 15 μέτρα, κάτι το οποίο σημαίνει ότι μπορούν για παράδειγμα να περάσουν από πάνω του αλιευτικά σκάφη χωρίς πιθανότητα σύγκρουσης.
- Τα πτερύγια του WaveRoller ακολουθούν τη φυσική κίνηση του θαλασσινού νερού.
- Η εγκατάσταση δεν παράγει κανένα θόρυβο ως προς την επιφάνεια της θάλασσας ή την ακτή.
- Το WaveRoller έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας υλικά φιλικά προς το περιβάλλον και δεν περιέχει επικίνδυνες ρυπογόνες ουσίες. Οικονομική Ανάλυση Το WaveRoller είναι σχεδιασμένο για υψηλή απόδοση. Ένα πτερύγιο WaveRoller θα παράγει περίπου 13kW ηλεκτρικής ενέργειας σε καλές κυματικές συνθήκες. Με βάση αυτή την απόδοση, το κόστος επένδυσης είναι περίπου 3.000 € ανά kW στο πειραματικό στάδιο. Ο στόχος για την εμπορική φάση του WaveRoller είναι ένα επενδυτικό κόστος μεταξύ 800 με 1300 € ανά kW και κόστος παραγωγής ενέργειας μεταξύ 0,03 με 0,05 € ανά kWh. Κάποιες συγκριτικές μετρήσεις όσον αφορά το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας φαίνονται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα:



Πίνακας : Κόστη παραγωγής

3.4 bioWAVE™

Το bioWAVE™ της αυστραλιανής εταιρίας BioPower Systems Pty Ltd είναι ένας μετατροπέας της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων σε ωφέλιμο ηλεκτρισμό. Η παλλόμενη κίνηση της συσκευής και οι μηχανισμοί επιβίωσης της εμπνεύστηκαν από τις λειτουργίες κάποιων ειδών θαλάσσιων φυτών που ζουν στον ωκεανό και έχουν προσαρμοστεί κατάλληλα στις συνθήκες που επικρατούν εκεί. Έτσι η τεχνολογία του bioWAVE™ επωφελείται από κάποια εξελιγμένα κληρονομικά φυσικά χαρακτηριστικά των οποίων η αποτελεσματικότητα έχει αποδειχθεί από την ίδια τη φύση. Η συσκευή bioWAVE™ αντί να αντισταθεί στις δυνάμεις του ωκεανού, κινείται μαζί με αυτές μετατρέποντας ενέργεια συνεχώς, χωρίς να χρειάζεται κάποια βαριά και ακριβή μηχανική κατασκευή.

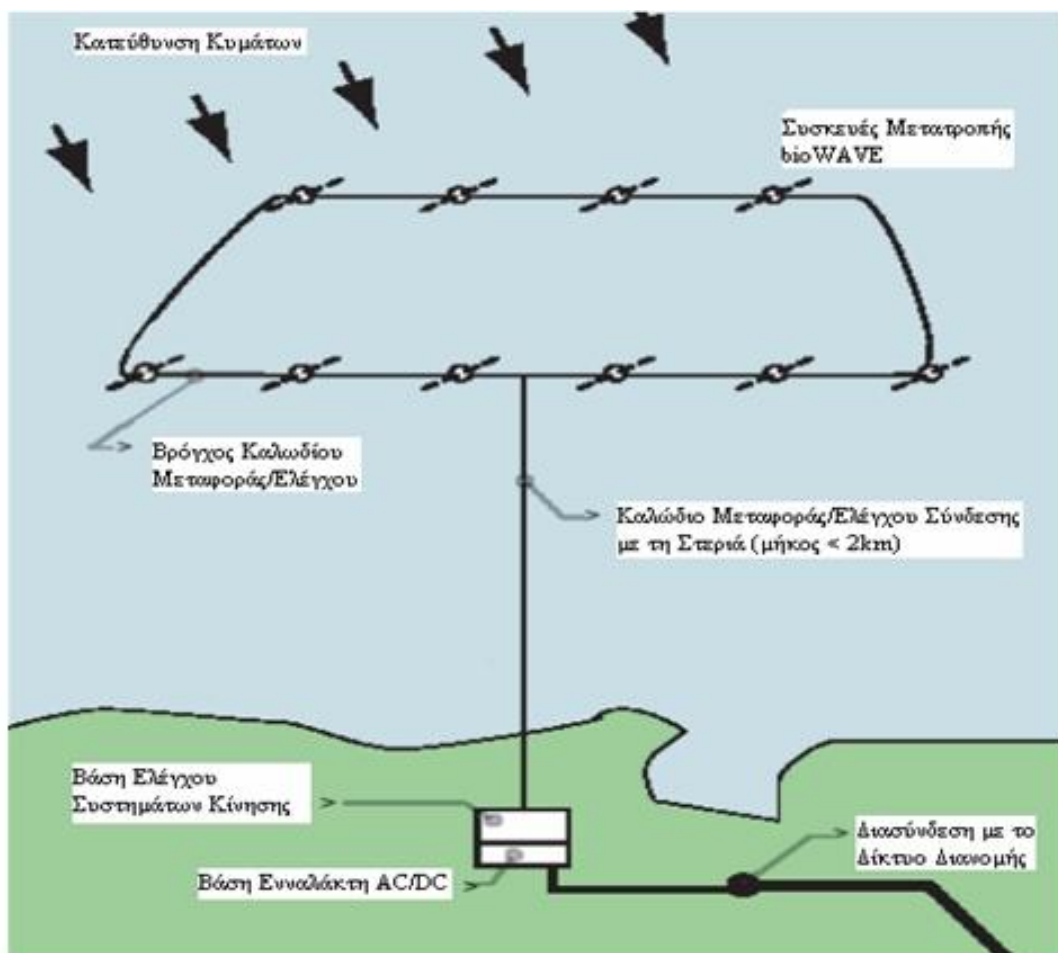


Εικόνα 19: Ανάλυση λειτουργίας

3.4.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η υδροδυναμική αλληλεπίδραση των πτερυγίων με το πεδίο ροής της κυματικής ταλάντωσης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να απορροφά τη μέγιστη ενέργεια. Αυτό το σύστημα έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους μετατροπείς της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων. Για παράδειγμα, το bioWAVE™ είναι το μόνο σύστημα κυματικής ενέργειας που συλλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας, χωρίς να χρησιμοποιεί μια μεγάλη άκαμπτη κατασκευή. Είναι επίσης η μόνη συσκευή τέτοιου είδους που απορροφά τη κυματική ενέργεια σε ένα μεγάλο εύρος, από τη βάση της στον πυθμένα ως και την επιφάνεια της θάλασσας, ενώ συνεχώς προσανατολίζεται αυτόματα προς την κατεύθυνση των κυμάτων. Το σύστημα bioWAVE™ μετατρέπει την ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων σε μηχανική ενέργεια μέσω της ταλάντωσης γύρω από έναν άξονα. Για τη μετατροπή αυτών των ταλαντώσεων χαμηλής ταχύτητας και μεγάλης ροπής σε ισχύ AC, αναπτύχθηκε μια ειδική ηλεκτρική γεννήτρια που ονομάζεται O-DRIVE™. Αυτή είναι αρθρωτή και μπορεί εύκολα να αποσυνδεθεί και να επανασυνδεθεί σε περίπτωση που χρειάζεται σέρβις. Η γεννήτρια O-DRIVE™ συνδυάζει ένα απλό παλινδρομικό μηχανισμό με μια σύγχρονη γεννήτρια μόνιμων μαγνητών και ένα τροχό υψηλής αδράνειας, με αποτέλεσμα την αδιάλειπτη παραγωγή εξομαλυσμένης AC ισχύος. Σε ακραίες καιρικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένου και τυφώνων, το bioWAVE™ δέχεται εντολή αυτόματα να σταματήσει τη λειτουργία του και να οριζοντιωθεί σε μια ασφαλή θέση παράλληλα με τον πυθμένα της θάλασσας. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη λειτουργία της γεννήτριας O-DRIVE™ και έτσι αποκλείει την

επικίνδυνη έκθεση σε ακραίες δυνάμεις. Η βάση πάνω στην οποία ασφαρίζεται ο μετατροπέας bioWAVE™ στον πυθμένα της θάλασσας ονομάζεται bioBASE™. Διάφορα συστήματα bioWAVE™ βρίσκονται υπό ανάπτυξη, με απόδοση 500kW, 1000kW και 2000kW, για να ταιριάζουν στις κυματικές συνθήκες των διαφόρων τοποθεσιών εγκατάστασης. Μια τυπική εγκατάσταση πολλών μονάδων bioWAVE™ θα αποτελείται από μία ή περισσότερες βρογχοειδή παρατάξεις με μέχρι και δέκα συσκευές η κάθε μία. Η συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της κάθε παράταξης θα μεταφέρεται στην ακτή μέσω ενός υποθαλάσσιου καλωδίου. Τα συστήματα ελέγχου και οδήγησης των συσκευών θα βρίσκονται στην ακτή και θα συνδέονται με τις συσκευές της παράταξης μέσω ενός καλωδίου ισχύος. Μπορούν να εγκατασταθούν πολλές βρογχοειδή παρατάξεις συσκευών bioWAVE™ με συνολική εγκατεστημένη ισχύ έως και 200MW, είτε για την τροφοδοσία του φορτίου βάσης ή για αντικατάσταση της συμβατικής ενέργειας.



Εικόνα 20: Αρχή λειτουργίας

3.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η συσκευή bioWAVE™ παρουσιάζει τα παρακάτω βασικά πλεονεκτήματα

1. Οικονομικά Αποδοτική:

- Λίγα κινούμενα τμήματα,
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης,
- Αυτόνομη λειτουργία χωρίς απαιτήσεις πληρώματος,
- Χαμηλές απαιτήσεις ασφάλισης και σέρβις,
- Απλή εγκατάσταση δύο μόνο τμημάτων χωρίς απαιτήσεις ειδικού εξοπλισμού ή σκάφους,
- Η συσκευή παραλληλίζεται με τον βυθό της θάλασσας σε περίπτωση ακραίων καιρικών συνθηκών, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται να σχεδιαστεί για αντοχή σε μεγάλα φορτία.

2. Φιλική ως προς το Περιβάλλον:

- Οπτικά άορατη,
- Μικρός καταλαμβάνομενος χώρος και ελάχιστη ταραχή στον πυθμένα της θάλασσας,
- Αργές «φυσικές» κινήσεις, αθόρυβη και ασφαλής λειτουργία ως προς τη θαλάσσια ζωή,
- Καμιά σημαντική τροποποίηση των φυσικών ρευμάτων, της αλμυρότητας ή της θολότητας της θάλασσας,
- Μηδενική διανομή ρυπογόνων ή ξένων ουσιών στο περιβάλλον.

3. Υψηλή Απόδοση:

- Συνεχής προσανατολισμός για την ευθυγράμμιση της με την διεύθυνση της διάδοσης των κυμάτων,
- Μεγάλο εύρος ταλάντωσης των πτερυγίων για τη μεγιστοποίηση της σύλληψης ενέργειας (μέχρι και 2MW ανά μονάδα),
- Απευθείας μετατροπή ισχύος,
- Υδροδυναμικά βελτιστοποιημένο,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 Oceanlinx(Τεχνολογίες Παλλόμενης/Ταλαντούμενης Στήλης Ύδατος)

Η συσκευή Oceanlinx της αυστραλιανής εταιρίας Oceanlinx Limited, έχει σχεδιαστεί για να αποσπά την ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων και να την μετατρέπει είτε σε ηλεκτρισμό ή να χρησιμοποιεί αυτή την ενέργεια για να παράγει αφαλατωμένο γλυκό νερό από το θαλασσινό.



