ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 2
1.1 Εισαγωγή 2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΠΕ 3
2.3.1 Γενικά 5
2.3.2 Τοπικό επίπεδο 5
2.3.3 Περιφερειακά- Τοπικά Ενεργειακά Κέντρα 6
2.7.1 Μορφές 8
2.7.2 Αναδρομή 9
2.7.3 Ενεργειακοί Πόροι 9
2.7.4 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Τεχνολογιών Κυματικής Ενέργειας 10
Το σύστημα TAPCHAN 12
2.10.1 Ο πρώτος μεγάλος σταθμός παραγωγής ενέργειας από τα κύματα 14
2.10.2 Ταξιδεύει με «μηχανή» το κύμα 16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 18
ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 18
3.1 Εισαγωγή 18
3.2 Η ιδέα 18
3.3 Αποστολή- Στόχοι 18
3.4 Μελέτη των κυμάτων 19
3.5 Περιγραφή της κατασκευής 20
3.6 Πιλοτική έρευνα 22
3.6.1 Διατήρηση ποιότητας νερού 24
3.6.2 Απόσβεση κύματος 24
3.6.3 Ανακύκλωση διαρροών 25
3.6.4 Μέτρηση παραγόμενου κύματος 25
3.7 Σημείο εγκατάστασης 25
3.8 Παραγόμενη Ισχύς 26
3.9 Ανταγωνισμός 27
3.10 Ανάλυση SWOT 28
3.11 Προοπτικές Εξέλιξης 30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 31
ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ 31
8.1 Πρόγραμμα Ποσειδών τι είναι και τι προσφέρει 55
8.2 Τα μέρη από τα οποία αποτελείται 55
8.3 Οφέλη από την λειτουργία 56
8.4 Μοντέλο πρόγνωσης κυματισμού 57
8.5 Πραγματικά στοιχεία κυματικής κατάστασης 58
8.6 Πραγματικά στοιχεία κυματικής κατάστασης 58
8.7 Μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης 59
8.8 Ανάλυση Hm0 59
8.9 Ανάλυση λ (μήκους κύματος) 60
8.10 Ανάλυση μέσης ενεργειακής περιόδου 62
8.11 Ανάλυση κυρτότητας δ 62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 64
ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ 64
9.1 Ορισμοί 64
9.1.1 Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας 64
9.1.2 Δίπλωμα Τροποποίησης 64

9.1.3 Πιστοποιητικό Υποδείγματος Χρησιμότητας....64
9.2 Δικαιώματα των δικαιούχων....64
9.3.1 Κατάθεση αίτησης....65
9.3.3 Μεταβίβαση....67
9.4 Καταβολή ετήσιων τελών....68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10....69
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ....69
10.1 Εισαγωγή....69
10.2 Εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας....69
10.4 Ο ρόλος του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας(ΚΑΠΕ)....70
10.5 Ο ρόλος των Διαχειριστών Συστήματος/ Δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ)....71
10.6. Άδεια παραγωγής ενέργειας....72
10.6.1 Εισαγωγή....72
10.6.2 Στάδια Εξέτασης....72
1. Τυπική Πληρότητα της αίτησης....72
2. Εξέταση Επηρεασμού Θεμάτων Ασφαλείας....72
3. Εξασφάλιση ή Δυνατότητα Εξασφάλισης Θέσης....73
4. Αξιολόγηση τεχνικών, οικονομικών και χρηματοδοτικών δυνατοτήτων φορέα....73
5. Περιβαλλοντική και χωροταξική επάρκεια....73
6. Ποιότητα τεχνολογικής πρότασης και εξασφάλιση πρώτης ύλης ΑΠΕ....73
7. Εξασφάλιση ενεργειακής αποδοτικότητας και διάθεσης της παραγόμενης ενέργειας....73
8. Εξασφάλιση τεχνικοοικονομικής αποδοτικότητας έργου....74
10.8 Άδεια λειτουργίας....75
10.10 Αγοραπωλησία ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο....77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11....78
ΕΙΔΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΧΩΡΟ....78
11.1 Εισαγωγή....78
11.2.1 Ορισμοί....78
11.2.2 Κυριότητα αιγιαλού, παραλίας, όχθης και παρόχθιας ζώνης....79
11.2.3 Παραχώρηση απλής χρήσης αιγιαλού, παραλίας....79
11.2.4 Παραχώρηση αιγιαλού, παραλίας για την εκτέλεση έργων....80
11.3 Άδεια ναυπήγησης και μέτρα ασφαλείας....80
11.3.1 Νηογνώμονας....80
11.3.2 Διεύθυνση Εμπορικών Πλοίων....81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12....83
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ....83
12.1 Εισαγωγή....83
12.2 Το venture capital....83

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τη συνεχή αύξηση των τιμών των συμβατικών καυσίμων έγινε κατανοητό ότι θα πρέπει οι εκάστοτε κυβερνήσεις να λάβουν δραστικά μέτρα για το θέμα της ενέργειας. Έτσι ξεκίνησε μια προσπάθεια εξάπλωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με απώτερο σκοπό την ανεξαρτοποίηση από τις άλλες χώρες. Στην παρούσα μελέτη γίνεται αναφορά στα βασικά σημεία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ακολουθεί μια εκτενής παρουσίαση μιας καινοτόμου διάταξης παραγωγής ενέργειας από το θαλάσσιο δυναμικό. Επίσης, μια εισαγωγή στην μελέτη των θαλάσσιων κυματισμών και μια ανάλυση των κυματικών συνθηκών του Αιγαίου πελάγους. Μέσα από αυτό διαφαίνονται η σημασία των νέων τεχνολογιών και η δυνατότητα ένταξης της στην εθνική οικονομία. Από την έρευνα, όμως, διαπιστώνονται και τα προβλήματα που οφείλονται στην μη οργάνωση των διαφόρων τομέων της χώρας που προκαλούν αδικαιολόγητες καθυστερήσεις. Τέλος, προτείνεται ένας τρόπος χρηματοδότησης που θα μπορούσε να υποστηρίξει έμπρακτα την περαιτέρω εξέλιξη ενός τέτοιου έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Κατά τη δεκαετία του 1970 με την ύπαρξη μιας σειράς πετρελαϊκών κρίσεων παρουσιάστηκε αύξηση του ενδιαφέροντος για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς κατανοήθηκε ότι τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων άρχισαν να μειώνονται αισθητά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος να παίρνει ανεξέλεγκτη μορφή.

Με την υπογραφή της συνθήκης του Κιότο οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεσμεύτηκαν όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο στόχος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για την Ελλάδα είναι της τάξης του 20% μέχρι το 2010 και 29% μέχρι το 2020. Η χώρα μας κατέχει όλες τις προϋποθέσεις ώστε να ανταπεξέλθει ικανοποιητικά στους στόχους που έχει θέσει για το περιβάλλον, καθώς διαθέτει στο έπακρο όλα τα φυσικά φαινόμενα που ενεργοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές (ήλιος, άνεμος, θάλασσα).

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την κυματική ενέργεια, η οποία θεωρείται ως μια ελπιδοφόρα λύση και μπορεί να βοηθήσει στην κάλυψη του παραπάνω στόχου. Υποστηρίζεται ότι 1% αξιοποίησης του παγκόσμιου κυματικού δυναμικού θα μπορούσε να υπερκαλύψει τις ανάγκες του πλανήτη για ενέργεια. Επισημαίνεται επίσης ότι η Ελλάδα διαθέτει το μεγαλύτερο δυναμικό της Μεσογείου και την μεγαλύτερη ακτογραμμή για να εγκατασταθούν τέτοιες κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται μια πρότυπη κατασκευή παραγωγής ενέργειας από τα κύματα και όλα τα στάδια της κατασκευής, της λειτουργίας της και θέματα που αφορούν την αδειοδότηση και την χρηματοδότηση.

Η θεωρητική έρευνα πραγματοποιήθηκε κυρίως με τη χρήση του διαδικτύου διότι οι εξελίξεις σε αυτό τον τομέα είναι συχνές και δεν υπάρχει δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης των συγγραμμάτων. Για το πειραματικό μέρος κατασκευάστηκε ένα πρωτότυπο σε κλίμακα και μια δεξαμενή προσομοίωσης κυματισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

2.1 Γενικά

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 έκανε δειλά την εμφάνιση του, με μορφή φιλοσοφικού στοχασμού, το ενεργειακό πρόβλημα. Παρά το γεγονός ότι το 1950 τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια 20 χρόνων, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Από τότε, έχει αναπτυχθεί μια πλούσια φιλολογία αναφορικά με τα αίτια δημιουργίας, τις επιπτώσεις και τις πιθανές λύσεις του. Το ενεργειακό πρόβλημα, ανεξάρτητα από τη χρονική και την τοπική ιδιαιτερότητα που εμφανίζει, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες:

- Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας, η οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την ενεργειακή κρίση μέχρι σήμερα οι τιμές του αργού πετρελαίου έχουν τετραπλασιαστεί, γεγονός που πιστοποιεί τη μονιμότητα του ενεργειακού προβλήματος ως προς την άνοδο των τιμών.
- Την αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Το φαινόμενο της αβεβαιότητας συντηρείται από τοπικές και περιφερειακές συρράξεις, οι οποίες στις περισσότερες των περιπτώσεων δημιουργούνται από παρέμβαση τρίτων προκειμένου να αυξήσουν την επιρροή τους στο διεθνές κύκλωμα του πετρελαίου.
- Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων, έστω και αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.
- Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων αποδεκτών. Συγκεκριμένα η ενέργεια επιδρά δυσμενώς στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, δηλαδή από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση της. Με συνέπεια να συμβάλλει τα μέγιστα στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου (από τις εκπομπές των αερίων καύσης) και ταυτόχρονα να μειώνει τη διαθεσιμότητα του υδάτινου δυναμικού (από την ποιοτική υποβάθμιση

των αποδεκτών). Έτσι το ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή και για την παγκόσμια κρίση του νερού.

