



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
HELLENIC MARINE ENVIRONMENT
PROTECTION ASSOCIATION

Δαμάζοντας τα κύματα

Η κλιματική αλλαγή, οι συνέπειες της οποίας αρχίζουν πλέον να γίνονται ορατές με δραματικό τρόπο, καθιστά επιτακτική τη σταδιακή αποδέσμευση της ανθρωπότητας από τα ορυκτά καύσιμα, τα αποθέματα των οποίων είναι άλλωστε πεπερασμένα, και τη στροφή προς εναλλακτικές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Στο 5^ο τεύχος του περιοδικού αναφερθήκαμε στα υπεράκτια αιολικά πάρκα, που λύνουν το πρόβλημα της χωροθέτησης των ανεμογεννητριών σε χερσαίες περιοχές και επιτρέπουν την ευρύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας των ανέμων με τη δέσμευση ενός αμελητέου ποσοστού από την αχανή έκταση των ωκεανών. Επόμενη στη σειρά μεγάλη πρόκληση όσον αφορά στις θαλάσσιες ΑΠΕ είναι η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού της ίδιας της θάλασσας, που ενυπάρχει στα διαρκώς κινούμενα μόρια του νερού υπό την επίδραση των ρευμάτων, των παλιρροιών και, κυρίως, των θαλάσσιων κυματισμών.

Στη συνέχεια θα εστιάσουμε στην προσπάθεια εκμετάλλευσης της μηχανικής ενέργειας που μεταφέρεται από τα κύματα, που σε παγκόσμιο επίπεδο αντιπροσωπεύει ένα τεράστιο απόθεμα, πολλαπλάσιο των οικουμενικών ενεργειακών αναγκών. Οι πληροφορίες και τα στοιχεία που παραθέτουμε έχουν αντληθεί από τις 2 σχετικές ενημερωτικές ημερίδες που πραγματοποίησε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) τον περασμένο Μάρτιο και Οκτώβριο στην Αθήνα, στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος WAVEPLAM (Wave Energy Planning and Marketing).

Μετατροπείς Κυματικής Ενέργειας (ΜΚΕ): Βασική αρχή λειτουργίας, κύριες κατηγορίες και μερικά παραδείγματα

Από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα έχουν καταχωρηθεί πάνω από 1200 ευρεσιτεχνίες για την παραγωγή ενέργειας από τα κύματα, και πληθώρα διαφορετικών διατάξεων και συστημάτων υψηλής τεχνολογίας έχουν ήδη δοκιμαστεί ή βρίσκονται σήμερα σε φάση δοκιμών.

Σε γενικές γραμμές, για την απόληψη της ενέργειας των κυμάτων και τη μετατροπή της σε ωφέλιμο έργο

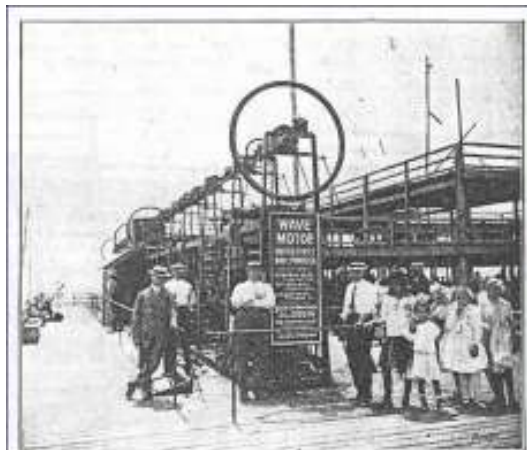


FIG. 1. VIEW OF THE ENTIRE SUPERSTRUCTURE OF THE WAVE MOTOR.

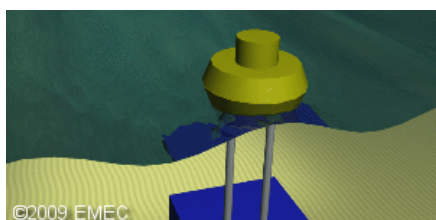
Ευρεσιτεχνία του 1911 της εταιρείας The United States Wave Power Company

απαιτείται η αλληλεπίδραση των κυματισμών με ένα Μετατροπέα Κυματικής Ενέργειας (ΜΚΕ). Οι σύγχρονοι ΜΚΕ είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες μηχανές και παρά τις πολυάριθμες παραλλαγές τους, βασίζονται όλοι στην ίδια απλή αρχή λειτουργίας. Αποτελούνται από κάποιο κινούμενο ή ελαστικό σώμα που προσλαμβάνει την κυματική ενέργεια, και μια σειρά παρελκόμενων συστημάτων που αρχικά μετατρέπουν την ενέργεια αυτή στη επιθυμητή μορφή (συνήθως ηλεκτρικό ρεύμα) και εν συνεχεία την αποθηκεύουν ή τη διοχετεύουν απευθείας σε κάποιο δίκτυο μεταφοράς.