Εικόνα21: Η πλήρης εγκατάσταση Oceanlinx

4.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ OCEANLINX

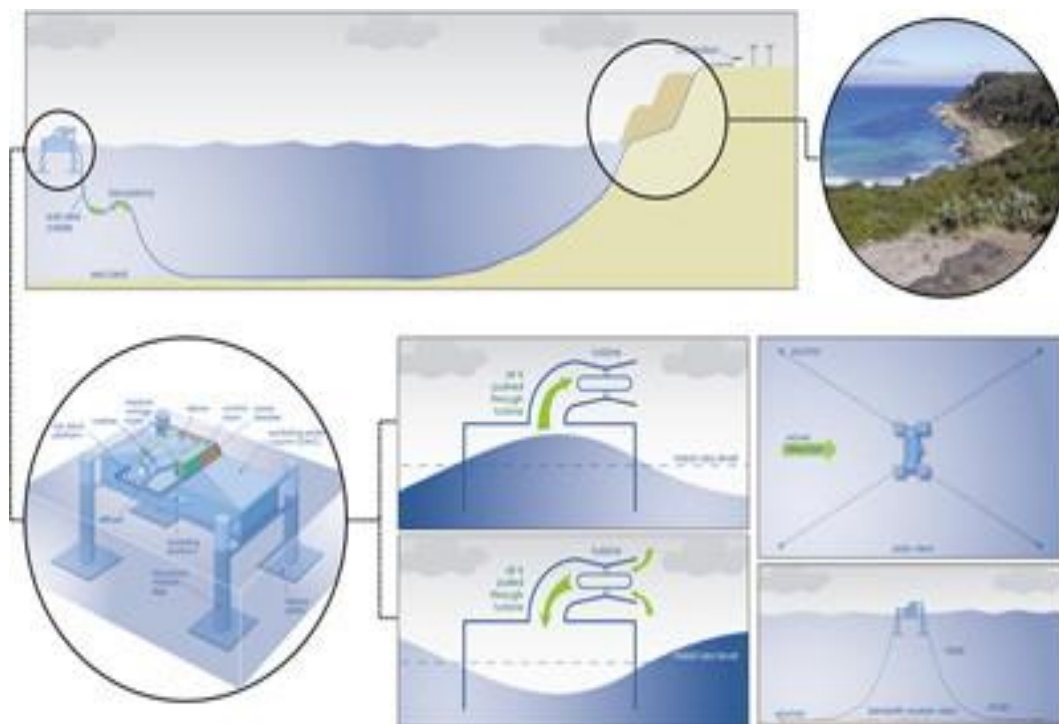
Τα ωκεάνια κύματα περιέχουν τεράστια ποσά ενέργειας. Καθώς αυτή η ενέργεια περνάει από τη συσκευή Oceanlinx, το νερό μέσα στο OWC (ένας θάλαμος που είναι ανοιχτός κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας) ανεβοκατεβαίνει συμπιέζοντας και μετατοπίζοντας τον αέρα μέσα στο θάλαμο, οδηγώντας τον μέσα από ένα στρόβιλο που στεγάζεται στο στενότερο και ψηλότερο σημείο του θαλάμου. Επειδή ο θάλαμος OWC στενεύει (έχει κωνοειδές σχήμα), ο αέρας επιταχύνεται στη μέγιστη ταχύτητα του καθώς διέρχεται μέσα από τον στρόβιλο, επιτρέποντας τη μέγιστη απόσπαση της ενέργειας από τη θάλασσα. Η κίνηση ταλάντωσης του κύματος προκαλεί μια παρόμοια ταλάντωση στη ροή του αέρα μέσα από τον θάλαμο και ο στρόβιλος μετατρέπει ενέργεια και στις δύο κινήσεις (πάνω και κάτω). Ο καινοτόμος στρόβιλος, που περιγράφεται αργότερα, μετατρέπει την ενέργεια της ροής του αέρα σε μηχανική ενέργεια που κινεί μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ο θάλαμος και ο στρόβιλος αποτελούν τη «καρδιά» του μετατροπέα Oceanlinx.

Ένα μέσο σπίτι καταναλώνει καθημερινά 20kWh ηλεκτρισμό και 350 λίτρα νερό. Έτσι κατ' αντιστοιχία μία μονάδα Oceanlinx αναμένεται να παράγει αρκετή ισχύ για 1.500 σπίτια ή αρκετό νερό για 9.000 σπίτια. Το βασικότερο τμήμα του Oceanlinx είναι ο στρόβιλος Denniss-Auld. Οι περισσότεροι στρόβιλοι είναι σχεδιασμένοι για να λειτουργούν με αέριο ή υγρό να ρέει προς μία κατεύθυνση, με σταθερή ταχύτητα και με τα πτερύγια τους να εκμεταλλεύονται τη βέλτιστη «γωνία επίθεσης». Ωστόσο, όταν η ροή δεν είναι πάντα από την ίδια κατεύθυνση ή δεν έχει σταθερή ταχύτητα, οι παραδοσιακοί στρόβιλοι αποδεικνύονται αναποτελεσματικοί. Προηγούμενες προσπάθειες εξάλειψης αυτής της δυσκολίας οδηγούσαν συνήθως σε στρόβιλους με διάφορους βαθμούς απόδοσης. Ωστόσο ο στρόβιλος Denniss-Auld του Oceanlinx χρησιμοποιεί μια διαφορετική μέθοδο. Αυτή στηρίζεται σε πτερύγια μεταβλητής κλίσης που, με την πιο αργή περιστροφική κίνηση και τη μεγαλύτερη ροπή του στρόβιλου, βελτιώνουν την απόδοση και την αξιοπιστία, ενώ μειώνουν τις απαιτήσεις συντήρησης. Ο στρόβιλος χρησιμοποιεί ένα σύστημα αισθητήρων με μετατροπέα πίεσης που μετράει τη πίεση που ασκείται στον ωκεάνιο βυθό από κάθε κύμα, καθώς αυτό πλησιάζει το θάλαμο σύλληψης ή καθώς μπαίνει στο θάλαμο. Ο μετατροπέας πίεσης στέλνει ένα παλμό τάσης ανάλογο της πίεσης που προσδιορίζει το ύψος, τη διάρκεια και το σχήμα του κάθε κύματος. Το σύστημα βαθμονομείται κατάλληλα ώστε να προλαμβάνονται θόρυβοι μικρής κλίμακας από το να το ενεργοποιήσουν. Ο παλμός στέλνεται σε ένα Προγραμματιζόμενο Λογικό Ελεγκτή (PLC) που ρυθμίζει διάφορες παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο, όπως τη γωνία των πτερυγίων και την ταχύτητα του στρόβιλου. Αυτά βαθμονομούνται σε αλγόριθμο που βασίζεται στις συγκεκριμένες συνθήκες και περιεχόμενο ενέργειας της τοποθεσίας εγκατάστασης, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Η ηλεκτρική γεννήτρια που είναι συνδεδεμένη με τον στρόβιλο, έχει σχεδιαστεί ώστε να ελέγχονται ηλεκτρονικά τα χαρακτηριστικά της ταχύτητας και ροπής του φορτίου της γεννήτριας σε πραγματικό χρόνο για τη μεγιστοποίηση της μεταφοράς ενέργειας. Μια επαγωγική μηχανή θα χρησιμοποιηθεί ως γεννήτρια και θα συνδέεται με το παρεχόμενο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός πλήρους αναπαραγωγικού συστήματος ηλεκτρονικού ελέγχου. Το σημείο διασύνδεσης με το δίκτυο και το σύστημα ελέγχου στεγάζονται σε ένα στεγανό κτίσμα εξωτερικά του αεραγωγού. Η τάση της τριφασικής σύνδεσης σε εκείνο το σημείο είναι 415V L-L στα 50Hz. Η ηλεκτρική διασύνδεση μεταξύ της γεννήτριας και των κεντρικών αγωγών περιλαμβάνει δύο αμφίδρομους τριφασικούς εναλλάκτες DC/AC, που ο καθένας λειτουργεί με μικροεπεξεργαστή ανεξάρτητου έλεγχου. Οι εναλλάκτες είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους στις DC πλευρές τους. Ο εναλλάκτης από τη μεριά της γεννήτριας μετράει την ταχύτητα της γεννήτριας και παρέχει τον κατάλληλο έλεγχο της τάσης και της συχνότητας ώστε η γεννήτρια να λειτουργεί σύμφωνα με τον βελτιστοποιημένο αλγόριθμο.

Η γεννήτρια μπορεί να έχει ομαλή ηλεκτρική εκκίνηση με σταδιακή ανύψωση της ισχύος σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο. Το σύστημα ελέγχου ενσωματώνει προηγμένους αλγορίθμους ώστε ο στρόβιλος να λειτουργεί στη βέλτιστη ταχύτητα τη

χρονική στιγμή που θα ξεκινήσει η ροή του αέρα. Ένας εύκαμπτος μικροεπεξεργαστής επιτρέπει τη δοκιμή διαφόρων αλγορίθμων στη σειρά για να ελέγξει τα αποτελέσματα, ενώ ακόμα επιτρέπει την εύκολη επαναφορά στον αρχικό αλγόριθμο. Ο εναλλάκτης ανιχνεύει αυτόματα την τάση των κεντρικών αγωγών και τους μηδενισμούς της κυματομορφής, με το κατάλληλο φιλτράρισμα. Με τη κατάλληλη διαμόρφωση της φάσης και του εύρους του παλμού, η ισχύς μεταφέρεται προς κάθε κατεύθυνση περιέχοντας αρμονικές και αυξομειώσεις της. Η δυναμική προσομοίωση της αδράνειας με τη χρήση τεράστιων πυκνωτών, που αναπτύχθηκε πρόσφατα από την αυστραλιανή CSIRO, χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση των διακυμάνσεων του ρεύματος των κεντρικών αγωγών ενώ επιτρέπει στον στρόβιλο να φορτίζεται ως το βέλτιστο σημείο λειτουργίας.



Εικόνα 22 : Μέθοδος λειτουργίας Oceanlinx

Μία μόνο μονάδα ισχύος Oceanlinx μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια από 100kW έως και 1,5MW, ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες και τις συγκεκριμένες απαιτήσεις του τοπικού πληθυσμού. Η χωρητικότητα της κάθε μονάδας μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εξυπηρετεί τις ανεξάρτητες ανάγκες της κοινότητας ή το δίκτυο διανομής. Όταν είναι αναγκαία η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περισσότερης από 1,5MW, είναι δυνατή η εγκατάσταση πολλαπλών μονάδων στην ίδια τοποθεσία, συνδεδεμένων στην ακτή μέσω ενός ηλεκτρικού υποθαλάσσιου καλωδίου. Δεν υπάρχει θεωρητικός περιορισμός στον αριθμό των μονάδων που μπορούν να εγκατασταθούν σε μία τοποθεσία. Οι μονάδες μπορούν να χωριστούν κατά διαστήματα σε κοντινή μεταξύ τους απόσταση για τη μείωση της πρόσκρουσης των

κυμάτων στην ακτή (κυματοθραυστική λειτουργία) ή σε μεγαλύτερη μεταξύ τους απόσταση ώστε να μην επηρεάζουν την παλιρροιακή ζώνη.

Η Oceanlinx συμβουλευεται στενά με τοπικούς συμμετόχους για να εξασφαλίσει ότι η ποσότητα και ποιότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα, ταιριάζει με τις ανάγκες και προσδοκίες των τελικών καταναλωτών. Επιπροσθέτως, η ευελιξία της καινοτόμας ηλεκτρικής γεννήτριας και του συστήματος ελέγχου με μικροεπεξεργαστή, επιτρέπουν στη συσκευή να ενεργεί ως κάποιου είδους απομονωτή έναντι ανεπιθύμητων αιχμών σε δίκτυα μικρής κλίμακας. Αυτό εξασφαλίζει μεγαλύτερο βαθμό σταθερότητας του δικτύου σε απομακρυσμένες κοινότητες.

Όσον αφορά την αφαλάτωση του νερού, μια τυπική μονάδα Oceanlinx μπορεί να παρέχει πάνω από 3 εκατομμύρια λίτρα γλυκού νερού την ημέρα. Μικρότερες μονάδες είναι επίσης διαθέσιμες, ενώ μεγαλύτερη χωρητικότητα μπορεί να επιτευχθεί μέσω πολλαπλών μονάδων. Η παραγωγή νερού πόσιμης ποιότητας επιτυγχάνεται χωρίς να καταλαμβάνεται έκταση, χωρίς έξοδα καυσίμου, χωρίς εκπομπές ρύπων και με ασήμαντα ζητήματα διάθεσης της άλμης. Το κόστος παραγωγής αφαλατωμένου νερού οποιασδήποτε ποσότητας, είναι γενικά χαμηλότερο από τις συμβατικές μεθόδους, με εύκολη συντήρηση και διαθεσιμότητα των τμημάτων αντικατάστασης.

4.1.2 Βασικά Πλεονεκτήματα

- Ο Στρόβιλος Denniss-Auld: Αναπτύχθηκε από την Oceanlinx και είναι σημαντικά αποδοτικότερος στη μετατροπή της ενέργειας της ροής του αέρα σε ηλεκτρισμό, ενώ υπερνικά τα ενδημικά προβλήματα του στροβίλου που σχετίζονται με την αμφίδρομη ροή αέρα των συστημάτων μετατροπής της ενέργειας των κυμάτων. Το πρωτοποριακό χαρακτηριστικό αυτού του στροβίλου είναι το σύστημα ελέγχου της κλίσης του πτερυγίου, που του επιτρέπει να περιστρέφεται προς την ίδια κατεύθυνση ανεξάρτητα από τη κατεύθυνση της ροής του αέρα.
- Η Απλότητα: Η μονάδα Oceanlinx έχει ένα μόνο κινούμενο τμήμα τοποθετημένο πάνω από την επιφάνεια του νερού. Όλος ο τεχνολογικός εξοπλισμός στεγάζεται έξω από το νερό, βελτιώνοντας έτσι την αξιοπιστία και παρέχοντας εύκολη πρόσβαση για συντήρηση και επισκευή. Ο στρόβιλος Denniss-Auld μιας μονάδας Oceanlinx μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως μέσα σε μόνο 5 ώρες, επιτόπου στην τοποθεσία εγκατάστασης.
- Διαθεσιμότητα Η τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή αφαλάτωσης θαλασσινού νερού από μόνη της είναι απλή και οικονομικά αποδοτική, με τη πλειοψηφία των ηλεκτρικών και μηχανικών τμημάτων να είναι έτοιμα διαθέσιμα.