- Το κύκλωμα διαχείρισης της ενεργειακής ροής χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες, που ανέρχονται στο 85% της πρωτογενούς ενέργειας. Διαπιστώνεται ως εκ τούτου ότι σημαντική συνιστώσα του ενεργειακού συστήματος είναι η μη ορθολογική διαχείριση του ή διαφορετικά η χαμηλή αποδοτικότητα του.

Τα προηγούμενα περιγράφουν το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο οφείλεται στην αποκλειστική εξάρτηση του ενεργειακού συστήματος από τα ορυκτά καύσιμα. Σήμερα το 80% της ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, το 14% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το 6% από πυρηνικούς σταθμούς[1]. Είναι φανερό ότι για την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος είναι απαραίτητο να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των ορυκτών καυσίμων.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο σηματοδότησε την ανάληψη συμβατικών υποχρεώσεων στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) από τα κράτη – μέλη, καθώς τίθενται συγκεκριμένοι και ανά χώρα «ενδεικτικοί» στόχοι για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

2.2 Ορισμός

Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι ενεργειακές πηγές οι οποίες έχουν σαν βασικό τους χαρακτηριστικό τη διαχρονική τους ανανέωση και διαθεσιμότητα, χωρίς όρια αποθεμάτων εφόσον υπάρχουν σε αφθονία στον πλανήτη μας και είναι συνδεδεμένες με τα φυσικά φαινόμενα[2] Η αξιοποίηση τους έγκειται μόνο στην ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα μπορούν να εκμεταλλευτούν την ενέργεια των εκάστοτε φαινομένων. Μπορούν να χαρακτηριστούν και ως εναλλακτικές μορφές αφού αποτελούν μια διαφορετική μέθοδο παραγωγής ενέργειας και σε πολλές χώρες αποτελούν μια πηγή που συνεισφέρει στο ενεργειακό ισοζύγιο και μειώνει την εξάρτηση από τις εισαγόμενες μη ανανεώσιμες πηγές (π.χ. πετρέλαιο).

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι οι εξής:

- Ο άνεμος (αιολική ενέργεια).

[1] www.ypan.gr/ape/sith_genika.html.
[2] ape.chania.teicrete.gr/ape/home/ape.html.

- Ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά).
- Οι υδατοπτώσεις (μικρά υδροηλεκτρικά ισχύος κάτω από 10MW).
- Η γεωθερμία (χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας).
- Η βιομάζα.
- Οι θάλασσες (ενέργεια κυμάτων, διαφορά θερμοκρασίας, παλίρροια).
- Πυρηνική.

2.3 Πλεονεκτήματα

2.3.1 Γενικά

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι τα εξής:

1) Είναι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς τρόπους[3].
2) Ενισχύουν την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο, αφού δεν υπάρχει εξάρτηση από άλλα κράτη.
3) Αύξηση της ενεργειακής σταθερότητας με κάποιους τύπους ΑΠΕ(π.χ ηλιακά πάνελ) αφού αποτρέπονται οι απώλειες λόγω ελαχιστοποίησης της απόστασης ανάμεσα στην παραγωγή και την κατανάλωση.
4) Λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από την διεθνή οικονομία και την τιμή των συμβατικών πόρων.
5) Οι εγκαταστάσεις είναι μικρού μεγέθους και η διάρκεια κατασκευής τους είναι σύντομη με αποτέλεσμα τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση.
6) Δημιουργία θέσεων εργασίας.
7) Οικονομική και κοινωνική άνοδο περιοχών[4].
8) Φιλικές προς το περιβάλλον.

2.3.2 Τοπικό επίπεδο

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα στοιχεία των εν λειτουργία έργων προκύπτει ότι οι ΑΠΕ:

1) Συμβάλλουν στην τοπική απασχόληση.

[3] www.physics4u.gr/energy/ape.html.
[4] www.hellasres.gr/Greek/giati-ape.htm.

2) Προσφέρουν ένα μόνιμο και σημαντικό ετήσιο έσοδο στους τοπικούς δήμους (2% του τζίρου).
3) Παρουσιάζονται και έμμεσες ωφέλειες:
   - Κατασκευή έργων υποδομής (οδικό δίκτυο, τηλεπικοινωνίες).
   - Κατασκευή κοινωφελών έργων (σχολεία και δίνονται χορηγίες).
   - Προωθούνται νέες εναλλακτικές μορφές τουρισμού (οικοτουρισμός).
4) Προστατεύουν το περιβάλλον μιας περιοχής.

2.3.3 Περιφερειακά- Τοπικά Ενεργειακά Κέντρα

Τα περιφερειακά και τοπικά ενεργειακά κέντρα ιδρύθηκαν στην Ελλάδα για να βοηθήσουν τις περιφέρειες να αναπτύξουν διάφορα ενεργειακά προγράμματα με τη συνδρομή κάποιου εξειδικευμένου φορέα, ώστε να είναι πιο ανταγωνιστικά[5].

Τα περισσότερα ενεργειακά γραφεία, είχαν ξεκινήσει ως μια πρωτοβουλία στα πλαίσια του προγράμματος Περιφερειακός και Αστικός Ενεργειακός Σχεδιασμός, που από το 1996, εντάσσεται στο πρόγραμμα SAVE II, της 17ης Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Μπορούν να συμβάλλουν:

- Στην οικονομική περιφερειακή ανάπτυξη.
- Στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού εξοικονομείται ενέργεια και αξιοποιούνται οι ΑΠΕ πιο αποτελεσματικά.

Η αναγκαιότητα ίδρυσης τους εστιάζεται στα εξής σημεία:

- Ανάπτυξη τοπικής υποδομής.
- Περιφερειακός προγραμματισμός για τη σωστή διαχείριση της ενέργειας και τη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων.
- Ανάπτυξη σύγχρονων ρεαλιστικών στόχων και αποτελεσματικών πρακτικών μέσω της εκπαίδευσης και της πληροφόρησης.
- Αποκέντρωση των ενεργειακών δραστηριοτήτων με τη σωστή πληροφόρηση.

2.4 Μειονεκτήματα

Οι ΑΠΕ όμως παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα[6]:

[5] ape.chania.teicrete.gr/ape/general/egatastasis.htm.
[6] el.wikipedia.org/wiki/Ηπιες_Μορφές_Ενέργειας.

1) Κάποιες μορφές δεν μπορούν να εγκατασταθούν κοντά στα κέντρα κατανάλωσης (π.χ. αιολικά πάρκα).
2) Για μεγάλη παραγόμενη ισχύ θα πρέπει να δεσμεύσουμε εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
3) Παρουσιάζονται συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα λόγω καιρικών συνθηκών.
4) Η ισχύς που εκμεταλλεύεται δεν μπορεί να υπερβαίνει ένα ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης για λόγους ασφαλείας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σε κάποιες περιπτώσεις μέρος της παραγόμενης ενέργειας να παραμένει αδιάθετο.
5) Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό.

2.5 Λόγοι καθυστέρησης της χρήσης των Απε στη χώρα μας

Τα βασικά αίτια που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα παρατίθενται παρακάτω:

- Έλλειψη εθνικής στρατηγικής, στόχων και μέτρων υλοποίησης τους. Απουσία κανονισμών και διατάξεων καθώς επίσης και ύπαρξη ασαφειών και αδυναμιών ελέγχου στο νομοθετικό πλαίσιο.
- Γραφειοκρατικές διαδικασίες και πρακτικές. Δεν υπάρχει αποτελεσματικός συντονισμός ανάμεσα στα αρμόδια υπουργεία Ανάπτυξης, ΥΠΕΧΩΔΕ κ.α. Επίσης, υπάρχει πληθώρα αδειών και δικαιολογητικών που έχουν ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της διαδικασίας.
- Ανυπαρξία επαρκούς και έγκαιρης ενημέρωσης στις τοπικές κοινωνίες ώστε να υπάρξει συλλογική συναίνεση ή απόρριψη της εγκατάστασης.
- Ενώ υπάρχει υπουργική απόφαση βάσει της οποίας το 2% των εσόδων θα πρέπει να αποδίδεται στην τοπική αυτοδιοίκηση, στην Ελλάδα παρατηρούνται πολλές περιπτώσεις καταπάτησης της συγκεκριμένης απόφασης.
- Έλλειψη φορολογικών κινήτρων για συμμετοχή μικροεπενδυτών.
- Σε κάποιες περιοχές (π.χ. νησιά) υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα απορρόφησης της ενέργειας, οπότε μπορεί να μην δοθούν επιπλέον άδειες καθώς δεν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή ώστε να μεταφερθεί για κατανάλωση σε άλλες περιοχές.