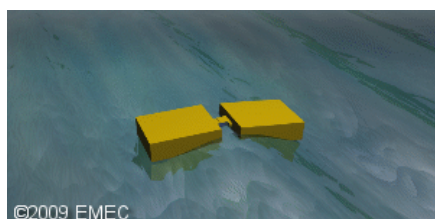
Με απλά λόγια, το κινητό στοιχείο του ΜΚΕ είναι συνδεδεμένο με μια αντλία και, καθώς μετατοπίζεται υπό την επίδραση του κύματος, προκαλεί συμπίεση σε κάποια μάζα αέρα, νερού ή υδραυλικού λαδιού. Το πετρευσμένο υγρό ή αέριο θέτει σε κίνηση ένα κινητήρα, και αυτός με τη σειρά του μια γεννήτρια παραγωγής ρεύματος.

Οι ΜΚΕ μπορεί να είναι πλωτές, υποβρύχιες ή εγκατεστημένες στον πυθμένα κατασκευές, που τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από την ακτή ή στην ανοιχτή θάλασσα, ή ακόμη και σταθερές κατασκευές πάνω στην ακτή. Μερικές από τις βασικές υφιστάμενες τεχνολογίες, μεταξύ των οποίων δεν έχει διαφανεί προς το παρόν κάποια που να υπερισχύει σαφώς έναντι των άλλων, είναι οι εξής:

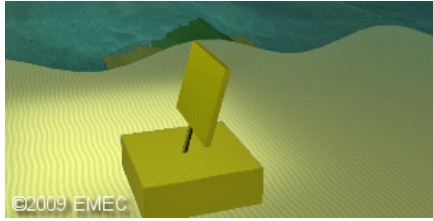
- Σημειακοί απολήπτες (point absorbers), ταλαντευόμενες διατάξεις (συντά με μορφή πλωτήρα) μικρού μεγέθους σε σχέση με το μήκος του προσπίπτοντος κύματος, π.χ. Wave Star, Opt, Wavebob κ.α.



- Επιμήκεις μετατροπείς παράλληλοι προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος ή αποσβεστήρες (attenuators), π.χ. Pelamis, Dexawave κ.α.



- Επιμήκεις μετατροπείς τερματικού τύπου (terminators), δηλαδή παράλληλοι με το μέτωπο του κύματος. Εδώ εντάσσονται οι συσκευές οριζόντιας κυματικής παλινδρόμησης, που έχουν τη μορφή υποθαλάσσιων επίπεδων πλακών αρθρωτά συνδεδεμένων με τον πυθμένα, π.χ. Oyster, Waveroller κ.α.



- Άλλες τεχνολογίες, όπως οι διατάξεις παλινδρομούσας υδάτινης στήλης (π.χ. Wavegen), υπερχείλισης (π.χ. Wavedragon) κ.α.



Δυσκολίες και προοπτικές

Παρά την εξαιρετική ευρηματικότητα και το μεγάλο αριθμό των εναλλακτικών λύσεων και προτάσεων, είναι γεγονός ότι σε σύγκριση με άλλες ΑΠΕ, παρατηρείται σημαντική χρονική υστέρηση στην ανάπτυξη και εγκατάσταση των εφαρμογών κυματικής ενέργειας σε βιομηχανική κλίμακα, ώστε να καταστεί δυνατή η προώθηση και διεξόδυσή της στην ευρωπαϊκή και παγκόσμια αγορά.

Βασικές αιτίες που οι διαθέσιμες τεχνολογίες δεν έχουν φτάσει ακόμα σε εμπορικά ώριμη μορφή είναι κατά σειρά προτεραιότητας οι εξής:

- οι σκληρές και αφιλόξενες συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος, που συχνά επιβάλλουν πολύ μεγάλες φορτίσεις, εμποδίζοντας τη σωστή και αποδοτική λειτουργία και, σε ακραίες αλλά όχι απίθανες περιπτώσεις, απειλώντας την ίδια την ακεραιότητα των κατασκευών.
- η μεγάλη χωρική διασπορά του κυματικού δυναμικού και η σημαντική του μείωση κοντά στις ακτές, με αποτέλεσμα την ανάγκη ανάπτυξης ενός εκτεταμένου μεταφορικού και αποθηκευτικού δικτύου για τη διασύνδεση παραγωγής και κατανάλωσης.

- η τυχαία φύση των κυματισμών ως προς τη διεύθυνση, το ύψος και τη συχνότητα και η εκθετική μείωση της ενέργειάς τους με το βάθος, που ελαττώνουν την απόδοση σε ωφέλιμο έργο.

Οι δυσκολίες αυτές δεν έχουν πάντως αποθαρρύνει το επιχειρηματικό, επενδυτικό και πολιτικό ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας, η οποία σύμφωνα με μελέτες είναι απόλυτα εφικτό σε πρώτη φάση να καλύψει το 0,3% της ζήτησης ηλεκτρισμού στην Ευρώπη μέχρι το 2020, με προοπτική η συνεισφορά της να ανέλθει σταδιακά στο 15% μέχρι το 2050.