- Αποδεδειγμένη Τεχνολογία Παραγωγής Ενέργειας Επειδή τα συστήματα μετατροπής της ενέργειας των κυμάτων βρίσκονται υπό συνεχή ανάπτυξη για πάνω από 40 χρόνια, υπάρχει σημαντική εμπειρία προϋπηρεσίας γενικά.
- Κόστος Παραγωγής Εκτιμάται ότι θα έχει το χαμηλότερο κόστος παραγωγής ανά μονάδα σε σχέση με ανταγωνιστικές τεχνολογίες της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων (πηγή Electric Power Research Institute).
- Πληθώρα Παραγόμενων Προϊόντων Οι μονάδες είναι ικανές να παράγουν και εμπορεύσιμα υποπροϊόντα της διαδικασίας της αφαλάτωσης, όπως άλμη και υδρογόνο.
- Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα : Το Oceanlinx παράγει μηδενικές εκπομπές CO₂ και SO₂, ενώ η παραγωγή θορύβου είναι κάτω από 75db.

4.1.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή

Γενικά η Oceanlinx Limited (πρώην Energetech) είναι μάλλον η εταιρία ενέργειας κυμάτων που έχει λάβει τη μεγαλύτερη οικονομική ενίσχυση από διάφορους επενδυτές και οργανισμούς σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη. Η Oceanlinx Limited έχει τα παρακάτω τρέχοντα συμβόλαια και πρότζεκτς:

- Portland (Victoria, Australia) Η εγκατάσταση 18 μονάδων του 1,5MW συνολικής παραγωγής 27MW βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο απόκτησης αδειών. Αυτό θα είναι το μεγαλύτερο πρότζεκτ κυματικής ενέργειας σε εξέλιξη στον κόσμο.
- Port Kembla (New South Wales, Australia) Έχει υπογραφεί ένα Συμφωνητικό Απόκτησης Ισχύος (PPA) με την αυστραλιανή Integral Energy για την παροχή ηλεκτρισμού από τη πρωτότυπη μονάδα των 450kW. Αυτή θα είναι η πρώτη εταιρία ενέργειας κυμάτων ανοιχτής θαλάσσης που θα συνδεθεί στο δίκτυο (η σύνδεση αναμένεται μέχρι το Νοέμβριο του 2007).
- South West of England Regional Development Agency (SWRDA, Cornwall, UK) Έχει υπογραφεί ένα Γράμμα Πρόθεσης (LOI) με τη SWRDA για μία εγκατάσταση 5MW ως ένα μέρος του Wave Hub στη Cornwall.
- Rhode Island (USA) Υπογράφηκε ένα Υπόμνημα Συμφωνίας με τη Κρατική Αρχή του Rhode Island για μία μονάδα 1,5MW και στη συνέχεια για μία εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας ισχύος 15 με 20MW.
- GPP (Namibia) Υπογράφηκε συμβόλαιο με τη GPP, τμήμα της Southern Africa Utility SELCo για μια μονάδα 1,5MW. Μόλις η μονάδα επιτύχει τα προσυμφωνημένα κριτήρια απόδοσης θα επακολουθήσουν άλλες 9 μονάδες. Έτσι η συνολική παραγωγή θα ανέλθει σε 15MW.

- Hawaii (USA)Υπογράφηκε ένα Υπόμνημα Συμφωνίας (MOU) με ένα νησί στη Χαβάη για μέχρι 2,7MW ισχύ παραγωγής.

4.2 Wave Dragon(Τεχνολογίες Υπέρβασης/Υπερύψωσης)

Το Wave Dragon της δανέζικης εταιρίας Wave Dragon Ltd είναι ένας μετατροπέας της κυματικής ενέργειας τύπου υπέρβασης, που επιπλέει στην επιφάνεια της θάλασσας ενώ είναι δεμένος στο βυθό της. Μπορεί να εγκατασταθεί μία ή περισσότερες μονάδες Wave Dragon συνδεδεμένες σε ομάδες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με μέγεθος παραγωγής συγκρίσιμο με μία παραδοσιακή μονάδα φυσικού καυσίμου. Το πρώτο πρωτότυπο που συνδέθηκε με το δίκτυο βρίσκεται στο Nissum Bredning της Δανίας. Πραγματοποιήθηκαν εκτενείς δοκιμές και πειράματα για τον καθορισμό της απόδοσης του συστήματος, όπως η διαθεσιμότητα και η παραγωγή ενέργειας υπό διάφορες συνθήκες (π.χ. κλιματολογικές). Η αποδοτικότητα απορρόφησης ενέργειας στη συγκεκριμένη τοποθεσία έχει ελεγχθεί και πιστοποιηθεί .Συνεπώς το επόμενο στάδιο ανάπτυξης είναι η βελτιστοποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με απώτερο στόχο μια εγκατάσταση πολλών μεγαβάτ.



Εικόνα 23: Η εγκατάσταση WAVE DRAGON

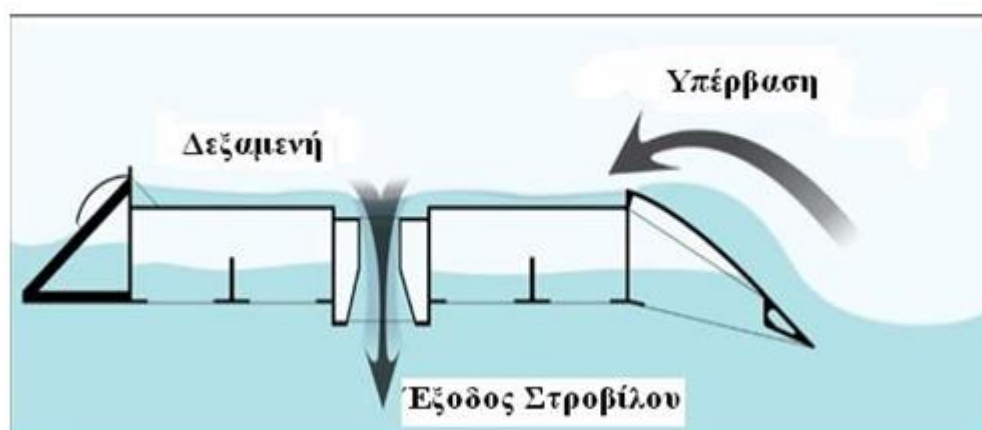
4.2.1 Τεχνολογία Wave Dragon

Η βασική ιδέα του μετατροπέα Wave Dragon αφορά την εφαρμογή γνώριμων και αποδεδειγμένων αρχών και θεωριών από τις παραδοσιακές υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής σε μία πλατφόρμα που επιπλέει στην ανοιχτή θάλασσα. Η αρχή λειτουργίας του είναι πολύ απλή. Η συσκευή υπέρβασης Wave Dragon ανυψώνει τα κύματα της θάλασσας σε μία δεξαμενή πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Από εκεί το νερό επιστρέφει στη θάλασσα περνώντας μέσα από ένα συγκεκριμένο αριθμό υδροστροβίλων οι οποίοι αρχίζουν να περιστρέφονται, με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρισμός λόγω της υψομετρικής διαφοράς. Τα βασικά στάδια λειτουργίας του Wave Dragon συνοψίζονται ως εξής

- Υπέρβαση της Ειδικής Ράμπας (Απορρόφηση) • Αποθήκευση (Δεξαμενή)
- Επιστροφή στη Θάλασσα Παραγωγή Ηλεκτρική Ενέργειας

Το Wave Dragon παρά την απλή κατασκευή του, είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο όσον αφορά το σχεδιασμό του. Καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια στο σχεδιασμό, στη μοντελοποίηση και στη δοκιμή του Wave Dragon ώστε να βελτιωθεί σε αρκετούς τομείς όπως :

- Βελτιστοποίηση της υπέρβασης της ειδικής ράμπας.
- Βελτιστοποίηση της υδραυλικής ανταπόκρισης και της πλευστότητας.
- Εξομάλυνση των δυνάμεων των κυμάτων στους ανακλαστήρες και στο σύστημα πρόσδεσης.
- Μείωση του κόστους κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας.



Εικόνα 24: Αρχή λειτουργίας WAVE DRAGON

Το Wave Dragon αγκυροβολείται στη θάλασσα (όπως ένα πλοίο) σε βάθος τουλάχιστον 25 μέτρα. Προτιμάται βάθος μεγαλύτερο των 40 μέτρων για την εκμετάλλευση των κυμάτων στο μέγιστο δυνατό βαθμό, προτού χάσουν μεγάλο ποσοστό της ενέργειας τους καθώς πλησιάζουν στη παράκτια περιοχή. Το Wave Dragon είναι μία συσκευή που ενώ επιπλέει στην επιφάνεια της θάλασσας θα πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν σταθερή αφού δεν μετατρέπει τα κύματα σε ηλεκτρική ενέργεια με την αναπήδηση του πάνω κάτω ή με την κίνηση κάποιων τμημάτων λόγω της κίνησης των θαλάσσιων κυμάτων. Ενώ στις περισσότερες συσκευές μετατροπής ενέργειας ανοιχτής θαλάσσης καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια ώστε να αποφευχθεί η υπέρβαση του νερού των θαλάσσιων κυμάτων, στο Wave Dragon ο στόχος είναι η υπέρβαση όσο το δυνατόν περισσότερου όγκου νερού. Για αυτό και είναι σχεδιασμένο με μία ειδική κυρτή ράμπα και ανακλαστήρες κυμάτων. Το σχήμα της

ράμπας μοιάζει με αυτό μιας κυρτής παραλίας, ενώ είναι κοντή και απότομη για την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Επειδή όταν το κύμα φτάνει στη ράμπα αλλάζει η γεωμετρία του και ανυψώνεται, το σχήμα της ράμπας είναι ελλειψοειδές για τη μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης αυτού του φαινομένου.

Ο κύριος ρόλος των ανακλαστήρων είναι να συγκεντρώνουν και να κατευθύνουν τα κύματα προς τη ράμπα. Η αναλογία των τμημάτων του Wave Dragon που βρίσκονται πάνω και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας μπορεί να ρυθμιστεί κατάλληλα από ένα σύστημα αέρα υπό πίεση σε ειδικά διαμορφωμένες δεξαμενές στο κάτω μέρος της πλατφόρμας. Έτσι το ύψος της κατασκευής έξω από το νερό ρυθμίζεται ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες στην αποδοτικότερη θέση. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται από τους υδροστρόβιλους που κινούνται από το άδειασμα του αποθηκευμένου νερού της δεξαμενής όγκου 8.000 τ.μ. περίπου. Το Wave Dragon είναι εξοπλισμένο με υδροστρόβιλους που λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο για την κατά το δυνατόν ομαλότερη παραγωγή ηλεκτρισμού. Για παράδειγμα ένα Wave Dragon σχεδιασμένο για τοποθεσία με ενέργεια κυμάτων 24kW/m υπολογίζεται ότι θα αποτελείται από 16 στρόβιλους. Γενικά το Wave Dragon χρησιμοποιεί παραδοσιακούς υδροστρόβιλους προπέλας με σταθερές βάνες εισόδου, το οποίο αποτελεί μια ώριμη και αποδεδειγμένη τεχνολογική επιλογή εδώ και 80 χρόνια. Συγκεκριμένα για το Wave Dragon αναπτύχθηκε ένας ειδικός, μικρού μεγέθους στρόβιλος Kaplan.

Η μετατροπή της περιστροφής των υδροστρόβιλων σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται μέσω μιας γεννήτριας μόνιμων μαγνητών για κάθε στρόβιλο. Η επιλογή αυτή αποσκοπεί στην αποφυγή χρήσης κιβωτίου ταχυτήτων, που είναι αναγκαίο για μια ασύγχρονη γεννήτρια. Το Wave Dragon είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε τα μοναδικά κινούμενα μέρη του να είναι οι στρόβιλοι. Έτσι αφενός μεν μειώνεται το κόστος συντήρησης, αφετέρου ελαχιστοποιούνται οι επικίνδυνες επιδράσεις από το λέρωμα, την ανάπτυξη μικροοργανισμών (π.χ. φύκια) και από τα διάφορα αντικείμενα που επιπλέουν στην επιφάνεια. Επίσης επειδή σε συνθήκες καταιγίδας οι δυνάμεις των κυμάτων που προσκρούουν στη συσκευή είναι μεγάλες και μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές, το Wave Dragon έχει ιδιαίτερα στιβαρή και ανθεκτική κατασκευή αφού κατά τον σχεδιασμό του δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή σε διάφορες πτυχές όπως :

- Χρήση ειδικού συστήματος πρόσδεσης (που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την αγκυροβόληση πλοίων) για την ασφαλή απορρόφηση των ισχυρών δυνάμεων των κυμάτων και του αέρα.
- Σχεδιασμός και δοκιμή ειδικής διάταξης συρμάτων για τη προστασία του συστήματος πρόσδεσης και των ανακλαστήρων.
- Επιτυχείς δοκιμές μοντέλων σε ακραίες καιρικές συνθήκες με τεράστια κύματα (τα οποία περνούν από πάνω από τη συσκευή χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα).

- Οι πολύ ισχυροί άνεμοι δεν είναι σε θέση να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα αφού το Wave Dragon έχει μικρό ύψος έξω από το νερό. Η περίπτωση τυφώνων θα αντιμετωπιστεί με τη μέγιστη δυνατή βύθιση της κατασκευής.