- Έλλειψη τεχνικής υποδομής για την υιοθέτηση και ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών.
- Υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης στο χρηματοπιστωτικό σύστημα καθώς παρατηρούνται μειωμένα και ετεροχρονισμένα κονδύλια από τα εθνικά και κοινοτικά αναπτυξιακά προγράμματα.
- Μη παραχώρηση δημοσίων εκτάσεων για εγκατάσταση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

2.6 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα

Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ απέκτησε σημαντική δυναμική στην Ελλάδα και τοποθετήθηκε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος επενδυτών και κοινού με την εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 2773/1999, με τον οποίο δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες και καθιερώθηκε η εγγυημένη απορρόφηση της από το ενεργειακό σύστημα της χώρας σε εγγυημένη τιμή.

Η οδηγία 2001/77/ΕΚ «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» προβλέπει στο παράρτημα της για την Ελλάδα ενδεικτικό στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές, περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1%.

Ο στόχος αυτός είναι συμβατός με τις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο που υπογράφτηκε το Δεκέμβριο του 1997 στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ποσοστού αύξησης κατά το έτος 2010 του CO_2 και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 25% σε σχέση με το έτος βάση 1990[7].

Οι πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις για την ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το έτος 2010, την προσδιορίζουν σε ύψος 68 δις κιλοβατώρων. Κατά συνέπεια υφίσταται ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ της τάξης των 13.7 δις κιλοβατώρων κατά το 2010[8].

2.7 Θάλασσα

2.7.1 Μορφές

[7] ape.chania.teicrete.gr/ape/general/imonilisi-main.htm.
[8] eur-lex.europa.eu/Lexuriserv.do?uri=oJ:L:2001:283:0033:0040:EL:PDF.

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 ρυθμικά, 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.

Η παραγωγή ενέργειας από τη θάλασσα ενδιαφέρει άμεσα τη χώρα μας, με τον μεγάλο αριθμό νησιών, αλλά και την τεράστια ακτογραμμή της (περίπου 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 εκμετάλλευση του οποίου θα μπορούσε να καλυφθεί σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας.

Η ενέργεια που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και να αναπτυχθεί στην Ελλάδα είναι η ενέργεια που παράγεται από τα κύματα, καθώς κατά τη διάρκεια του χειμώνα στα πέλαγα της παρατηρούνται υψηλές τιμές ανέμων μέσω των οποίων παράγονται τα κύματα. Οι άλλες μορφές δεν μπορούν να αναπτυχθούν καθώς δεν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις.

2.7.2 Αναδρομή

Η ιδέα για την εκμετάλλευση του θαλάσσιου κυματισμού δεν είναι νέα. Η πρώτη ευρεσιτεχνία χρονολογείται στα 1799, ενώ πλήθος άλλων τεχνολογιών επινοήθηκε και λειτούργησε σε μικρή κλίμακα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα.

Η συντονισμένη έρευνα όμως στον τομέα αυτό ξεκίνησε στις αρχές του 1970, όταν διάφορες χώρες της Δυτικής Ευρώπης με ακτές προς τον Αν. Ατλαντικό, όπου εντοπίζονται ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα κυματικού δυναμικού, ξεκίνησαν εντατικές έρευνες για την ανάπτυξη τεχνολογιών εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων.

2.7.3 Ενεργειακοί Πόροι

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον πλανήτη μας εμφανίζονται στην περιοχή του Αν. Ατλαντικού και του Ν. Ειρηνικού. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες το υπεράκτιο κυματικό δυναμικό για τις χώρες της Ε.Ε,

συμπεριλαμβανομένης της Νορβηγίας, εκτιμάται σε 320GW, από τα οποία περίπου 30GW αφορούν τη Μεσόγειο Θάλασσα. Σε ετήσια βάση, ο μέσος όρος κυματικής ισχύος ανά μέτρο μετώπου κύματος κυμαίνεται στον Αν. Ατλαντικό σε 25-70kW/m, στην Β. Θάλασσα 10-25kW/m και στο Αιγαίο, όπου παρουσιάζονται οι υψηλότερες τιμές κυματικής ισχύος στην Μεσόγειο,4-11kW/m[9]. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο κυματικό δυναμικό για τα κράτη- μέλη της Ε.Ε υπολογίζεται συνολικά σε 150-230 TWh/ έτος, από τα οποία 5-9 TWh/έτος αντιστοιχούν στις ελληνικές θάλασσες, το ποσό αυτό αντιστοιχεί περίπου στο 10% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού της Ελλάδας.

2.7.4 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Τεχνολογιών Κυματικής Ενέργειας

Ο θαλάσσιος κυματισμός συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις ΑΠΕ: Χαμηλοί δείκτες ρύπανσης σε επίπεδο κύκλου ζωής, αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας, απεξάρτηση από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, προοπτικές οικονομικής ανάπτυξης σε απομακρυσμένες ή και υποβαθμισμένες περιοχές, τόνωση της βιομηχανικής παραγωγής, δημιουργία θέσεων εργασίας κ.α.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση τεχνολογιών κυματικής ενέργειας, όπως ακουστική ή οπτική όχληση, επιπτώσεις σε χλωρίδα και πανίδα, παρενόχληση της ναυσιπλοΐας κ.α θεωρούνται ήπιες. Αξιοσημείωτο είναι ότι η εγκατάσταση σταθμών κυματικής ενέργειας δεν απαιτεί δέσμευση γης. Η οπτική όχληση, καθώς και οι παρεμβάσεις στο περιβάλλον, ενδεχομένως να αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για παράκτιες εγκαταστάσεις, αν και, εν γένει, περιοχές με έντονη κυματική δραστηριότητα δεν ενδείκνυται για άλλου είδους αξιοποίηση, όπως π.χ. ιχθυοκαλλιέργεια ή τουριστική εκμετάλλευση. Αντίθετα, παράκτιες εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας θα μπορούσαν με κατάλληλο σχεδιασμό να λειτουργήσουν παράλληλα σαν κυματοθραύστες για προστασία της ακτής ή λιμενοβραχίονες.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα τεχνολογιών κυματικής ενέργειας αφορούν την αξιοπιστία τους και το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος. Η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα των κυμάτων συνεπάγεται μεγάλες καταπονήσεις στην περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων, οι οποίες μπορούν να υπερβούν το 100-πλάσιο των

[9] www.agoraideon.gr/site/.

μέσων καταπονήσεων. Αυτό απαιτεί υψηλό βαθμό μηχανικής αντοχής των κατασκευών, με αποτέλεσμα μεγάλο κατασκευαστικό κόστος.

Επιπλέον, η δύσκολη πρόσβαση στις υπεράκτιες ή υποβρύχιες εγκαταστάσεις δυσχεραίνει τον έλεγχο, την συντήρηση ή την επισκευή τους και αυξάνει το λειτουργικό κόστος.

Το υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας μπορεί να αντισταθμιστεί μόνο με την αξιοποίηση του κυματικού δυναμικού στο μέγιστο δυνατό βαθμό, δηλαδή την επίτευξη υψηλών δεικτών απόδοσης. Η τεχνολογική εξέλιξη έχει οδηγήσει μέχρι στιγμής σε σημαντική βελτίωση του δείκτη απόδοσης για τις περισσότερες τεχνολογίες, ενώ τα περιθώρια βελτίωσης παραμένουν μεγάλα. Για τον λόγο αυτό, εκτιμάται ότι η συνεχιζόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας θα οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση του ηλεκτροπαραγωγικού κόστους, σε επίπεδα συγκρίσιμα με αυτά των συμβατικών μορφών ενέργειας.

2.8 Συστήματα Κυματικής Ενέργειας

Κατά τη δεκαετία του '70 μόνο δύο χώρες κατάφεραν να αναδείξουν τις δυνατότητες των συστημάτων κυματικής ενέργειας μέσα από τα ερευνητικά τους προγράμματα, η Ιαπωνία και η Μεγάλη Βρετανία. Οι επίμονες προσπάθειες των ερευνητών τους κατάφεραν να βελτιώσουν την απόδοση παραγωγικότητας των συστημάτων αυτών. Σε γενικές γραμμές τα συστήματα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες, τα σταθερά και τα πλωτά.

Τα σταθερά συστήματα τα οποία τοποθετούνται στις ακτές ή στα ρηχά νερά έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των πλωτών συστημάτων και συγκεκριμένα στον τομέα της συντήρησης. Ωστόσο, ο αριθμός των διαθέσιμων περιοχών κατάλληλες για σταθερά συστήματα είναι περιορισμένος.

Στα σταθερά συστήματα οι ταλαντώσεις που συντελούνται στην στήλη νερού του συστήματος μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η διαδικασία που ακολουθείται γίνεται σε δύο στάδια. Καθώς το νερό εισέρχεται στο εσωτερικό του συστήματος αναγκάζει τον αέρα που υπάρχει να μετατοπιστεί προς το επάνω μέρος και να θέσει σε λειτουργία την τουρμπίνα η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική[10].

[10] www.buildings.gr/greek/aiforos/ananeosimes/kimatiki_energy/kimatiki.htm.

Το σύστημα TAPCHAN

Ένα σημαντικό σύστημα είναι το λεγόμενο TAPCHAN (Tapered channel systems), πρόκειται, δηλαδή, για σύστημα με χρήση βαθμιαίων καναλιών σε δεξαμενή. Καθώς το νερό εισέρχεται στην δεξαμενή τα κανάλια συμβάλουν στην αύξηση του ύψους των κυμάτων και στην συνέχεια κινούν έναν άξονα τοποθετημένο παράλληλα σε αυτά. Η κίνηση του άξονα μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και στην συνέχεια την διοχετεύει σε ηλεκτρικό δίκτυο ή αποθηκεύεται σε μπαταρίες. Η ιδέα του συστήματος αυτού υιοθετεί αρχές παραδοσιακού υδροηλεκτρικού συστήματος, συλλέγει νερό, αποθηκεύει νερό και μετατρέπει αυτό μέσω της κίνησης σε ηλεκτρική ενέργεια.