Διαγραμματική απεικόνιση ενός πάρκου κυματικής ενέργειας με μηχανές Pelamis

Πράγματι, αρκετές διατάξεις έχουν πλέον περάσει από το αρχικό πειραματικό στάδιο ανάπτυξης υπό κλίμακα στην τελική φάση επίδειξης, κατά την οποία εγκαθίστανται ως βιομηχανικά πρωτότυπα πλήρους κλίμακας σε ειδικά πεδία δοκιμών. Στην Ευρώπη αρκετά τέτοια κέντρα έχουν αναπτυχθεί κατά την τελευταία 5ετία σε παράκτιες περιοχές της Βόρειας Θάλασσας και του Ατλαντικού, όπως το Bimber

(Biscay Marine Energy Platform) στο Βισκαϊκό Κόλπο, το SEMREV στις ακτές της Βρετανίας και το EMEC (European Maritime Energy Center) στο βορειοανατολικό άκρο της Σκωτίας, που λειτουργεί από το 2003 και αποτελεί το πρώτο παγκοσμίως πεδίο δοκιμών του είδους του.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Παρά το γεγονός ότι οι τεχνολογίες για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας θεωρούνται σε γενικές γραμμές περιβαλλοντικά φιλικές, δεν είναι δυνατή στην παρούσα φάση η πρόβλεψη και εκτίμηση όλων των πιθανών επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία τους σε βιομηχανική κλίμακα. Η χωροθέτηση των μελλοντικών πάρκων κυματικής ενέργειας πρέπει να σχεδιαστεί με ιδιαίτερη προσοχή, προκειμένου η ανάπτυξη των εφαρμογών αυτών να είναι συμβατή με τις λοιπές χρήσεις του θαλάσσιου χώρου, ιδίως του παράκτιου, και συγχρόνως να περιοριστούν στον ελάχιστο βαθμό οι πιθανές αρνητικές συνέπειες για τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Δεδομένου ότι πρόκειται για νέες τεχνολογίες, τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ακόμα ελάχιστα, γεγονός που καθιστά αναγκαίες τις αναλυτικές μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με κριτήρια εξειδικευμένα κατά περίπτωση, αφού οι πιθανές επιδράσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα και είδη ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο και μέγεθος της μονάδας και τα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων:

- Τροποποίηση των θαλάσσιων ρευμάτων

- Καταστροφή ενδαιτημάτων, ιδίως στη φάση κατασκευής, και επιδράσεις στα βενθικά οικοσυστήματα
- Κίνδυνο συγκρούσεων, ιδίως για τις πλωτές δομές
- Ηχορύπανση, κυρίως κατά την κατασκευή και δευτερευόντως κατά την λειτουργία
- Ηλεκτρομαγνητικά πεδία, τόσο από τις ίδιες τις μηχανές όσο και από τα υποβρύχια καλώδια, που μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά οργανισμούς ευαίσθητους στα ηλεκτρικά φορτία όπως θαλάσσια θηλαστικά, χελώνες και ορισμένα είδη ψαριών.

Μερικά ενδιαφέροντα στοιχεία για την κυματική ενέργεια

- ✓ Η πρώτη ευρεσιτεχνία για την παραγωγή ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα καταχωρήθηκε το 1799 στο Παρίσι, στο όνομα του Γάλλου μηχανικού Pierre Girard και του γιου του. Δεν κατασκευάστηκε ποτέ.
- ✓ Το επιφανειακό κυματικό δυναμικό (ροή ενέργειας) είναι κατά μέσο όρο 5 φορές πυκνότερο από το αιολικό δυναμικό στα 20 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και 10 με 30 φορές πυκνότερο σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.
- ✓ Η προβλεπόμενη μέχρι τα 2020 ανάπτυξη της κυματικής ενέργειας στο επίπεδο των 3,6 GW εγκατεστημένης ισχύος, που αντιστοιχεί στο 0,3% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος στην Ευρώπη, υπολογίζεται ότι θα δημιουργήσει 40.000 νέες θέσεις εργασίας.
- ✓ Αυτή τη στιγμή μόνο 5 ευρωπαϊκές χώρες λειτουργούν πιλοτικές μονάδες κυματικής ενέργειας, συνολικής ισχύος 250 MW, ενώ βρίσκονται σε εξέλιξη πάνω από 60 προγράμματα ανάπτυξης και δοκιμής σχετικής τεχνολογίας, κάποια εκ των οποίων και στην Ελλάδα.
- ✓ Για κάθε MWh ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από την ενέργεια των κυμάτων εξοικονομούνται κατά μέσο όρο 136 MT (μεγατόνοι) CO₂

Πηγές:

www.waveplam.eu

Ο ιστότοπος του ευρωπαϊκού προγράμματος WAVEPLAM στον οποίο μπορείτε να βρείτε τις παρουσιάσεις των ενημερωτικών ημερίδων του ΚΑΠΕ.

www.emec.org.eu

Ο ιστότοπος του πεδίου δοκιμών EMEC με ενδιαφέρουσες πληροφορίες
[Oceans of Energy: European Ocean Energy Roadmap 2010-2050](#)

Μελέτη της European Ocean Energy Association. Διαθέσιμη στο σύνδεσμο:
<http://www.waveplam.eu/files/newsletter7/European%20Ocean%20Energy%20Roadmap.pdf>