4.2.2 Πλεονεκτήματα Wave Dragon

Για τη μείωση του κόστους συντήρησης το Wave Dragon είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό του κατασκευασμένο με τυποποιημένα υλικά και τμήματα. Επιπλέον, οι στρόβιλοι μπορούν να αντικατασταθούν ανεξάρτητα για συντήρηση βάσει ενός προκαθορισμένου προγράμματος, για τη μείωση του κόστους και τη διασφάλιση υψηλής διαθεσιμότητας και μικρής απώλειας παραγωγής.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις του Wave Dragon στο περιβάλλον, έχουν γίνει αναλυτικές μελέτες και τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι θετικά, ακόμα και σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα του Wave Dragon ως προς το περιβάλλον είναι :

- Πολύ μικρή ορατότητα της κατασκευής. Το Wave Dragon θα μοιάζει με ένα αγκυροβολημένο πλοίο με ύψος το πολύ 7 μέτρα έξω από το νερό.
- Μικρό «αποτύπωμα» στο βυθό της θάλασσας. Τα μόνα τμήματα που θα εγκατασταθούν στο βυθό θα είναι οι άγκυρες πρόσδεσης και το καλώδιο ισχύος.
- Σχεδόν αθόρυβη λειτουργία.
- Δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής. Όλα τα υδραυλικά λάδια της κατασκευής έχουν αντικατασταθεί με υδραυλικά νερού, ενώ δεν χρησιμοποιείται τοξικό αντιρρυπαντικό.
- Το σύστημα Wave Dragon συνδυάζει υπάρχουσα και ανεπτυγμένη τεχνολογία ανοιχτής θαλάσσης και υδροστροβίλων.
- Είναι ο μοναδικός μετατροπέας της ενέργειας των κυμάτων ανοιχτής θαλάσσης υπό ανάπτυξη, που μπορεί να κατασκευαστεί σε οποιαδήποτε κλίμακα μεγέθους χωρίς περιορισμούς.
- Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους του, το σέρβις, η συντήρηση και ακόμα και αρκετά σημαντικές επισκευές μπορούν να πραγματοποιηθούν επί τόπου μέσα στη θάλασσα, με χαμηλό σχετικά κόστος λειτουργίας και συντήρησης σε σχέση με άλλου είδους μετατροπείς.
- Το Wave Dragon χρησιμοποιεί με άμεσο τρόπο την ενέργεια των κυμάτων σε αντίθεση με τους περισσότερους μετατροπείς άλλου είδους. Η κατασκευή του είναι πολύ απλή και τα μόνα κινητά τμήματα του είναι οι στρόβιλοι. Συνεπώς πρόκειται για ιδιαίτερα στιβαρή και αξιόπιστη κατασκευή.

4.2.3 Μελλοντική Ανάπτυξη - Εφαρμογή

Τον Απρίλιο του 2007 κατατέθηκε η Αναφορά της Περιβαλλοντικής Επίδρασης του Wave Dragon από τη Wave Dragon Ltd, έπειτα από διαβουλεύσεις, μελέτες και έρευνες δύο χρόνων. Αυτό αποτελεί το πρώτο σημαντικό βήμα για την κατασκευή μιας εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας με Wave Dragons ισχύος 70MW στην Κελτική Θάλασσα η οποία λειτουργεί ήδη. Επίσης βρίσκετε υπο κατασκευή μια εγκατάσταση 50MW στη Πορτογαλία

4.3 Wave Star© (Τεχνολογίες Κατακόρυφης Ταλάντωσης)

Το Wave Star© της δανέζικης εταιρίας Wave Star© Energy είναι μία μηχανή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα, που εκμεταλλεύεται ολόκληρο το κύμα κατά μήκος του λόγω της πρωτοποριακής σχεδίασης του. Πρόκειται για ένα μετατροπέα που εγκαθίσταται μέσα στη θάλασσα σε απόσταση 10 με 20 χιλιόμετρα από τη στεριά.



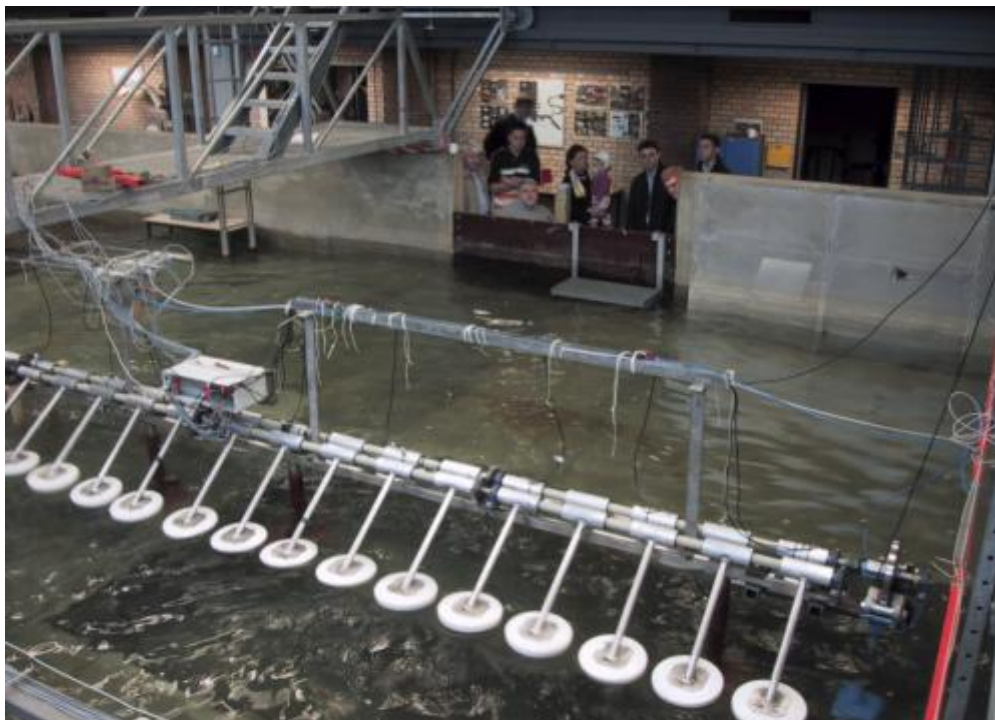
Εικόνα25: Εγκατάσταση WAVE STAR στη Δανία

4.3.1 Τεχνολογία Wave Star

Η βασική ιδέα λειτουργίας του Wave Star[©] είναι τελείως διαφορετική από πολλά άλλα μοντέλα μετατροπής της ενέργειας τω θαλάσσιων κυμάτων. Η συγκεκριμένη μηχανή δεν σχηματίζει φράγμα έναντι των κυμάτων για να εκμεταλλευτεί όλη την ενέργεια τους, αλλά παρεμβάλλεται υπό συγκεκριμένες γωνίες στη κατεύθυνση του κύματος. Κατά αυτόν τον τρόπο τα κύματα διατρέχουν κατά μήκος τη μηχανή, ενώ η εκμετάλλευση της ενέργειας τους αποτελεί μια συνεχή διαδικασία. Σε κάθε πλευρά της στενόμακρης πλατφόρμας του Wave Star[©] υπάρχουν 20 ημισφαιρικές σημαδούρες που ένα μέρος τους είναι βυθισμένο στο νερό. Όταν ένα κύμα περάσει κατά μήκος της πλατφόρμας, το πρώτο ημισφαιρικό πλωτό σώμα θα ανυψωθεί, στη συνέχεια το δεύτερο, μετά το τρίτο και πάει λέγοντας, με αποτέλεσμα να παραχθεί ηλεκτρισμός. Το κάθε πλωτό σώμα είναι τοποθετημένο στη βάση του δικού του υδραυλικού κυλίνδρου. Όταν ένα πλωτό ανυψώνεται, ένα πιστόνι στο κύλινδρο πρεσάρει λάδι μέσα στο κοινό σύστημα μετάδοσης της μηχανής με πίεση μέχρι και 200 bar. Η πίεση αυτή θέτει σε κίνηση έναν υδραυλικό κινητήρα που είναι συνδεδεμένος με μία γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Καθώς το Wave Star[©] έχει μάκρος όσο αρκετά μήκη κύματος, η διπλή συστοιχία των πλωτών θα συλλέγει συνεχόμενα ενέργεια.

Τα πιο σημαντικά τμήματα του Wave Star[©] στεγάζονται στο περίβλημα της γεννήτριας πάνω στη πλατφόρμα. Η γεννήτρια, οι υπολογιστές και οι ηλεκτρονόμοι στεγάζονται μέσα εκεί υπό ελεγχόμενες κλιματικές συνθήκες ώστε να προστατευτούν από τη μούχλα και το αλάτι της θάλασσας.

Το Wave Star[©] κατασκευάζεται εξ' ολοκλήρου στη στεριά και έπειτα ρυμουλκείται ως τους πυλώνες στήριξης του. Η ρυμούλκηση της μηχανής είναι σχετικά απλή διαδικασία αφού μπορεί και επιπλέει λόγω των ημισφαιρικών σημαδούρων της. Αφού τοποθετηθεί με τις σημαδούρες ανυψωμένες, βιδώνεται πάνω στους σιδερένιους πυλώνες. Όταν χρειάζεται σέρβις ή επιδιορθώσεις, αποσυνδέεται και ρυμουλκείται πίσω στη στεριά. Το Wave Star έχει σχεδιαστεί για εγκατάσταση σε απόσταση 10 με 20 χιλιόμετρα από την ακτή. Επειδή το Wave Star[©] παράγει ηλεκτρισμό από συνολικά 40 ανεξάρτητα πλωτά σώματα, η ομαλή λειτουργία του είναι εξασφαλισμένη. Αν χαλάσει ένα από τα πλωτά, τα υπόλοιπα 39 θα συνεχίσουν να παράγουν ηλεκτρισμό. Η μηχανή μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό, αν και σε μικρότερο βαθμό βέβαια, ακόμα και αν το 75 % των πλωτών σωμάτων τεθεί εκτός λειτουργίας. Το Wave Star[©] έχει σχεδιαστεί για διάρκεια ζωής περίπου 50 χρόνια, ενώ υπολογίζεται μία γενική επιθεώρηση κάθε 10 χρόνια, κατά την οποία η μηχανή θα ρυμουλκείται στη στεριά ώστε να αποφευχθούν δαπανηρές εργασίες στη θάλασσα. Το Wave Star[©] δεν έχει ιδιαίτερες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, αντίθετα ύπαρξη μιας μονάδας Wave Star[©] μπορεί να αποτελέσει καταφύγιο για τα αποδημητικά αν δεν υπάρχει άλλο μέρος σε κοντινή απόσταση για αυτά.



Εικόνα 26: Πειραματικό μοντέλο WAVE STAR

4.3.2 Βασικά Πλεονεκτήματα Wave Star

- Το Wave Star© είναι αποτελεσματικά προστατευμένο από ακραία καιρικά φαινόμενα. Όταν τα κύματα ξεπεράσουν ένα ορισμένο ύψος, το μηχάνημα ανυψώνει αυτόματα όλα τα πλωτά σώματα έξω από τη θάλασσα. Συγκεκριμένα στη μηχανή Wave Star© φυσικού μεγέθους, όταν τα κύματα ξεπεράσουν τα 8 μέτρα ύψος, τα πλωτά θα ανυψώνονται σε μία ασφαλή θέση 20 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Επίσης επειδή η μηχανή εγκαθίστανται με την επιμήκη πλευρά της παράλληλα προς τη κατεύθυνση των κυμάτων, οι ισχυροί άνεμοι θα προσπίπτουν στη στενή πλευρά της.
- Το Wave Star© είναι σχετικά ελαφρύ. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό από οικονομικής άποψης αφού όσο βαρύτερο είναι μία τέτοια μηχανή τόσο ακριβότερη είναι, ιδίως όσον αφορά την υλοποίηση ενός σχεδίου μεγάλης κλίμακας. Έχει υπολογιστεί μία τιμή παραγωγής ανά μεγαβάτ αντίστοιχη με αυτή των ανεμογεννητριών. Το μεγαλύτερο τμήμα του Wave Star© βρίσκεται πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Επειδή η μηχανή στηρίζεται εξ' ολοκλήρου έξω από το νερό πάνω σε σιδερένιες κολώνες, εκτός μόνο από τα πλωτά σώματα, δεν χρειάζεται να κατασκευαστεί από ακριβά αδιάβροχα υλικά ειδικά για υποβρύχια χρήση. Αυτού του είδους τα υλικά έχουν επίσης και πολύ υψηλό κόστος συντήρησης.
- Το Wave Star© βασίζεται σε δοκιμασμένη και αξιόπιστη τεχνολογία. Αν και το υδραυλικό σύστημα που χρησιμοποιεί είναι καινοτόμο, όλα τα μέρη που το αποτελούν είναι δοκιμασμένα και αξιόπιστα. Έτσι εξασφαλίζεται ταχύτερη μαζική παραγωγή του Wave Star© και πιο αξιόπιστη λειτουργία.