Τα συστήματα αυτά έχουν χαμηλό κόστος συντήρησης, μεγάλη αξιοπιστία και επιπρόσθετα η δεξαμενή έχει την δυνατότητα να παράγει ενέργεια όταν απαιτηθεί, κάτι που δύσκολα επιτυγχάνεται με άλλα συστήματα.

Δυστυχώς όμως τα συστήματα τύπου TAPCHAN δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογή σε όλες τις παράλιες περιοχές. Ιδανικές περιοχές είναι εκείνες με σταθερό ρυθμό κυμάτων, με καλό μέσο ποσό κυματικής ενέργειας και με ύψος κυμάτων μικρότερο του 1 μέτρου, καθώς και παράλιες περιοχές με βαθιά νερά και έκταση για την εγκατάσταση δεξαμενής.

Τα πλωτά συστήματα: (Salter Duck, Clam και Archimedes).

Τα πλωτά συστήματα, που είναι περισσότερο γνωστά στην ερευνητική κοινότητα είναι τα Salter Duck, Clam και Archimedes. Τα πλωτά συστήματα σε αντίθεση με τα σταθερά παράγουν ενέργεια από την αρμονική κίνηση του πλωτού τμήματος του συστήματος και όχι από την κίνηση της σταθερής τουρμπίνας στο εσωτερικό.

Στα συστήματα αυτά οι οδηγοί ανεβαίνουν και κατεβαίνουν ανάλογα με την κίνηση του κύματος και η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται μέσω της κίνησης αυτής.

Η ανάπτυξη των συστημάτων αυτών ξεκίνησε την δεκαετία του '80 και η καθυστέρηση αυτή οφείλεται σε λάθος υπολογισμούς που έγιναν όσον αφορά το κόστος παραγωγής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας τα λάθη κατανοήθηκαν και η έρευνα και ανάπτυξη ξεκίνησε και πάλι. Όμως οι ρυθμοί ανάπτυξης γίνονται με αργό ρυθμό λόγω μειωμένων ερευνητικών κονδυλίων και κυβερνητικών επιδοτήσεων. Εξαίρεση αποτελούν κάποια ερευνητικά ιδρύματα

στην Ευρώπη και φωτεινό παράδειγμα η Σκανδιναβία με το να πρωτοστατεί πλέον στο τομέα αυτό[11].

2.9 Αξιόπιστα συστήματα ερευνητικών προγραμμάτων

α) Το σύστημα Mighty Whale

Αποτελεί το ερευνητικό πρόγραμμα Ιαπώνων επιστημόνων με την ονομασία Mighty Whale, όπως το όνομα προδίδει πρόκειται για κινητό σύστημα κυματικής ενέργειας που εξωτερικά το περίβλημα θυμίζει μικρή φάλαινα.

Το σύστημα Mighty Whale μετατρέπει την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική με την χρήση κάθετης στήλης νερού που περικλείεται στο εσωτερικό του. Καθώς το σύστημα κινείται στην επιφάνεια της θάλασσας, το νερό εισέρχεται στην κάθετη στήλη και κινεί την τουρμπίνα παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.

Το νερό εισέρχεται από το στόμιο του Mighty Whale και αυξάνει την στάθμη του νερού εσωτερικά, ο αέρας κινείται προς τα επάνω και κινεί την τουρμπίνα. Η διαδικασία θυμίζει αυτής των σταθερών συστημάτων, με την διαφορά ότι το σύστημα στην περίπτωση αυτή κινείται.

β) Το σύστημα Wave Dragon

Ένα παρόμοιο σύστημα είναι αυτό με την ονομασία Wave Dragon. Το σύστημα αυτό είναι πλωτό και κάνει χρήση μεγάλης θαλάσσιας επιφάνειας. Τα κύματα εγκλωβίζονται από δύο πλωτές πλατφόρμες από μπετόν τοποθετημένες η μία απέναντι από την άλλη σε απόσταση 227 μ. Το νερό εισέρχεται στην πλωτή δεξαμενή και κινεί τις τουρμπίνες.

Το σύστημα αυτό είναι το μοναδικό πρόγραμμα της Δανίας που συμμετέχει στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Κυματικής.

γ) Το σύστημα Swan DK3

Ένα άλλο πρωτοποριακό πλωτό σύστημα αποτελεί το Swan DK3, αρχικά αναπτύχθηκε από την Ιαπωνία, αλλά η έλλειψη κονδυλίων οδήγησε στο να αναπτυχθεί από την συνεργασία της Κίνας με την Δανία.

Στο σύστημα αυτό περιλαμβάνεται ένας αγωγός σε σχήμα L στο κάτω μέρος και το νερό εισέρχεται στον αγωγό. Ο αέρας κινεί την τουρμπίνα στο επάνω μέρος

[11] www.buildings.gr/greek/aiforos/ananeosimes/kimatiki_energy/kimatiki.htm.

παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Μοντέλα εξομοίωσης και πειράματα έχει προγραμματίσει το Ινστιτούτο Υδραυλικής της Δανίας στην Βόρεια θάλασσα για τα επόμενα χρόνια.

δ) Το σύστημα Wave Plane

Παρόμοιο σύστημα αποτελεί το Wave Plane η διαδικασία είναι η ίδια με τα προηγούμενα. Η διαφορά βρίσκεται στο γεγονός ότι στην πρόσοψη του συστήματος έχουν εγκατασταθεί σπειροειδή οδηγοί που οδηγούν τα κύματα σε οριζόντιο αγωγό που στην συνέχεια κινεί την τουρμπίνα που μετατρέπει την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική[12].

Οι παραπάνω τεχνολογίες έχουν ήδη αποδείξει την αξιοπιστία τους στην ανοιχτή θάλασσα. Το ηλεκτροπαραγωγικό κόστος παραμένει συγκριτικά υψηλό, ωστόσο η περαιτέρω τεχνολογική εξέλιξη αναμένεται να οδηγήσει στη μείωση του. Για το λόγο αυτό, η εμπορική εκμετάλλευση της ενέργειας του θαλάσσιου κυματισμού στο κοντινό μέλλον θεωρείται πλέον εφικτή.

2.10 Τελευταίες εξελίξεις της κυματικής ενέργειας

2.10.1 Ο πρώτος μεγάλος σταθμός παραγωγής ενέργειας από τα κύματα

Ο πρώτος στον κόσμο μεγάλης κλίμακας σταθμός παραγωγής ενέργειας από κύματα πήρε έγκριση κατασκευής στις 17 Σεπτεμβρίου του 2007. Η «Πλήμνη Κυμάτων» (Wave Hub), ένα έργο £28 εκ. Λιρών Αγγλίας (περίπου 40 εκ. ευρώ) στις ακτές της Κορνουάλης, αναμένεται να είναι έτοιμο για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας το 2009[13].

Η χρηματοδότηση του έργου - που περιγράφεται ως μια γιγαντιαία ηλεκτρική πρίζα στο βυθό της θάλασσας - έχει ήδη εγκριθεί από την Επιτροπή Περιφερειακής Ανάπτυξης της Ν. Δ. Βρετανίας (RDA).

Ο σταθμός Κυματικής ενέργειας, που ήταν υπό σχεδιασμό τέσσερα χρόνια, θα δώσει ώθηση στον κλάδο αυτό παγκοσμίως και θα αποτελέσει κέντρο έρευνας.

Η ενέργεια που θα παράγεται από παραγωγούς κυματικής ενέργειας που θα συνδέονται με την υποδομή της «πλήμνης κυμάτων» θα καλύπτει τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας 7.500 σπιτιών, αποφεύγοντας την εκπομπή 300.000 τόνων

[12] www.buildings.gr/greek/aiforos/ananeosimes/kimatiki_energy/kimatiki.htm.
[13] ecology-salonika.org/lib/?p=1235.

διοξειδίου του άνθρακα για τα επόμενα 25 χρόνια. Ο σταθμός θα συνεισφέρει στο στόχο της ΝΔ Αγγλίας να παράγει 15% της ενέργειας της από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2010.

Η «πλήμνη κυμάτων» θα δημιουργήσει 1.800 θέσεις εργασίας και θα συμβάλει £560m στη βρετανική οικονομία στην περίοδο των 25 ετών λειτουργίας της, σύμφωνα με μια ανεξάρτητη οικονομική αξιολόγηση των επιπτώσεων της, που ανατέθηκε από το RDA.

Το έργο θα περιλαμβάνει έναν χερσαίο υποσταθμό που θα συνδέεται με τον ηλεκτρικό εξοπλισμό στο βυθό, 10 μίλια από το Hayle, μέσω ενός υποθαλάσσιου καλωδίου.

Οι επιχειρήσεις που αναπτύσσουν την ενεργειακή τεχνολογία εκμετάλλευσης των κυμάτων θα είναι σε θέση να συνδεθούν με την «πλήμνη κυμάτων» για να δοκιμάσουν τον δικό τους εξοπλισμό παραγωγής ενέργειας από την κυματική ενέργεια, σε μια κλίμακα που δεν έχει προηγούμενο ως σήμερα.

Τέσσερις επιχειρήσεις έχουν επιλεγεί ήδη για να χρησιμοποιήσουν το σύστημα.

Ο Jason Clark εκπρόσωπος της εταιρείας της «πλήμνης κυμάτων», είπε: "Είναι μάλλον σαν μια μπαλαντέζα μήκους 10 μιλίων που συνδέεται με το εθνικό δίκτυο. Έτσι αν και θα παρέχουμε ενέργεια στα ΝΔ, το πραγματικό πλεονέκτημα αυτού του έργου είναι ότι θα επιτρέψει σε άλλους ειδικούς να συνδέσουν τον εξοπλισμό τους για να διερευνήσουν εάν μπορεί να αναπτυχθεί εμπορικά."

Το έργο της «πλήμνης κυμάτων» θα καλύψει μια θαλάσσια περιοχή εμβαδού περίπου 9 τετραγωνικών χιλιομέτρων και σε κάθε ενδιαφερόμενη για σύνδεση εταιρεία θα χορηγηθεί μίσθωση πέντε έως δέκα ετών για μια περιοχή 3 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Μέχρι και 30 ενεργειακές μονάδες εκμετάλλευσης κυμάτων αναμένονται να λειτουργούν στην επιφάνεια της θάλασσας επάνω από την «πλήμνη κυμάτων».

Οι μηχανικοί της εταιρείας Ocean Power Delivery πρόσφατα κατασκεύασαν και ένα μικρότερο έργο εκμετάλλευσης κυμάτων στις πορτογαλικές ακτές, μετά την λειτουργία ενός πρωτότυπου στα νησιά Orkneys.

Η κυματική ενέργεια δεν έχει αποδειχθεί τόσο δημοφιλής όσο η αιολική και η ηλιακή λόγω των αυξημένων δαπανών εξοπλισμού και εγκατάστασης. Οι οικολόγοι, όμως, επισημαίνουν ότι και η αιολική ενέργεια ήταν ακριβή στο ξεκίνημα της, αλλά

έχει μειωθεί το κόστος της κατά 80% από τα πρώτα εμπορικά έργα που κατασκευάστηκαν.

2.10.2 Ταξιδεύει με «μηχανή» το κύμα

Στις 19-3-2008 απέπλευσε ένα πολύ διαφορετικό σκάφος από τη Χονολουλού και αφού καλύψει απόσταση 6.804 χιλιομέτρων θα καταλήξει στον Δίαυλο Κίτ στις ανατολικές ακτές της Ιαπωνίας[14].

Το παράδοξο του εγχειρήματος είναι ότι μοναδική πηγή ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί είναι η κυματική. Το σκάφος, που ονομάζεται «Suntory Mermaid» είναι το πρώτο κυματοκίνητο (ας επιτραπεί ο νεολογισμός) που θα διασχίσει τους ωκεανούς.

Αν τελικά ολοκληρώσει επιτυχώς το παρθενικό του ταξίδι θα αποτελέσει έμπρακτη απόδειξη ότι ένα φιλικό προς το περιβάλλον μέσο μεταφοράς μπορεί να αντεπεξέλθει και στις αντίξοες συχνά συνθήκες που επικρατούν στις ανοικτές θάλασσες. Εφόσον, το νέο εγχείρημα πετύχει, το σκάφος θα σπάσει το ρεκόρ μακρύτερου ταξιδιού με κυματική ενέργεια. Πλοία που θα έκαναν χρήση κυματικής ενέργειας βρέθηκαν στο επίκεντρο των προσπαθειών ναυπήγησης από το 1895.

Ο δρ. Γουτάκα Τεράο, του τμήματος ναυπηγικής και μηχανικής των ωκεανών στη Σχολή Επιστημών και Τεχνολογίας της Θάλασσας, στο Πανεπιστήμιο Τοκάι, είναι υπεύθυνος για την κατασκευή του συστήματος προώθησης του καινούριου σκάφους. «Τα ορυκτά καύσιμα κάποια στιγμή θα εξαντληθούν» λέει ο δρ. Τεράο. «Γι' αυτό το λόγο μελετάμε την κυματική ενέργεια ως έναν πολλά υποσχόμενο τρόπο εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων». Αυτό εξάλλου το αντικείμενο ερευνά τα τελευταία 20 χρόνια.

Ο προωθητικός μηχανισμός του «Mermaid», της γοργόνας, έχει τοποθετηθεί κάτω από την πλώρη και έχει σχεδιαστεί ώστε να «τραβά» το σκάφος αντί να το προωθεί προς τα εμπρός, με την κίνηση των κυμάτων, κατά κάποιο τρόπο σαν να επρόκειτο για δελφίνι.

Το πρώτο πείραμα μεγάλης κλίμακας με την κυματική ενέργεια το πραγματοποίησε σε συνεργασία με τον δρ. Χιρόσι Ισίκι της Hitachi Zosen Corporation το 1988, στον Κόλπο Σουρούγκα, κοντά στο Όρος Φούτζι. Τότε, όμως, χρησιμοποιήθηκε ένα μόνο πτερύγιο μήκους τεσσάρων περίπου μέτρων, το οποίο είχε

[14] www.thalamigos.gr/content/view/118/59/lang,el/.

τοποθετηθεί στην πλώρη ενός σκάφους του πανεπιστημίου Τοκάι. Το εγχείρημα θεωρήθηκε επιτυχία, καθώς κύματα ενός μέτρου κατάφεραν να προωθήσουν το πλοίο των είκοσι τόνων, με ταχύτητα δύο περίπου κόμβων. Αυτή η επιτυχία δεν κατάφερε να προσελκύσει το ενδιαφέρον των ναυπηγών και γι' αυτό ο δρ. Τεράο προχώρησε στην κατασκευή πλοιαρίου με δύο πτερύγια.

Ο καπετάνιος της Γοργόνας, Κεν Ιτσι Χόριε, έχει μακρά ιστορία σε τέτοιες προσπάθειες και συγκαταλέγεται στο Βιβλίο Ρεκόρ Γκίνες ως ο άνθρωπος που προσπάθησε δύο φορές να κυβερνήσει φιλικά προς το περιβάλλον σκάφη. Το 1993 ο Χόριε πραγματοποίησε ταξίδι 8,3 χιλιάδων χιλιομέτρων με σκάφος που κινούνταν με πετάλια και το 1996 έσπασε ρεκόρ διανύοντας τον Ειρηνικό με σκάφος που κινούνταν με ηλιακή ενέργεια. Το «Mermaid» δεν αναμένεται να σπάσει ρεκόρ ταχύτητας, αλλά μόνο του μακρύτερου ταξιδιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Βάσει στοιχείων αποδεικνύεται ότι από τα 6 δις κατοίκων του πλανήτη μόνο τα 4 δις έχουν πρόσβαση σε οποιαδήποτε μορφή ενέργειας, ενώ τα υπόλοιπα ζουν σε αντίξοες συνθήκες και δεν μπορούν να καλύψουν ούτε τις βασικές ανάγκες τους[15].

Όμως, παρόλα αυτά είναι γνωστό ότι η ζήτηση του πλανήτη για ενέργεια αυξάνεται συνεχώς, αφού η εξέλιξη του τεχνολογικού πολιτισμού απαιτεί όλο και μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.

Εκτός από την αστείρευτη ανάγκη της αγοράς για περισσότερη ισχύ, πιέσεις ασκούνται και για περισσότερη «πράσινη» ενέργεια. Αυτό σημαίνει ενέργεια από ΑΠΕ που το συνολικό ισοζύγιο του διοξειδίου του άνθρακα είναι θετικό. Επίσης, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να μην προκαλούνται οικολογικές επιβαρύνσεις κατά τη λειτουργία των πηγών παραγωγής ενέργειας.

Για το θαλάσσιο δυναμικό που γίνεται η έρευνα υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την τρέχουσα παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Επιπλέον για την Ελλάδα έχει αποδειχθεί ότι το κυματικό δυναμικό της είναι το υψηλότερο της Μεσογείου[16].

Έτσι, βάσει των παραπάνω επινοήθηκε η συγκεκριμένη διάταξη με σκοπό να τιθασευτεί αυτή η απεριόριστη ενέργεια των κυμάτων.

3.2 Η ιδέα

Η κεντρική ιδέα της συγκεκριμένης επιχειρηματικής δραστηριότητας αναφέρεται σε μια πρότυπη κατασκευή που παράγει ισχύ σε ανταγωνιστικό κοστολόγιο και η οποία εκμεταλλεύεται τον θαλάσσιο κυματισμό.

Η ιδέα γεννήθηκε από την απλή παρατήρηση ενός νηπίου που κολυμπούσε στη θάλασσα με τη βοήθεια φουσκωτών σωσιβίων στα μπράτσα του. Το κύμα σήκωνε το παιδί, λόγω της άνωσης, περίπου ένα μέτρο και κατόπιν το προσπερνούσε, αφήνοντας το να βυθιστεί, λόγω της βαρύτητας.

3.3 Αποστολή- Στόχοι

[15] www.in.gr.
[16] www.agoraideon.gr/site/

Η βασική αποστολή του εγχειρήματος είναι η προσφορά ικανής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής ποιότητας, σε ανταγωνιστική τιμή με έναν φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο.

Σε ορίζοντα πενταετίας σχεδιάζεται να έχει δημιουργηθεί μια κατασκευή που να παράγει «πράσινη» ενέργεια, της οποίας το κόστος ανά μονάδα να είναι χαμηλότερο από αυτό των ανταγωνιστών και το κόστος συντήρησης σχεδόν μηδενικό.