4.3.3 Μελλοντική Ανάπτυξη - Εφαρμογή

Έχει ήδη εγκατασταθεί και λειτουργεί από τον Απρίλιο του 2006 ένα μοντέλο Wave Star© κλίμακας 1:10 στο Nissum Bredning της Δανίας, το οποίο έχει 40 ημισφαιρικά πλωτά σώματα διαμέτρου ενός μέτρου και γεννήτρια 5,5kW. Οπός επίσης έχει εγκατασταθεί Wave Star 600KW στο Hanstholm της Δανίας από το 2009 Το Wave Star© μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό ακόμα και από πολύ μικρά κύματα. Αυτό το μοντέλο χρειάζεται κύματα με ελάχιστο ύψος μόνο 10 εκατοστών. Υπολογισμοί και δοκιμές δείχνουν ότι η μηχανή κυμάτων παράγει ενέργεια το 90% του χρόνου και ότι λειτουργεί με μέγιστη ισχύ το 30% του χρόνου. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει δοκιμαστεί για περισσότερες από 4.000 ώρες στους πρώτους έξι μήνες καθημερινής λειτουργίας, ξεπέρασε 7 έντονες καταιγίδες και αποτελεί το κύριο βήμα για την εμπορευματοποίηση της τεχνολογίας του Wave Star©.

Γενικά εκτιμάται ότι αν διπλασιαστεί το μέγεθος του Wave Star©, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξηθεί 11 φορές περίπου, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι τόσο μεγαλύτερα κύματα μπορεί να αντέξει και σε τόσο μεγαλύτερο βάθος μπορεί να εγκατασταθεί. Στο μέλλον θα κατασκευαστεί ένα μοντέλο Wave Star© μεγάλης κλίμακας που θα εξοπλίζεται με ημισφαιρικά πλωτά σώματα διαμέτρου 10 μέτρων και γεννήτρια 3MW. Αυτό το μοντέλο έχει σχεδιαστεί για βάθος υδάτων 20 μέτρα. Η εμπορευματοποίηση του Wave Star© θα ξεκινήσει μόλις μία μηχανή 500kW κλίμακας 1:2, που βρίσκεται υπό κατασκευή, θα εξάγει ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά τη δοκιμή της στη Βόρεια Θάλασσα.

Εκτιμάται ότι για να γίνει ανταγωνιστικό, σε σύγκριση με τις ανεμογεννήτριες, το Wave Star© πρέπει να μειώσει την τιμή ανά κιλοβατώρα 4 φορές. Σε αντιστοιχία η βιομηχανία ανεμογεννητριών έπρεπε να μειώσει τις τιμές 7 φορές για να φτάσει στο επίπεδο τιμών που βρίσκεται σήμερα, οπότε ο στόχος για το Wave Star© είναι εφικτός.



Εικόνα 27: Εγκατάσταση WAVE STAR στο NISSUM BRENDING της Δανίας

4.4 Pelamis P-750 WEC(Τεχνολογίες Αρθρώσεων)

Το Pelamis είναι ένας μετατροπέας της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων, ο οποίος αναπτύχθηκε από την Ocean Power Delivery Ltd. Με τεχνολογία ειδικά για τη βιομηχανία ανοιχτής θαλάσσης, το Pelamis δίνει περίπου ισοδύναμη έξοδο με μια μοντέρνα ανεμογεννήτρια. Το πρώτο μοντέλο προ-παραγωγής φυσικής κλίμακας έχει κατασκευαστεί και δοκιμάζεται στο European Marine Energy Centre στο EMEC Test Center στο Orkney. Στο μέλλον αναμένεται η κατασκευή και αξιοποίηση πολλών μηχανών Pelamis συνδεδεμένων σε ένα είδος πλέγματος, σχηματίζοντας «φάρμες κυμάτων», όπως ονομάζονται. Η συστοιχία αυτή θα συνδέεται με την ακτή με ένα μονό υποθαλάσσιο καλώδιο. Για παράδειγμα, μια τυπική εγκατάσταση 30MW θα καταλαμβάνει περίπου ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο θάλασσας και θα παρέχει ηλεκτρισμό σε 20.000 κατοικίες. Αντίστοιχα είκοσι φάρμες αυτού του μεγέθους θα μπορούν να τροφοδοτήσουν μια πόλη όπως το Εδιμβούργο.

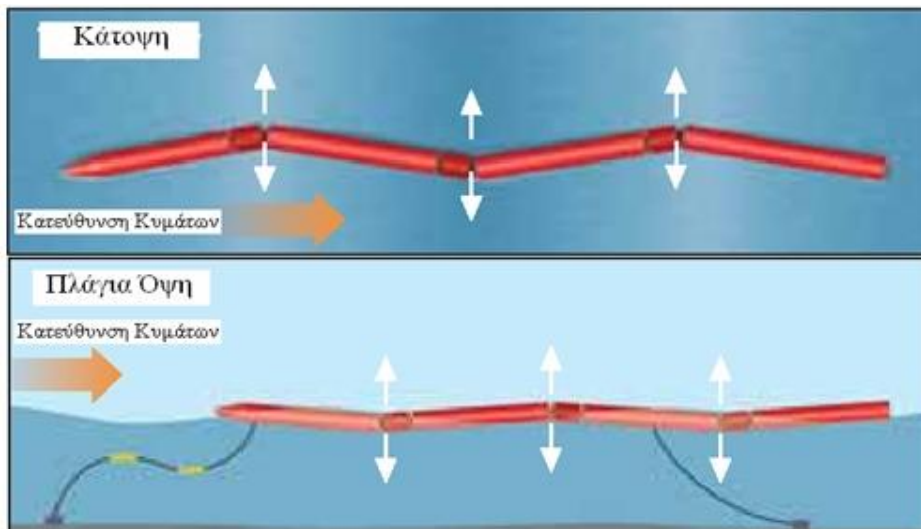


Εικόνα 28: Εξωτερική όψη PELAMIS

4.4.1 Τεχνολογία PELAMIS

Το Pelamis είναι σχεδιασμένο με ένα γρήγορο και εύκολο σύστημα σύνδεσης/αποσύνδεσης που επιτρέπει τη ρυμούλκηση των μηχανών σε ασφαλή νερά για συντήρηση. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε να μη χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ειδικός εξοπλισμός, δύτες ή ROVs. Όλες οι εργασίες συντήρησης μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη μηχανή να επιπλέει στα νερά μιας αποβάθρας. Επίσης όλα τα εσωτερικά τμήματα του Pelamis είναι αποσυναρμολογούμενα και μπορούν να συνδεθούν/αποσυνδεθούν από τον τυποποιημένο 5T κινητό γερανό. Μια μονάδα Pelamis αποτελείται τρία ίδια τμήματα μετατροπής ενέργειας, που το κάθε ένα αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρο-υδραυλικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 250kW και τον αντίστοιχο πλωτό κυλινδρικό μεταλλικό σωλήνα. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το εσωτερικό ενός

ολοκληρωμένου ηλεκτρο-υδραυλικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 29:Κάτοψη και πλάγια όψη Pelamis

Κατά τη λειτουργία του το Pelamis είναι ημιβυθισμένο, ενώ η αρθρωτή κατασκευή του αποτελείται από τέσσερα κυλινδρικά σωληνοειδή τμήματα συνδεδεμένα με αρθρωτούς συνδέσμους. Η κίνηση των συνδέσμων αυτών που προκαλείται από τη κίνηση των θαλάσσιων κυμάτων, αντιτίθεται στους υδραυλικούς βραχίονες, που με τη σειρά τους αντλούν λάδι υψηλής πίεσης σε υδραυλικές κινητήρες δια μέσου συσσωρευτών απόσβεσης. Αυτοί οι υδραυλικοί κινητήρες θέτουν σε κίνηση ηλεκτρικές γεννήτριες που τελικά παράγουν ηλεκτρισμό. Η ισχύς από όλες τις αρθρώσεις μεταφέρεται από ένα μονό καλώδιο σε ένα σημείο σύνδεσης που βρίσκεται στο βυθό της θάλασσας. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η διασύνδεση πολλών συσκευών Pelamis με την ακτή διαμέσου ενός μόνο κεντρικού υποβρύχιου καλωδίου



Εικόνα30: Τρισδιάσταση απεικόνιση PELAMIS

Η καινοτόμα αρθρωτή σύνδεση ανάμεσα στους πλωτούς κυλινδρικούς σωλήνες χρησιμοποιείται για να επιφέρει μια συντονισμένη διαγώνια δράση/αντίδραση που αυξάνει σημαντικά την εκμετάλλευση της ενέργειας σε μικρές θάλασσες. Ο έλεγχος που εφαρμόζεται στις ενώσεις επιτρέπει την αύξηση αυτής της συντονισμένης δράσης/αντίδρασης στις μικρές θάλασσες όπου η αποδοτικότητα της σύλληψης της ενέργειας των κυμάτων πρέπει να μεγιστοποιηθεί. Αντίθετα σε συνθήκες επιβίωσης, δηλαδή σε πολύ δυσμενείς καιρικές συνθήκες όπου μπορεί η μηχανή να καταστραφεί, μειώνεται η αποδοτικότητα μέσω ελέγχου στο όριο των φορτίων και της κίνησης των κυμάτων. Η μηχανή συγκρατείται στην επιθυμητή θέση μέσω ενός συστήματος πρόσδεσης, που αποτελείται από ένα συνδυασμό από σημαδούρες και βαρίδια που προστατεύουν τα καλώδια πρόσδεσης από το να τεντωθούν και πιθανόν να κοπούν. Το σύστημα πρόσδεσης, αν και συγκρατεί το Pelamis στη θέση που πρέπει, επιτρέπει στο μηχάνημα να προσανατολίσει τη κεφαλή του προς την κατεύθυνση των κυμάτων που έρχονται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μέτρηση των επικείμενων κυματικών κορυφών.

Το Pelamis έχει σχεδιαστεί ώστε να προσδένεται και να λειτουργεί σε βάθος υδάτων περίπου 50 με 70 μέτρα (τυπικά σε απόσταση 5 με 10 χιλιόμετρα από την ακτή) όπου η υψηλού επιπέδου ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι αξιοποιήσιμη. Ο σχεδιασμός του Pelamis έχει ελεγχθεί ανεξάρτητα από το WS Atkins σύμφωνα με κώδικες και τυποποιήσεις για την ανοιχτή θάλασσα (DNV).

4.4.2 Βασικά Πλεονεκτήματα

- **Ικανότητα Επιβίωσης :** Το βασικό χαρακτηριστικό του Pelamis WEC είναι η ικανότητα επιβίωσης του. Όλοι οι μετατροπείς Pelamis απορροφούν ενέργεια ακόμα και από μικρά κύματα λόγω των υδροστατικών δυνάμεων, εκμεταλλευόμενοι την αναλογία πλευστότητας έναντι βάρους ή υδροστατικής πίεσης. Εντούτοις τεράστιες δυνάμεις στα κύματα σχετίζονται με υδροδυναμικά μεγέθη όπως αδράνεια, έλξη και κρούση. Το Pelamis είναι ανθεκτικά συνδεδεμένο υδροστατικά και σχεδόν άτρωτο υδροδυναμικά. 100% Διαθέσιμη Τεχνολογία Το Pelamis είναι μια κατασκευή που εφαρμόζει αναγνωρισμένη και αποδεδειγμένη τεχνολογία.
- **Κατασκευή όχι για Συγκεκριμένη Τοποθεσία** Το Pelamis έχει σχεδιαστεί για τοποθεσίες ανοιχτής θάλασσας με βάθος υδάτων 50 με 100 μέτρα, γεγονός που του προσδίδει μέγιστη ευελιξία ως προς την τοποθεσία εγκατάστασης.
- **Ελάχιστη Απαιτούμενη Εργασία Εγκατάστασης** .Το Pelamis κατασκευάζεται, δοκιμάζεται και συντηρείται εκτός της τοποθεσίας που θα εγκατασταθεί. Συνεπώς απαιτείται ελάχιστη εργασία μόνο για τη μεταφορά και εγκατάσταση του στην τοποθεσία λειτουργίας του.

- Ελεγχόμενη Απορρόφηση Ενέργειας Το Pelamis μπορεί να ελέγχεται ώστε να προσαρμόζει την απόδοση του ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες και να βελτιστοποιεί με αυτόν τον τρόπο την απορρόφηση της κυματικής ενέργειας.

- Ανεξάρτητα Πιστοποιημένος Σχεδιασμός

Από τη λεπτομερή μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την εγκατάσταση και λειτουργία αρχικά μίας συσκευής Pelamis και έπειτα μιας «φάρμας» 213 συσκευών Pelamis σε επιλεγμένη τοποθεσία έξω από το Σαν Φρανσισκο της Καλιφόρνιας, εξάχθηκαν τα εξής συμπεράσματα (η συγκεκριμένη συσκευή Pelamis έχει μήκος 123 μέτρα αντί για 150 και διάμετρο 4,6 μέτρα αντί για 3,5 αλλά ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά του πρωτοτύπου).