Η κατασκευή προβλέπεται να έχει ένα πολύ θετικό ισοζύγιο του διοξειδίου του άνθρακα από κάθε άλλη μορφή εναλλακτικής ενέργειας, δεδομένης της ανακυκλωσιμότητας των υλικών κατασκευής της. Επιπλέον, έχει δοθεί έμφαση και στα υπόλοιπα πέντε αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθιστώντας τη συγκεκριμένη κατασκευή την φιλικότερη προς το περιβάλλον.

Ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι η παροχή επαρκούς «πράσινης» ισχύς σε ενεργειακά απομονωμένες περιοχές, καθιστώντας περιττή την κατανάλωση χιλιάδων τόνων πετρελαίου.

3.4 Μελέτη των κυμάτων

Καταρχήν, είναι απαραίτητη η μελέτη της πηγής ενέργειας, δηλαδή των θαλασσίων κυμάτων. Η θάλασσα χωρίζεται σε τρεις ζώνες. Τη ζώνη θραύσης, την ενδιάμεση και τη ζώνη αυτοδύναμης ισορροπίας.

Η ζώνη θραύσης είναι η ζώνη που σκάει το κύμα. Δεν έχει σταθερή, περιγράψιμη μαθηματική μορφή, κυρίως διότι τα κύματα επηρεάζονται από τον πυθμένα της θάλασσας, γεγονός που την καθιστά ακατάλληλη για την εφαρμογή της συγκεκριμένης κατασκευής.

Επίσης, στη ζώνη αυτοδύναμης ισορροπίας τα κύματα κινούνται άτακτα, τα ρεύματα είναι ισχυρά και το βάθος του πυθμένα είναι πολύ μεγάλο (άνω των 200 μέτρων), επομένως, είναι εξαιρετικά δύσκολη η εγκατάσταση και λειτουργία της κατασκευής.

Η ενδεικνυόμενη ζώνη είναι η μέση, όπου υπάρχουν στοιχισμένα στη σειρά κύματα, τα οποία δεν επηρεάζονται από τον πυθμένα. Τα κύματα αυτά έχουν περιγράψιμη μορφή από μαθηματικές εξισώσεις. Η ζώνη αυτή βρίσκεται σε λογική απόσταση από την ακτή, που επιτρέπει την οικονομική μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος, εξασφαλίζει εύκολη πρόσβαση και, το κυριότερο, έχει βάθος που επιτρέπει τη θεμελίωση με συμβατικές μεθόδους σε λογικό κοστολόγιο. Αυτή η ζώνη μπορεί να

βρίσκεται μεταξύ των 25m και των 2.5km, εξαρτώμενη από τη γεωγραφία της περιοχής και από το βάθος και το είδος του πυθμένα.

Είναι γνωστό πως το κύμα δεν μεταφέρει ύλη αλλά αποκλειστικά και μόνο ενέργεια. Τα ρεύματα της θάλασσας και ο αέρας είναι αυτά που μετατοπίζουν τα επιπλέοντα αντικείμενα. Ο αέρας δεν επηρεάζει την συγκεκριμένη κατασκευή. Αντίθετα, τα θαλάσσια ρεύματα είναι δυνατόν να ασκήσουν παρασιτικές δυνάμεις, με αποτέλεσμα τη δημιουργία τριβών, οι οποίες μεταφράζονται πρακτικά σε απώλειες και φθορές[17].

3.5 Περιγραφή της κατασκευής

Αρχικά υπάρχει ένα βαρίδιο (δηλαδή ένας βαρύς πλωτήρας), το οποίο θα ανυψώνεται από το κύμα και θα παράγει έργο κατά την πτώση του. Για λόγους αντοχής και βάρους, επομένως και οικονομίας, είναι προτιμότερο ένα σώμα να έλκεται ή να κρέμεται. Έτσι, το καλύτερο θα είναι το βαρίδιο να κρεμαστεί από ένα συρματόσκοινο που θα είναι τυλιγμένο σε μια τροχαλία.

Η τροχαλία με τη σειρά της θα ενώνεται σε έναν άξονα με καστάνια. Με τον τρόπο αυτό, κατά την πτώση του βαριδίου η καστάνια θα ασφαλίζει και θα παράγει έργο, ενώ κατά την επαναφορά (άνοδο) του βαριδίου θα μπορεί να κινείται ελεύθερα. Για να επιτευχθεί σταθερή γωνιακή ταχύτητα στον άξονα θα χρησιμοποιηθούν βαρίδια (πλωτήρες) που θα εκμεταλλεύονται τις διαφορετικές διαδοχικές φάσεις των κυμάτων.

Η αφετηρία για την τεχνική περιγραφή του μηχανισμού πρέπει να είναι το βαρίδιο (πλωτήρας), το οποίο θα πρέπει να είναι αρκετά βαρύ ώστε να αποθηκεύει ενέργεια κατά την άνοδο του. Ωστόσο, ο πλωτήρας θα πρέπει να επιπλέει (δηλαδή να έχει σχετική πυκνότητα μικρότερη του 1). Αφού τα κύματα της θάλασσας έχουν πλάτος που εξαρτάται από την περίοδο τους, ο πλωτήρας θα πρέπει να έχει μέγεθος που δεν υπερκαλύπτει σε μήκος το ¼ αυτής της περιόδου. Για να γίνεται όμως η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση της ενέργειας θα πρέπει η ιδιοσυχνότητα του πλωτήρα να ισούται με την περίοδο του κύματος, η οποία υπολογίζεται με απλή φυσική (συντονισμός) και είναι ευθέως ανάλογη της μάζας και του εμβαδού του πλωτήρα.

Τεχνικά είναι πιο δύσκολο να αλλάξει το σχήμα του πλωτήρα, οπότε προτιμότερο είναι να μεταβληθεί το βάρος του. Αυτό επιτυγχάνεται με το να είναι ο

[17] Duxbury C.A, Duxbury B.A. (1997) «An introduction to the world's oceans», σελ.247

πλωτήρας κούφιος. Έτσι θα έχει ένα αρχικό βάρος στο οποίο θα προστίθεται και θα αφαιρείται θαλασσινό νερό με μια περισταλτική αντλία, που μπορεί να λειτουργεί χωρίς να απαιτεί εξαέρωση. Παρόμοιες αντλίες χρησιμοποιούνται ως δοσομετρητές σε εργαστήρια και υπάρχουν διαθέσιμες σε βιομηχανική κλίμακα. Μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι με ανάποδες στροφές στον ηλεκτροκινητήρα μπορούν να αντιστρέψουν τη ροή του θαλασσινού νερού, ενώ παράλληλα διαθέτουν όσες εισόδους - εξόδους απαιτούνται.

Ο πλωτήρας είναι κυκλικός και απαιτεί έναν οδηγό για να μπορεί να κινείται μόνο κάθετα δίχως να παρασύρεται. Η πιο απλή λύση σε σχέση με τους οδηγούς είναι ένα ανοξείδωτο συρματόσχοινο (τύπου 316) προεντεταμένο και ενα δακτυλίδι στερεωμένο στον πλωτήρα. Προτιμάται συρματόσχοινο αντί της πλήρους διατομής γιατί εμφανίζει έγκαιρα σημάδια κόπωσης ή φθοράς (θραύση συρματιδίων), επιτρέποντας έτσι τον καλύτερο προγραμματισμό της συντήρησης του.

Η προένταση μπορεί να γίνει είτε με βαρέλια γεμάτα με πέτρες τοποθετημένα στον βυθό, είτε με σταθερό πλαίσιο στη θεμελίωση της εγκατάστασης. Στην πάνω άκρη του συρματόσχοινου θα πρέπει να υπάρχει αποσβεστήρας, ελατήρια, για να απορροφά ενδεχόμενους κραδασμούς, διαστολές και οριζόντιες μικρο - ταλαντώσεις.

Από επάνω ο πλωτήρας πρέπει να κρέμεται από ένα συρματόσκοινο τυλιγμένο σε μια τροχαλία σταθερής διαμέτρου. Ο μηχανισμός που θα χρησιμοποιηθεί για να κρατηθεί σταθερή η γωνιακή ταχύτητα είναι τύπου σφονδύλου. Δηλαδή μια μεγάλη μάζα που μπορεί να συνεχίσει να περιστρέφεται για 2-3 δευτερόλεπτα παράγοντας σχεδόν το ίδιο έργο.

Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό της τροχαλίας είναι ότι θα πρέπει να έχει χαμηλή ροπή αδρανείας, ώστε κατά την αντιστροφή της φοράς περιστροφής να μην υπάρχει χρονοκαθυστέρηση και να μην αναπτύσσονται μεγάλες αντίθετες δυνάμεις. Η τροχαλία είναι εφικτό να κατασκευαστεί με ακτίνες, σαν ζάντα ποδηλάτου.

Επίσης έχει να επιλεγεί και ο τύπος της καστάνιας, μέσω της οποίας η τροχαλία θα στηρίζεται στην κυρία άτρακτο. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή ταιριάζει μια καστάνια από την σειρά με προδιαγραφές για εξοικονόμηση ενέργειας, δηλαδή χαμηλών τριβών και με δυνατότητα συνεχούς μεταφοράς της ροπής της τροχαλίας.

Σε συνάρτηση με την παραγόμενη ισχύ, την περιοδικότητα της διακύμανσης των κυμάτων και την ποιότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται καθορίστηκε και ο αριθμός των πλωτήρων. Μια πρώτη εφαρμογή θα γίνει με 2 σειρες πλωτήρων παράλληλες προς τη κύρια φορά διάδοσης του κύματος.

Για να εξασφαλίζεται μια ομαλή περιστροφή τοποθετείται ένας πλωτήρας ανά 90 μοίρες φάσης του κύματος. Από τους 10 πλωτήρες μόνο ένας θα παράγει μέγιστο έργο. Όλοι οι υπόλοιποι θα παράγουν έργο με μικρότερο ρυθμό, ο οποίος όμως θα είναι και πάλι εκμεταλλεύσιμος. Αυτό γίνεται γιατί ανάλογα με το ποσοστό της καθόδου που έχει ολοκληρωθεί μεταβάλλεται και η ταχύτητα και, δεδομένου ότι το βάρος όλων των πλωτήρων είναι το ίδιο, παράγεται ισχύς με διαφορετικό ρυθμό.

Από την άκρη της κεντρικής ατράκτου θα ενεργοποιείται μια γεννήτρια. Στην εφαρμογή μελλοντικά αντί για γεννήτρια θα τοποθετηθεί απευθείας μια αντλία, η οποία θα ανεβάζει το νερό στον ταμιευτήρα. Για να γίνει πλήρης εκμετάλλευση του εύρους της ισχύος των κυμάτων, σκόπιμο είναι να χρησιμοποιηθεί μια εμβολοφόρα αντλία σταθερής πίεσης μεταβλητού όγκου εμβολισμού, αντί μίας απλής αντλίας. Με τον τρόπο αυτό θα προωθείται η μέγιστη δυνατή ποσότητα νερού κάθε φορά στον σωλήνα της κατάθλιψης. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί μια λεπτομέρεια, η οποία αποτελεί σημαντική καινοτομία. Η ποσότητα νερού που αναρροφάται από την αντλία μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που θα καταθλίψει, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης προσαρμογή στην ισχύ εισόδου. Το υπόλοιπο νερό θα παραμείνει μέσα στην αντλία για τον επόμενο κύκλο.

Ο σχεδιασμός έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να προβλέπονται και μελλοντικές επεκτάσεις ή τροποποιήσεις. Υπάρχουν οπές και αναμονές για αντικατάσταση του εξοπλισμού με άλλα υλικά λειτουργίας.

Η συντήρηση του μηχανήματος έχει περιορισθεί στο ελάχιστο. Με συστήματα αυτόματης συνεχούς λίπανσης εξασφαλίζεται η σωστή λίπανση με την ελάχιστη ποσότητα λιπαντικού και η μακροβιότητα των συστημάτων. Τα περισσότερα μέρη μπορούν να ελεγχθούν οπτικά χωρίς την χρήση ειδικών μεθόδων. Για λόγους μετρήσεων θα υπάρχει εγκατεστημένο ένα σύστημα μικηνσιόμετρων που θα μετράει συνεχώς τις δυνάμεις που ασκούνται στην κατασκευή.

Αυτό βοηθάει στην αποφυγή της προληπτικής συντήρησης που είναι πιο δαπανηρή. Η συντήρηση θα γίνεται με μεθόδους παρόμοιες με εκείνες των δονήσεων στα έδρανα κύλισης. Δηλαδή το σύστημα θα ειδοποιεί έγκαιρα για την πιθανότητα εμφάνισης βλάβης και σε χρόνο μη παραγωγικό θα γίνεται η παρέμβαση.

Τέλος, για λόγους ασφαλείας, η διάταξη όταν η κατάσταση στην θάλασσα θα γίνεται επικίνδυνη θα απενεργοποιείται αυτόματα.

3.6 Πιλοτική έρευνα

Για τις ανάγκες της πιλοτικής έρευνας όπου χρειάζεται να γίνει προσομοίωση του θαλάσσιου περιβάλλοντος υπάρχουν ανάλογες δεξαμενές στα ερευνητικά ιδρύματα.

Στην Ελλάδα τέτοιο σύστημα διαθέτει το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο τμήμα μηχανολόγων ναυπηγών. Η διάταξη αυτή του πανεπιστημίου έχει 100m μήκος, 3m βάθος και 3m πλάτος. Διαθέτει υδραυλικό σύστημα παραγωγής κυμάτων ελεγχόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή και για την απόσβεση του κύματος έχει κλίση 1/30. Τέλος, διαθέτει αμαξίδιο κινούμενο πάνω από την εφαρμογή ώστε να παρέχει βοήθεια στον έλεγχο μοντέλων πλοίων.

Η παραπάνω διάταξη υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις για τη συγκεκριμένη έρευνα, αλλά υπάρχει μια δύσκολη γραφειοκρατική διαδικασία ώστε να δοθεί η σχετική άδεια για τη χρησιμοποίηση της καθώς και η απόσταση μας από την Αθήνα αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα ως προς τις συνεχής δοκιμές.

Έτσι, αποφασίστηκε η κατασκευή μιας εκ νέου δεξαμενής σαφώς μικρότερων διαστάσεων και δυνατοτήτων που όμως καλύπτουν τις απαιτήσεις της έρευνας.

Για την τοποθέτηση της διάταξης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούνται 6m, ενώ αντίστοιχα το απαιτούμενο μήκος για την ανάπτυξη και την απόσβεση της κυματικής ταλάντωσης υπολογίστηκε σε 12m.

Όπως είναι γνωστό από την κυματική θεωρία το βάθος του πυθμένα επηρεάζει τη μορφή του κύματος και κατ' επέκταση αυτού σε συνδυασμό με κάποια άλλα μηχανικά στοιχεία για την αντοχή μας υποχρέωσαν να έχουμε ύψος δεξαμενής 2m με στάθμη νερού 1.5m.

Για την παραγωγή του κύματος χρησιμοποιήθηκε υδραυλικό σύστημα με αναλογικές βαλβίδες ελεγχόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή και η ισχύς του κινητήρα του συστήματος περιορίστηκε στα 4KW (5Hp) καθαρά για οικονομικούς λόγους. Για τον έλεγχο του συστήματος έχει δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα το οποίο δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας αθροισμάτων και ομάδων αρμονικών κυμάτων (όπως συμβαίνει σε πραγματικές συνθήκες στην θάλασσα) και όχι μόνο ενός συνεχούς αρμονικού κύματος.

Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να δημιουργήσει κύματα ύψους μέχρι 80cm και περίοδο 3-15sec. Τα κύματα και οι συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι ανάλογες των συνθηκών στο ελεγχόμενο περιβάλλον. Έτσι, με τη χρήση της θεωρίας των ομοιωμάτων μεταφέρεται η διάταξη της πιλοτικής έρευνας σε κάποια κλίμακα στις πραγματικές συνθήκες της ανοικτής θάλασσας. Η κλίμακα αυτή μπορεί να

φτάσει και το 1/200 καθώς το μέγεθος της εξαρτάται από την ακρίβεια της έρευνας και το αποδεκτό ποσοστό σφάλματος.

Για την σωστή λειτουργία της διάταξης χρησιμοποιούνται βοηθητικά συστήματα/ διατάξεις:

- για την διατήρηση της ποιότητας του νερού,
- την απόσβεση του κύματος,
- την ανακύκλωση των διαρροών και
- την μέτρηση του παραγόμενου κύματος

.

3.6.1 Διατήρηση ποιότητας νερού

Για να διατηρηθεί η ποιότητα του νερού έχει εγκατασταθεί αντλία 1Hp η οποία επί 24ώρου βάσεως φιλτράρει και ανακυκλώνει το νερό. Μέσα σε διάστημα τεσσάρων ωρών φιλτράρεται ποσότητα ίση με τον όγκο της δεξαμενής.

Επίσης, κάθε δύο μέρες γίνεται μέτρηση της περιεκτικότητας του νερού σε χλώριο και προσθήκη της κατάλληλης ποσότητας χλωρίου και αλγηοκτόνου.

Κρατούνται οι συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας νερού γιατί υπάρχουν περιπτώσεις που είναι απαραίτητη η επαφή ανθρώπου με το νερό. Βασικότερη προδιαγραφή είναι η διατήρηση του χλωρίου κάτω των 2mgr/ lt λόγω τοξικότητας του.

3.6.2 Απόσβεση κύματος

Εάν το κύμα που παράγεται στη μία πλευρά της κατασκευής δεν αποσβεστεί ανακλάται από την απέναντι πλευρά και επιστρέφει. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σε σύντομο χρονικό διάστημα τον συντονισμό του νερού, το οποίο είναι μία μη επιθυμητή και ελέγξιμη κατάσταση.

Οπότε για την απόσβεση του κύματος η μια πλευρά της κατασκευής έχει κλίση 30 μοιρών και είναι στρωμένη με βότσαλα. Πάνω από αυτό είναι τοποθετημένοι προς τη φορά του κύματος 70.000 λεπτότοιχοι πλαστικοί σωλήνες διαμέτρου 6mm (καλαμάκια), σχηματίζοντας τοίχο. Έτσι, το κύμα περνώντας από μέσα τους λόγω τριβών χάνει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας του και επιτυγχάνεται η απόσβεση του.

3.6.3 Ανακύκλωση διαρροών

Επειδή στο κινούμενο μέρος που παράγει το κύμα είναι δεδομένο ότι θα υπάρχουν έστω και ελάχιστες διαρροές, υπάρχει στεγανός χώρος που συγκεντρώνεται το νερό και όταν συμπληρωθεί κάποια ποσότητα μια αυτόματη διάταξη επαναφέρει το νερό στην δεξαμενή.