- Η ετήσια παραγωγή από μία μονάδα Pelamis στον κόμβο της διασύνδεσης μετρήθηκε και υπολογίστηκε ότι θα είναι περίπου 668MWh. Το κόστος κατασκευής της μία μονάδας υπολογίστηκε 3.800.000 € (με απόκλιση -21 έως +31%). Σε αυτό το κόστος συμπεριλαμβάνεται το αρχικό αναγκαίο κεφάλαιο για την απόκτηση μίας μονάδας Pelamis, το κόστος κατασκευής της εγκατάστασης πρόσδεσης και το κόστος διασύνδεσης. Δεν περιλαμβάνει το κόστος του αναλυτικού σχεδιασμού, της άδειας, της λειτουργίας και συντήρησης ετησίως, ούτε το κόστος δοκιμής και αξιολόγησης.

Όσον αφορά τη μελέτη μίας εμπορικού επιπέδου εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα, πραγματοποιήθηκε κυρίως για τη σύγκριση της με άλλου είδους εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτή η εγκατάσταση σχεδιάστηκε για μία τοποθεσία ακόμα πιο μακριά από την ακτή, σε πιο βαθιά νερά όπου τα κύματα αποτελούν πηγή ακόμα μεγαλύτερης ενέργειας. Υπό αυτές τις συνθήκες εκτιμήθηκε ότι η ετήσια παραγωγή κάθε συσκευής Pelamis θα ανέρχεται σε 1.407MWh. Έτσι για να επιτευχθεί ο στόχος της συνολικής παραγωγής 300.000MWh το χρόνο, χρειάζονται 213 συσκευές Pelamis που θα αποτελέσουν την παράκτια «φάρμα κυμάτων». Τα οικονομικά στοιχεία για την προαναφερθείσα εγκατάσταση είναι:

1. Συνολικό Κόστος Επένδυσης = 190.000.000€
2. Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης = 8.900.000€
3. Κόστος Επισκευών για 10 Χρόνια = 19.250.000€
4. Εξισορροπημένο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας(COE)=0,091

(Ονομαστικό) / 0,076 (Πραγματικό) €/kWh.

Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια του ανέμου (αιολικά συστήματα) είναι περίπου 2 €/kWh. Είναι προφανές ότι η πρώτη μελλοντική εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα, χωρίς ουσιαστική

προηγούμενη εμπειρία, δεν είναι σε θέση να συναγωνιστεί την αιολική ενέργεια για την οποία έχει αποκτηθεί ήδη συσσωρευμένη εμπειρία συνολικής παραγωγής 40.000 MW.

Έτσι για να συγκριθεί με οικονομικά κριτήρια η ενέργεια των κυμάτων με την αιολική σε μία δίκαιη βάση, δηλαδή αντίστοιχη εμπειρία παραγωγής, εφαρμόστηκαν κατάλληλοι μέθοδοι και διαγράμματα για την εμπορική αξιοποίηση της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμα και εκλαμβάνοντας τις χειρότερες υποθέσεις, η ενέργεια των κυμάτων υπερσχύει της αιολικής από οικονομικής άποψης σε οποιοδήποτε ισοδύναμο μέγεθος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

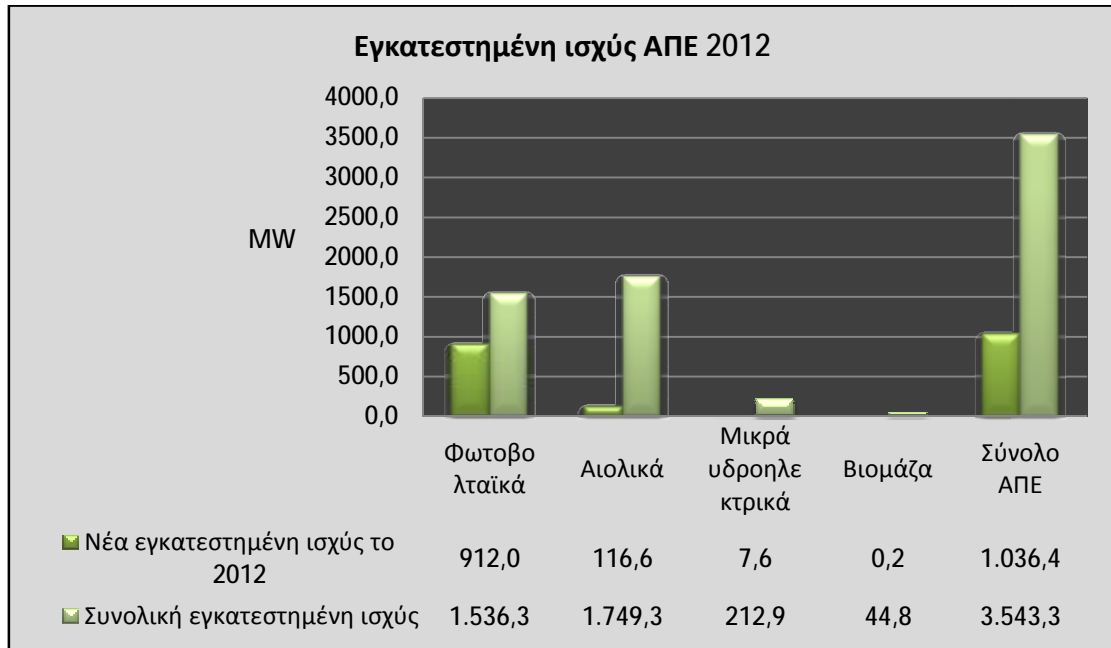
4.4.3 Μελλοντική Ανάπτυξη-Εφαρμογή

- Η επέκταση του ενεργειακού πάρκου στην ακτογραμμή της βόρειας Πορτογαλίας από 2,25MW με επιπλέον 20MW (πρόκειται για το πρώτο πάρκο κυματικής ενέργειας παγκοσμίως).
- Η επέκταση της εγκατάστασης στο EMEC του Orkney σε συνολικά 3MW.
- Σύνδεση συσκευών στο Wave Hub της Cornwall συνολικής ισχύος έως 5MW.
- Είναι σχεδόν έτοιμο να λειτουργήσει και άλλο ένα πάρκο κυματικής ενέργειας ισχύος 10 MW στα νησιά Bernera της Σκωτίας και άλλο ένα στις βόρειες ακτές της Σκωτίας ισχύος 20 MW

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια έχουμε μια ραγδαία ανάπτυξη όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) όπως φαίνετε και στο παρακάτω διάγραμμα. Κάθε χρόνο όλο και περισσότερο αυξάνετε η εγκατεστημένη τους ισχύς.



Σχήμα Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω κυμάτων, με την οποία ασχολείται αυτή η πτυχιακή, είναι μία ΑΠΕ η οποία δεν είναι διαδεδομένη στην Ελλάδα και δεν έχει ακόμα εφαρμοστεί. Η ΑΠΕ αυτή, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπό όψιν από τους αρμοδίους κρατικούς φορείς αλλά και από νέους επενδυτές καθώς η Ελλάδα διαθέτει πολύ μεγάλη ακτογραμμή καθώς μεγάλο μέρος της καλύπτεται από τη Μεσόγειο θάλασσα η οποία μπορεί να γίνει μια αστείρευτη δεξαμενή ενέργειας με πολλές προοπτικές.

5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Στην Ελλάδα πολλά νησιά, όπου τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πόλος έλξης για πολλούς επισκέπτες από όλο τον κόσμο, είναι μη συνδεδεμένα στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Η τροφοδότηση των νησιών αυτών με ηλεκτρική ενέργεια γίνεται κατά κύριο λόγο με πετρέλαιο. Η αύξηση της ενεργειακής ζήτησης στα νησιά αυτά λόγω του τουρισμού ξεπερνά την εγκατεστημένη ισχύς των ηλεκτροπαραγωγών ζεύγων με αποτέλεσμα να έχουμε αρκετά μπλακ άουτ πχ(Σαντορίνη, Αίγινα Αύγουστος 2013) Με την δημιουργία κυματικών πάρκων πολλά από αυτά τα μπλακ άουτ θα είχαν

αποφευχθεί τουλάχιστον για την τροφοδότηση βασικών φορτίων όπως είναι τα νοσοκομεία, οι δημοσιές υπηρεσίες κτλ. Ένα επίσης σημαντικό πλεονέκτημα των τεχνολογιών αυτών, είναι οι νέες θέσεις εργασίες οι οποίες θα δημιουργηθούν καθώς και η τεχνική κατάρτιση την οποία θα αποκομίσουν οι εργαζόμενοι σε μια τέτοια εγκατάσταση. Εάν προχωρήσουν οι διαδικασίες και αρχίσουν να λειτουργούν κυματικά πάρκα στην Ελλάδα σε συνδυασμό με την ήδη υπάρχουσα λειτουργία των φωτοβολταϊκών, αιολικών πάρκων και το φυσικό αέριο, η Ελλάδα θα είναι παράδειγμα πράσινης ανάπτυξης με άμεσες περιβαλλοντικές θετικές επιπτώσεις.

5.2 ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το κύριο μειονέκτημα για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης ΑΠΕ είναι τα κόστη παραγωγής για τη δημιουργία τους καθώς και για τη συντήρησή τους. Επίσης χρειάζεται η ανάλογη τεχνική κατάρτιση και τεχνογνωσία καθώς και λεπτομερείς μελέτες πριν τη δημιουργία οποιαδήποτε πάρκου.

5.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

5.3.1 Ακτογραμμής

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χερσαίας ζώνης προκύπτουν από την προσβασιμότητα του σταθμού παραγωγής. Το πλεονέκτημα αυτό ισχύει τόσο κατά τη φάση της κατασκευής όσο και στη διάρκεια της λειτουργίας της. Ανάλογα με τη θέση εγκατάστασης και τις επικρατούσες κυματικές συνθήκες, θα μπορούσε να διατυπωθεί η υπόθεση ότι σε κάθε περίπτωση, εκτός από τις περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων, οι εγκαταστάσεις επί της ακτής παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της εύκολης και πρακτικά απρόσκοπτης πρόσβασης. Δηλαδή, η εγκατάσταση του μηχανολογικού και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού μπορεί να προχωρήσει σχεδόν ανεμπόδιστα υπό μέσες περιβαλλοντικές συνθήκες και, το σημαντικότερο, τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης διατηρούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα αφού δεν απαιτείται η ενοίκιαση πλοίων για τη μεταφορά της μονάδας στην ξηρά.

Οι δυσκολίες που προκύπτουν από τη μεταφορά του προσωπικού και του εξοπλισμού στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις έχουν ήδη επισημανθεί από τη βιομηχανία της αιολικής ενέργειας. Επομένως, αν υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής αυτής της απαίτησης, η συνολική λειτουργία του έργου παρουσιάζει σαφώς χαμηλότερο κίνδυνο. Το γεγονός αυτό οδηγεί με τη σειρά του σε λιγότερο αυστηρές απαιτήσεις πιστοποίησης και χαμηλότερα ασφαλιστικά έξοδα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η οποιαδήποτε δραστηριότητα στο θαλάσσιο περιβάλλον πρέπει να εξετάζεται με προσοχή από τις εταιρείες λόγω του κινδύνου της αποζημίωσης, όσο μικρότερο είναι το χρονικό διάστημα παραμονής στη θάλασσα τόσο χαμηλότερα είναι τα ασφάλιστρα. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της χερσαίας ζώνης, με δεδομένο ότι δεν υπάρχει απαίτηση για τη μετακίνηση των συσκευών, είναι η δυνατότητα βελτίωσης

της βιωσιμότητάς τους με την κατασκευή πιο εύρωστων δομών για μέγιστη αντοχή. Ο παράγοντας αυτός μπορεί να ενισχυθεί από τον συνδυασμό του συστήματος με άλλες τεχνητές θαλάσσιες κατασκευές. Πολλά από τα προτεινόμενα συστήματα έχουν σχεδιαστεί με βάση αυτή την υπόθεση, και σε κάποιες περιπτώσεις η δομή του συστήματος μετατρέπεται σε αυτή καθαυτή την κατασκευή. Κατά τη δεκαετία του 1990 οι Ιάπωνες επικεντρώθηκαν σε αυτή την πτυχή με σκοπό τη μετατροπή των ΜΚΕ σε καταφύγια για την ανάπτυξη υδατοκαλλιεργειών. Οι εναλλακτικές ή επιπρόσθετες λειτουργικές δυνατότητες μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα κατά τις οικονομικές προβλέψεις για ορισμένες προτάσεις χερσαίων έργων. Τέλος, η καλωδίωση και η σύνδεση με το Δίκτυο είναι επίσης πολύ πιο απλές στις εγκαταστάσεις επί της ακτής, και δεν υπάρχει απαίτηση για εύκαμπτες γραμμές τροφοδοσίας ή υποθαλάσσιους συνδέσμους. Το κόστος των υποθαλάσσιων καλωδίων μεγάλου μήκους μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους εγκατάστασης στα υπεράκτια πάρκα.

- Χαμηλότερο ,διαμοιρασμένο κόστος έξοδα λειτουργίας και συντήρησης
- Χαμηλότερος τεχνολογικός κίνδυνος ,ευκολότερη πρόσβαση για επισκευή και συντήρηση
- Σταθερές συνδέσεις καλωδίων
- Μικρότερες μεμονωμένες συσκευές

5.3.2 Παράκτια

Η σχετική απομάκρυνση από τη φυσική ακτογραμμή προσφέρει το πλεονέκτημα των λιγότερο ασαφών κυματικών συνθηκών σε ό,τι αφορά την παραγωγικότητα του συστήματος. Ωστόσο, η θέση εγκατάστασης βρίσκεται και πάλι εντός του πεδίου θραύσης των κυμάτων, κάτι που συνεπάγεται μεγαλύτερα φορτία για τα συστήματα και τις θεμελιώσεις. Στις περισσότερες θέσεις τα επίπεδα κυματικής ενέργειας είναι παρεμφερή, ή ελαφρώς υψηλότερα, απ' ό,τι κατά μήκος της φυσικής ακτογραμμής.

Το γεγονός ότι η απόσταση ανάμεσα στην ξηρά και το πάρκο κυματικής ενέργειας είναι μικρή συμβάλλει στον έλεγχο του κόστους των υποθαλάσσιων καλωδίων, και μπορεί ακόμη και να επιτρέψει την εγκατάσταση του πολυδάπανου και ευάλωτου συστήματος ανάκτησης της ενέργειας [power take-off system] επί της ακτής, Βέβαια, μόνο οι τεχνολογίες τύπου αντλίας είναι σε θέση να επωφεληθούν αυτής της προσέγγισης. Σε αυτή την απόσταση είναι δυνατή η διάτρηση υπό γωνία/κατευθυνόμενη διάτρηση για την εγκατάσταση προστατευμένης γραμμής τροφοδοσίας, είτε πρόκειται για σωλήνα είτε για καλώδιο. Αν και θα χρειαστούν πλοία για τις εργασίες εγκατάστασης, συντήρησης και αποκατάστασης των βλαβών, ο χρόνος μετακίνησης θα είναι εύλογα μικρός αν υπάρχει κάποια λιμενική υπηρεσία κοντά στο κυματικό πάρκο. Στην περίπτωση μεγαλύτερων στατικών δομών, οι τρέχουσες εργασίες συντήρησης θα εκτελούνται συχνά επί του πλοίου, γι' αυτό και η συγκεκριμένη τοποθεσία θα διευκολύνει τη χρήση πλοίων μικρότερου μεγέθους για

τη μεταφορά του προσωπικού και των υλικών. Η συγκεκριμένη περιοχή της θάλασσας αποτελεί επίσης τη βασική ζώνη που αξιοποιείται σήμερα από τη βιομηχανία της αιολικής ενέργειας για την εγκατάσταση σταθερών ανεμογεννητριών που εδράζονται σε πασσάλους. Η κοινή αυτή χρήση των ρηχών υδάτων σημαίνει ότι θα μπορούσε να εξεταστεί το ενδεχόμενο της ανάπτυξης συνδυαστικών πάρκων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αρχικά, αυτό θα μπορούσε να αφορά απλώς τον διαμοιρασμό της υποδομής και των εγκαταστάσεων και, ειδικότερα, των υποθαλάσσιων καλωδίων τα οποία στοιχίζουν ακριβά. Αυτή τη στιγμή εκπονούνται μελέτες για τη διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της ύπαρξης κοινών καλωδίων γι' αυτές τις δύο διαλείπουσες ενεργειακές πηγές, των οποίων η παρουσία είναι συχνά μη συμπτωματική και μπορούν να είναι συμπληρωματικές.

- Μέσο κόστος καλωδίωσης
- Δυνατότητα έλεγχου παράκτιων ιδιοτήτων (πχ κυματισμός)
- Δυνατότητα εγκατάστασης του συστήματος τροφοδότησης στη ξηρά(και μειονέκτημα)
- Μικρές αποστάσεις επισκευής και συντήρησης

5.3.3 Υπεράκτια

Το βασικότερο πλεονέκτημα της υπεράκτιας ζώνης σχετίζεται με το κυματικό δυναμικό, αν και θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος υπεράκτιος σήμερα αναφέρεται σε μια απόσταση μόλις μερικά μίλια μακριά από την ακτή ενός κράτους μέλους. Το κόστος καλωδίωσης και διάφορα άλλα πρακτικά ζητήματα συνεπάγονται την ανάπτυξη του έργου από τους φορείς υλοποίησης σε όσο το δυνατό μικρότερη απόσταση από την ακτή, ανάλογα βέβαια με την κλίση του πυθμένα. Από αυτή την άποψη, οι χώρες όπου η ακτογραμμή παρουσιάζει μεγάλη κατηφορική κλίση προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Σε γενικές γραμμές, τα επίπεδα πυκνότητας της κυματικής ενέργειας στην υπεράκτια ζώνη είναι υψηλότερα απ' ό,τι στις δύο άλλες ζώνες -τη χερσαία και την παράκτια- άρα και η ποιότητα των κυμάτων θα είναι λογικά καλύτερη από άποψη απαιτήσεων δέσμευσης της ενέργειας. Τα μοντέλα πρόβλεψης κυματισμού μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμα εργαλεία στην υπεράκτια ζώνη, τόσο σε ό,τι αφορά τον σχεδιασμό λειτουργίας και συντήρησης όσο και ως προς τις εκτιμήσεις της παραγόμενης ισχύος. Οι ακτογραμμές όπου οι επικρατούντες άνεμοι πνέουν από την κατεύθυνση της θάλασσας και έχουν μεγάλο ενεργό κυματικό ανάπτυγμα [fetch] προσφέρουν επίσης πλεονεκτήματα για την ανάπτυξη της κυματικής ενέργειας, καθώς ο συγκεκριμένος συνδυασμός παράγει εξαιρετικά υψηλά ενεργειακά επίπεδα με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται μέχρι στιγμής να προχωρήσουμε σε μεγαλύτερα βάθη νερού. Επειδή τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για τη συγκεκριμένη ζώνη αγκυροβολούνται στον πυθμένα μπορούν, έως έναν βαθμό, να είναι συμβατά με τις επικρατούσες συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι οι μονάδες δεν χρειάζεται να μπορούν να αντέξουν τις ακραίες δυνάμεις μιας θύελλας. Γενικά, επειδή οι πλωτοί ΜΚΕ μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να είναι μη αποδοτικοί σε πολύ

υψηλές (θυελώδεις) κυματικές συνθήκες, η επιβίωση είναι πιθανότερο να είναι περισσότερο θέμα αγκύρωσης παρά γάστρας και εξοπλισμού. Το γεγονός αυτό, ωστόσο, δεν θα πρέπει να υπονομεύσει την απαίτηση για ένα καλοσχεδιασμένο σύστημα ανάκτησης της ενέργειας, στο οποίο θα έχουν γίνουν προβλέψεις για καταστάσεις λειτουργίας επιβίωσης και ασφαλείας. Επειδή τα συστήματα αυτά αγκυροβολούνται στον πυθμένα, η τρέχουσα πρακτική σχετικά με τις εργασίες συντήρησης και ελέγχου για ανίχνευση βλαβών συνίσταται στην αποσύνδεση του συστήματος από την αγκύρωση και τη γραμμή ελέγχου, και τη ρυμούλκηση του μέχρι κάποιον λιμένα ή προστατευμένο όρμο με σκοπό την εκτέλεση των εργασιών. Η προσέγγιση αυτή θα μειώσει τόσο το εύρος των υπεράκτιων δραστηριοτήτων όσο και τον κίνδυνο των εργασιών. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι ακόμη και αυτή η προσέγγιση ενέχει κάποιον λειτουργικό κίνδυνο, ο οποίος αυξάνεται σε συνάρτηση προς το μέγεθος της διάταξης.

Τα ζητήματα χορήγησης άδειας αναμένεται να είναι λιγότερο επίμαχα σε αυτή τη ζώνη, καθώς η αλληλεπίδραση με άλλες χρήσεις της θάλασσας θα είναι μειωμένη. Υπάρχει η αντίληψη ότι η χορήγηση έγκρισης για έργα στην υπεράκτια ζώνη είναι ευκολότερη απ' ό,τι σε μικρότερες αποστάσεις από την ακτή ή επί της στεριάς. Η Ιρλανδία, για παράδειγμα, απαγόρευσε πρόσφατα την ανάπτυξη έργων κυματικής ενέργειας σε αποστάσεις εντός 5 χιλιομέτρων από την ακτογραμμή. Τα ζητήματα που σχετίζονται με την αλιεία, τη θαλάσσια κυκλοφορία και τη ναυσιπλοΐα θα πρέπει να επιλυθούν. Παράλληλα, καλό θα ήταν οι ενδιαφερόμενοι παράγοντες να συμμετάσχουν στη σχεδίαση των προ-γραμμμάτων από τα αρχικά στάδια. Ακόμη και μετά την επίλυση των ζητημάτων χωροταξικού σχεδιασμού, θα πρέπει να είναι δυνατή η ανάπτυξη κυματικών πάρκων εύλογου μεγέθους. Οι ΜΚΕ που εδράζονται στον πυθμένα θα καταλαμβάνουν μικρότερη περιοχή του πυθμένα, καθώς για την αγκυροβόλησή τους απαιτούνται μόνο άγκυρες, πάσσαλοι ή έρματα. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να ελαχιστοποιήσει τις πιθανές επιπτώσεις των συστημάτων στο περιβάλλον.

- Βάθος νερού κατάλληλο για ογκώδεις συσκευές διαφόρων προσεγγίσεων
- Σημαντική διαθεσιμότητα θέσεων εγκατάστασης
- Διατήρηση της κυματικής ισχύος λόγω απόστασης από την ακτή
- Ευκολότερη διαδικασία προσκόμισης άδειας
- Δυνατότητα χρήσης συσκευών μεγάλης ισχύος
- Υψηλότερο δυναμικό
- Μηδενική οπτική όχληση
- Ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις

5.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΕΙΩΝ

5.4.1 Ακτογραμμής

Όπως σε κάθε σχεδιαστικό εγχείρημα, τα περισσότερα πλεονεκτήματα συνοδεύονται από κάποιο μειονέκτημα, το οποίο πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη. Επειδή τα συστήματα αυτού του τύπου είναι σταθερά, δεν εναρμονίζονται με τις επικρατούσες συνθήκες. Κατ' επέκταση, πρέπει να είναι αρκετά εύρωστα ώστε να μπορούν να αντέξουν το σύνολο των περιβαλλοντικών δυνάμεων που δέχονται, ειδικά των δυνάμεων των επερχόμενων κυμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή πρέπει να είναι ογκώδης κυρίως από ανάγκη και όχι λόγω σχεδιαστικής επιλογής. Ο όγκος των υλικών συνδέεται άμεσα με το κόστος της εγκατάστασης, γι' αυτό και στα περισσότερα -αλλά όχι σε όλα- τα συστήματα της χερσαίας ζώνης χρησιμοποιούνται συμβατικά υλικά που στοιχίζουν λιγότερο όπως το σκυρόδεμα. Πάντως, το βασικότερο μειονέκτημα της χερσαίας ζώνης σχετίζεται με τις κυματικές συνθήκες. Κατά την είσοδο των κυμάτων σε περιοχές με μικρότερο βάθος νερού, το μέτωπο του κύματος σταδιακά κάμπτεται, με αποτέλεσμα η ενεργειακή ροή να κατανέμεται σε μεγαλύτερο μήκος. Έτσι όμως μειώνεται η συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας που είναι διαθέσιμη για το σύστημα. Η επιμελής επιλογή της θέσης εγκατάστασης μπορεί να ελαχιστοποιήσει αυτή την επίδραση. Ένας παράγοντας που μπορεί να έχει ακόμη μεγαλύτερη σημασία είναι η ασαφής φύση των κυμάτων κοντά σε εμπόδια όπως οι κρημνοί και οι τεχνητοί τοίχοι, η οποία δυσκολεύει ακόμη περισσότερο την πρόβλεψη της κυματομορφής και, κατά συνέπεια, τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις της ενεργειακής απόδοσης των ΜΚΕ. Η προβλεψιμότητα όμως αναδεικνύεται σε μείζον ζήτημα σε ό,τι αφορά τις πωλήσεις ηλεκτρικού ρεύματος και τον σχεδιασμό κατανομής φορτίου του Δικτύου. Οι ΜΚΕ που προορίζονται για τη χερσαία ζώνη μπορούν αναμφισβήτητα να συνεισφέρουν στο ενεργειακό χαρτοφυλάκιο της Ευρώπης, πιθανότατα όμως ως «δευτερεύοντες προμηθευτές». Με βάση τις παρούσες περιβαλλοντικές απαιτήσεις, τίθενται αναπόφευκτα περιορισμοί ως προς τον αριθμό των θέσεων που προσφέρουν επαρκή εκμεταλλεύσιμη κυματική δραστηριότητα. Συνολικά πάντως, οι δραστηριότητες μιας επιχείρησης που μπορεί να παράγει τα συστήματα αυτά με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στο βέλτιστο δυνατό κόστος θα είναι σαφώς προσοδοφόρες. Ένα άλλο ζήτημα που ίσως ανακύψει σε κάποιες περιοχές είναι η ηχορύπανση, η οποία μπορεί επίσης να μειώσει τη διαθεσιμότητα των χερσαίων περιοχών. Βέβαια, το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να μετριαστεί με τη χρήση συστημάτων απόσβεσης του θορύβου, με κάποιες μικρές απώλειες στην απόδοση του μετατροπέα. Επειδή οι ΜΚΕ αυτού του τύπου είναι σταθερά συστήματα και όχι πλωτά, ο χρόνος υλοποίησης περιλαμβάνει τις εργασίες κατασκευής, και επομένως είναι σημαντικός. Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί για τα χερσαία συστήματα είναι η στάθμη της παλίρροιας. Οι μεταβολές στη στάθμη του νερού επηρεάζουν τόσο τη δράση των κυμάτων όσο και την απόκριση των ΜΚΕ σε αυτή. Στα συστήματα με στατικές δομές, όπως οι μονάδες Ταλαντευόμενης Στήλης Ύδατος και Υπερπήδησης του Νερού [Overtopping devices], οι μεταβολές της

στάθμης του νερού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι οποιεσδήποτε ανεπιθύμητες ενέργειες

- Περιορισμένη διαθεσιμότητα θέσεων εγκατάστασης
- Περιορισμένη δυνατότητα ανάπτυξης πάρκων
- Πιθανή ύπαρξη περιβαλλοντικών προβλημάτων ,δύσκολη δανειοδότηση
- Ασταθείς κυματικές συνθήκες

5.4.2 Παράκτια

Αν και η απόσταση μέχρι την ακτή είναι μικρή, ο χρόνος παραμονής στη θάλασσα για ορισμένες λειτουργίες είναι αναπόφευκτος κατά τη διάρκεια ζωής του κυματικού πάρκου. Όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.1.2., η απαίτηση αυτή εισάγει έναν πρόσθετο παράγοντα κινδύνου στο έργο, ο οποίος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον φορέα υλοποίησης κατά τις οικονομικές και επιχειρηματικές προβλέψεις. Βέβαια, το μικρό βάθος νερού θα μπορούσε να επιτρέψει τη χρήση διαφόρων ειδών πλοίων, όπως μικρές ανυψωτικές φορηγίδες, που δεν επηρεάζονται τόσο από τις καιρικές συνθήκες όσο τα πλωτά συστήματα• όμως οι αποφάσεις αυτές θα εξαρτηθούν σε έναν βαθμό από τη θέση επιλογής. Τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα είναι μια σημαντική παράμετρος προς εξέταση στα παράκτια συστήματα, δεδομένου ότι η ύπαρξη μαλακού ιζήματος ή βραχώδους εδάφους μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα ή ακόμη και να αποκλείσει ορισμένες θέσεις ανάλογα με τον σχεδιασμό θεμελίωσης του συστήματος. Οι κατασκευές βαρύτητας είναι λιγότερο ευπαθείς στον βραχώδη τύπο πυθμένα, όμως σε αυτή την περίπτωση ο πυθμένας θα πρέπει να μπορεί να αντέξει τα υψηλά φορτία

Επειδή οι δομές βαρύτητας κατασκευάζονται συχνά από σκυρόδεμα έχουν συνήθως μεγάλο αποτύπωμα στον πυθμένα, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει τεχνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Παράλληλα, επειδή το μέγεθος των πεδίων έδρασης θα εξαρτηθεί από τη δράση «ραπίσματος» και τη ροπή ανατροπής των κυμάτων, υπάρχει το ενδεχόμενο οι μονάδες να πρέπει να είναι μεγαλύτερου μεγέθους. Μια ακόμη απαίτηση για τα συστήματα αυτού του τύπου είναι η σταθερότητα του πυθμένα που, λόγω του μικρού βάθους, θα πρέπει επίσης να μπορεί να αντέξει τη διάβρωση λόγω κυματισμού. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συστημάτων που εδράζονται στον πυθμένα θα εξαρτηθούν από το μέγεθος του αποτυπώματός τους σε αυτόν, επομένως υπάρχει η πιθανότητα να δημιουργηθούν προβλήματα κατά τη διαδικασία χορήγησης άδειας. Ένας τύπος κατασκευής που θα μπορούσε να συμβάλει στον έλεγχο της παρεμβολής στον πυθμένα και στη μείωση του κυματικού φορτίου είναι τα χωροδικτύωματα. Επειδή όμως οι δομές αυτού του είδους κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα στοιχίζουν περισσότερο, και παράλληλα απαιτούν συστήματα ελέγχου θέσης [station-keeping system]. Σε προηγούμενες δοκιμές στη θάλασσα χρησιμοποιήθηκαν κατασκευές που εδράζονταν σε πασσάλους, κατασκευές τύπου τεταμένης κατακόρυφης αγκύρωσης [tension leg], ή σταθερές αγκυρώσεις. Μέχρι

στιγμής όμως, καμία δεν έχει αποδειχτεί απόλυτα αξιόπιστη ή επιτυχής. Αν και το κυματικό πεδίο στην παράκτια ζώνη μπορεί να είναι λιγότερο ασαφές, η σχετικά σύνθετη δυναμική των κυμάτων οδηγεί στη διατήρηση της παράλιας ισορροπίας, στη μεταφορά ιζημάτων κατά μήκος της ακτής, και στη μακροπρόθεσμη διάβρωση ή επισώρευση των ιζηματογενών αποθέσεων. Ένα μόνο σύστημα κυματικής ενέργειας δεν θα επηρεάσει σημαντικά αυτές τις διεργασίες, όμως οι μεγάλες διατάξεις, οι οποίες αφαιρούν ενέργεια και αλλάζουν τη μορφή της ροής λόγω της φυσικής τους παρουσίας, θα μπορούσαν να μεταβάλουν την υδροδυναμική της περιοχής. Επομένως, θα πρέπει να εκπονηθούν μελέτες ευρείας κλίμακας για μια προτεινόμενη θέση, και τα όρια εξόρυξης ενδέχεται να επηρεάσουν τις οικονομικές παραμέτρους του έργου. Αυτό ίσως να περιορίσει τον αριθμό των διαθέσιμων θέσεων εγκατάστασης γι' αυτόν τον τύπο συστημάτων. Η τοποθέτηση του συστήματος τροφοδότησης και του υποσταθμού επί της ακτής θα απαιτήσει πρόσθετες οικοδομικές άδειες, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι δεξαμενές αποθήκευσης της ενέργειας αποτελούν τμήμα του συστήματος. Τα δύο συστήματα συχνά αφορούν διαφορετικές χωροταξικές αρχές.. Λόγω του ότι είναι σταθερές κατασκευές, η αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας λόγω παλίρροιας πρέπει να προσαρμοστεί στη σχεδίαση και τη λειτουργία του έργου

- Ζητήματα βιωσιμότητας λόγω εγγύτητας στην ακτή
- Χαμηλή διαθεσιμότητα θέσεων εγκατάστασης
- Μεγαλύτερη πιθανότητα ύπαρξης περιβαλλοντικών προβλημάτων μεγαλύτερο πρόβλημα αδειοδότησης
- Απαιτήση οικοδομικής άδειας για την εγκατάσταση συστήματος ανάκτησης της ενέργειας στην ακτή

5.4.3 Υπεράκτια

Τα βασικά μειονεκτήματα της υπεράκτιας ζώνης έχουν να κάνουν με τεχνικά και σχεδιαστικής φύσης ζητήματα.. Από αυτά, εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη λήψη αποφάσεων είναι η αυξημένη απόσταση από τη στεριά, καθώς επηρεάζει τόσο τον χρόνο παραμονής στη θάλασσα όσο και τη διάρκεια των επιθυμητών καιρικών συνθηκών για την εκάστοτε λειτουργία. Αυτή η απόμακρη περιοχή επιβάλλει τη θεώρηση όλων των δραστηριοτήτων που αφορούν τη λειτουργία του κυματικού πάρκου ως δραστηριότητες στη θάλασσα, επομένως και αυστηρότερες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας. Η απαίτηση αυτή προφανώς θα αυξήσει το κόστος λειτουργίας. Η αυξημένη απόσταση από τη στεριά σημαίνει επίσης ότι απαιτούνται υποθαλάσσια καλώδια μεγαλύτερου μήκους -άρα και κόστους- καθώς και μια εύκαμπτη γραμμή τροφοδοσίας για τη σύνδεση του συστήματος με τα καλώδια. Μέχρι στιγμής η γραμμή τροφοδοσίας και οι συναφείς υποθαλάσσιοι σύνδεσμοι δεν έχουν δοκιμαστεί ως προς την αξιοπιστία. Το πρόβλημα της αυξημένης απόστασης από τη στεριά μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα συστήματα μεγάλου βυθίσματος, εκτός αν το βάθος νερού αυξάνεται απότομα στα ανοιχτά της ακτής.

Τα ζητήματα πιστοποίησης και ασφάλισης θα ταξινομηθούν ως υπεράκτιες λειτουργίες και επομένως θα είναι πιο απαιτητικά για τον φορέα υλοποίησης. Τα βασικά δεδομένα σχεδιασμού δεν θα αφορούν πια τον κλάδο των έργων πολιτικού μηχανικού αλλά τη βιομηχανία της ναυπηγικής, και επομένως θα εφαρμοστούν τα πρότυπα της τελευταίας. Παρόλα αυτά, τα συστήματα θα πρέπει να είναι ασφαλιστέα ως μη επανδρωμένα σκάφη. Από τη σκοπιά του επενδυτή, ο κίνδυνος της επένδυσης σε ένα υπεράκτιο έργο θα είναι αυξημένος, παρ' όλο που οι έλεγχοι ασφάλειας θα τον μειώσουν ως έναν βαθμό. Οι πιθανότητες για χρόνο μη διαθεσιμότητας είναι αυξημένες και ο σχετικός κίνδυνος σημαντικός, γι' αυτό και απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων. Αν και οι δυνατότητες για ευνοϊκές καιρικές συνθήκες στις υπεράκτιες τοποθεσίες με υψηλό ενεργειακό δυναμικό θα είναι περιορισμένες, τα προγράμματα πρόβλεψης θα πρέπει να διευκολύνουν τον σχεδιασμό των εργασιών συντήρησης και επισκευής. Η γνώση εκ των προτέρων των κυματικών συνθηκών μιας οποιασδήποτε περιοχής είναι ουσιώδης, όχι μόνο σε ό,τι αφορά τους δείκτες απόδοσης για την υποβοήθηση της οικονομικής αξιολόγησης ενός κυματικού πάρκου, αλλά και ως προς τις συνολικές εργασίες προγραμματισμού της έναρξης λειτουργίας και της συντήρησης. Τα λεπτομερή συνοπτικά στατιστικά στοιχεία της κατάστασης θάλασσας στην περιοχή παρέχουν τις πληροφορίες ύψους κύματος που είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων στη θάλασσα. Η συχνότητα εμφάνισης κυμάτων συγκεκριμένου ύψους θα διευκολύνει τις υπεράκτιες δραστηριότητες. Η λειτουργία ενός συστήματος σε μια περιοχή της θάλασσας με εύλογα υψηλή ετήσια ενεργειακή ροή - με ισχύ ανά μέτρο μετώπου κύματος μεταξύ 40 και 60 kW/m- σημαίνει ότι το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να αντέξει ακραίες καταιγίδες. Γενικά, θα πρέπει να αναμένονται καταστάσεις θάλασσας με ισχύ μεγαλύτερη των 500kW/m, ενώ σε συνθήκες καταιγίδας τα συστήματα θα πρέπει να σχεδιαστούν για μεμονωμένα κύματα ισχύος μεγαλύτερης των 1000kW/m. Ο συγκεκριμένος τύπος συστημάτων είναι αυτός που εξετάζεται περισσότερο την παρούσα στιγμή. Υπάρχει ποικιλία σχεδίων, σε διάφορες κλίμακες, τα οποία ακολουθούν το πρόγραμμα ανάπτυξης 5 σταδίων των Συστημάτων Θαλάσσιας Ενέργειας της Διεθνούς Ένωσης Ενέργειας Όπως προαναφέρεται, ωστόσο, η πλειοψηφία των μονάδων λειτουργούν βάσει της ίδιας θεμελιώδους αρχής της φυσικής: της αρχής της αντίθετης δύο σωμάτων αδρανειακής μάζας. Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες εναλλακτικές, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω. Αν και οι μέθοδοι μετατροπής της ενέργειας είναι παρεμφερείς, χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές για την ενεργοποίηση της κίνησης της μάζας. Για λόγους σαφήνειας λοιπόν, είναι χρήσιμο να αναφερθεί στο σημείο αυτό ένα ήδη υπάρχον συμπληρωματικό σύστημα κατηγοριοποίησης των ΜΚΕ.

- Πιθανά προβλήματα εγκατάστασης και συντήρησης λόγω απόστασης από την ακτή
- Δυσκολία κατά την ακύρωση
- Αυξημένο κόστος καλωδίωσης και πιθανό πρόβλημα προσβασιμότητας
- Περιορισμένη διαθεσιμότητα θέσεων εγκατάστασης κοντά σε αγορές

Βιβλιογραφία

- Michael E. McCormick: *Ocean Wave Energy Conversion*, DOVER PUBLN Incorporated, 2007
- WWW.CRES.GR
- WWW.CA-OE.ORG
- WWW.WAVEDRAGON.NET
- WWW.PELAMISWAVE.COM
- WWW.ALTERNATIVE-ENERGY-NEWS.INFO
- WWW.ALLIABOUTENERGY.COM
- WWW.AW-ENERGY.COM
- WWW.WAVEPLAM.EU
- WWW.EMEC.ORG.UK
- WWW.HELAPCO.GR
-