3.6.4 Μέτρηση παραγόμενου κύματος

Σε βάθος 1m από την στάθμη ηρεμίας του νερού είναι τοποθετημένος υποβρύχιος αισθητήρας μέτρησης της πίεσης του νερού. Ο αισθητήρας αυτός καταγράφει και δίνει την δυνατότητα επεξεργασίας στον ηλεκτρονικό υπολογιστή της πραγματικής μορφής του κύματος (θεωρητικό βοήθημα).

Μια επιπλέον απαίτηση για τη συγκεκριμένη κατασκευή είναι η δυνατότητα της για μεταφορά. Δηλαδή θα πρέπει μια κατασκευή των 38 τόνων να μπορεί εύκολα, γρήγορα και οικονομικά να μεταφερθεί από τον χώρο κατασκευής στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών για την πραγματοποίηση της παρουσίασης της, αλλά και σε κάποιο εκθεσιακό χώρο για περαιτέρω επίδειξη της.

Ακόμη, λόγω μη ύπαρξης κονδυλίων θα πρέπει να υπάρχει βέλτιστη εκμετάλλευση όλων των υλικών χωρίς όμως να παρατηρούνται εκπτώσεις στην ποιότητα, την ασφάλεια και τις δυνατότητες.

Οπότε βάσει των παραπάνω έγινε μεταλλικός σκελετός από απλό χάλυβα ενισχυμένο στα σημεία σύνδεσης και στα σημεία με τη μέγιστη καταπόνηση. Τα σημεία που έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό είναι είτε αλουμίνιο είτε από ανοξείδωτο χάλυβα.

Το κυρίως σώμα της δεξαμενής που απλά συγκρατεί το νερό είναι panamas. Το υλικό αυτό είναι φτηνό, έχει αντοχή συγκρινόμενη με τον απλό χάλυβα και ο τρόπος επεξεργασίας και στήριξης του είναι όμοιος με το μουσαμά.

Τέλος, η όλη κατασκευή στηρίζεται επάνω σε ένα στρώμα συμπιεσμένης άμμου γιατί η στήριξη της δεξαμενής γίνεται ομοιόμορφα από όλο το κάτω μέρος και όχι από κάποια επιλεγμένα σημεία, μειώνοντας τις δυνάμεις, την καταπόνηση άρα και το τελικό κόστος

3.7 Σημείο εγκατάστασης

Οι προϋποθέσεις της συσκευής ως προς τον τόπο εγκατάστασης της είναι μόνο οι κυματικές συνθήκες, όπου απαιτείται η μεγαλύτερη δυνατή σταθερότητα και μια σχετικά μικρή διασπορά του ύψους.

Η εγκατάσταση της συσκευής δεν επηρεάζει το φυσικό τοπίο σε απαγορευτικό βαθμό ούτε απαιτείται κάποιος ιδιαίτερος τύπος θαλάσσιου πυθμένα.

Ένα σημαντικό βοήθημα για την επιλογή του τόπου εγκατάστασης αποτελεί το πρόγραμμα ΠΟΣΕΙΔΩΝ, που είναι μια πρωτοποριακή δομή για τα Ευρωπαϊκά δεδομένα, και περιλαμβάνει την εγκατάσταση ενός δικτύου πλωτών ωκεανογραφικών μετρητικών σταθμών (buoys), καθώς και τη δημιουργία ενός ειδικού επιχειρησιακού κέντρου για την πρόγνωση και επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν.

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ είναι ένα μοναδικό εργαλείο για τον εθνικό σχεδιασμό με στόχο τη διαχείριση και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος της χώρας. Παράλληλα αποτελεί ένα ανεκτίμητο πλεονέκτημα για την ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων, την πρόληψη καταστροφικών περιστατικών και τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής.

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ σε πλήρη λειτουργία προσφέρει:

- Άμεση (on-line) και έγκυρη πληροφόρηση.
- Αξιόπιστη πρόγνωση.
- Προστασία του θαλάσσιου οικοσυστήματος.
- Ενίσχυση της θαλάσσιας έρευνας[18].

Έπειτα από παρακολούθηση μηνών της κυματικής κατάστασης του ελλαδικού χώρου καταλήξαμε σε δύο περιοχές με συμβατότητα άνω του 90%. Η μια είναι ανοικτά του όρους Άθως έως την Λήμνο και η άλλη είναι η ευρύτερη περιοχή των Σποράδων. Ωστόσο, το 90% του ελληνικού χώρου παρουσιάζει μια συμβατότητα άνω του 70% η οποία κρίνεται απολύτως ικανοποιητική.

3.8 Παραγόμενη Ισχύς

Η παραγόμενη ισχύς από τις Α.Π.Ε. εξαρτάται από τα καιρικά φαινόμενα που τις ενεργοποιούν. Αυτό σημαίνει ότι σε περιόδους απρόβλεπτων μεταβαλλόμενων καιρικών φαινόμενων μεταβάλλεται εξίσου απρόβλεπτα και η παραγόμενη ισχύς.

Αυτό που επηρεάζει στην πραγματικότητα την παραγόμενη ισχύ δεν είναι η μακροσκοπική μεταβολή του φαινόμενου (π.χ. μια εβδομάδα αέρα 5 m/s και την άλλη

[18] www.poseidon.ncmr.gr/greek/ (18/4/2008)

30 m/s) αλλά η ταχύτητα αυτής της μεταβολής. (π.χ. ριπή αέρα με διπλάσια ταχύτητα ή ένα μικρό αλλά πυκνό σύννεφο σε μέρα λιακάδας).

Αποτέλεσμα είναι πως με τα σημερινά δεδομένα το ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε. περιορίζεται στο 30% μόνο της συνολικής χρησιμοποιούμενης ισχύος, ενώ το υπόλοιπο 70% παράγεται από θερμικούς σταθμούς (λιγνίτη, αέριο, πετρέλαιο, πυρηνική). Αξιοσημείωτο επομένως είναι ότι ο ανεπιτυχής συνδυασμός των καιρικών φαινόμενων και της κατανάλωσης καθιστά ανεκμετάλλευτη την επιπλέον παραγόμενη από Α.Π.Ε. ενέργεια.

3.9 Ανταγωνισμός

Βάσει της νομοθεσίας η παραγόμενη ισχύς από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα απορροφάται υποχρεωτικά από το σύστημα σε προκαθορισμένη τιμή. Έτσι δεν υπάρχει άμεσος συσχετισμός της κερδοφορίας της επιχείρησης με τον ανταγωνισμό.

Επιπλέον, αν και παράγεται το ίδιο προϊόν με τις άλλες μορφές παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, ουσιαστικά ο ανταγωνισμός προέρχεται μόνο από το εξωτερικό, κατά κάποιον παρεμφερή τρόπο, καθώς υπάρχει διαφορά στον τρόπο παραγωγής.

Έτσι συστήματα όπως το Πελαμίς και κάποια παρόμοια μπορούν να θεωρηθούν ανταγωνιστικά γιατί παράγουν ισχύ από τον κυματικό μηχανισμό, όμως η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι για να λειτουργήσουν χρειάζονται κύματα που εμφανίζονται μόνο στους ωκεανούς. Οπότε στις ελληνικές θάλασσες που υπάρχουν πιο ήπιες συνθήκες δεν θα μπορούσαν να λειτουργήσουν.

Παρόλα αυτά θα μπορούσαν να αναφερθούν κάποια χαρακτηριστικά των πιο διαδεδομένων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας που πρωτοστατούν στην Ελλάδα, σε σύγκριση με τη συγκεκριμένη κατασκευή. Έτσι, θα αναφερθούν παρακάτω δύο βασικές μορφές παραγωγής ενέργειας, η αιολική ενέργεια και τα φωτοβολταικά συστήματα.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της κατασκευής σε σχέση με την αιολική ενέργεια είναι η φιλικότητα προς το τοπίο και τους κατοίκους, το χαμηλότερο κόστος, η σταθερότητα παραγωγής και η ενεργειακή πυκνότητα.

Πιο αναλυτικά, μια ανεμογεννήτρια με την συνήθη ισχύ έχει πυλώνα ύψους 110 μέτρων. Σε ένα αιολικό πάρκο υπάρχουν 5-20 γεννήτριες οι οποίες δημιουργούν ένα αντιαισθητικό «δάσος» από κολώνες, με όλα τα αρνητικά αντίκτυπα που υπάρχουν στο τοπίο.

Επίσης παράγεται αεροδυναμικός θόρυβος κατά την περιστροφή, ο οποίος μπορεί να μειωθεί αλλά όχι να μονωθεί εντελώς. Αρνητικός παράγοντας είναι και το ότι απαιτείται άδεια εγκατάστασης που υπόκειται σε πολύπλοκες γραφειοκρατικές διαδικασίες, ιδιαίτερα αν πρόκειται για δασική περιοχή.

Επιπλέον, το κόστος θεμελίωσης μιας ανεμογεννήτριας είναι πολύ υψηλό, δεδομένου του ύψους, του βάρους και άλλων τεχνικών προβλημάτων που δημιουργούν την ανάγκη χρησιμοποίησης προηγμένων κραμάτων που είναι ακριβά, καθώς και το κόστος τακτικής συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών είναι αναλογικά μεγάλο.

Σημαντικό είναι ακόμα το γεγονός πως ο αέρας έχει 1000 φορές μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα από τα κύματα και πως τα ρεύματα του αέρα είναι ευμετάβλητα και, επομένως, πολύ πιο απρόβλεπτα.

Από την άλλη πλευρά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν, σε σχέση με το απαιτούμενο εμβαδόν τους, μειωμένη αποδοτικότητα. Δηλαδή, δεσμεύουν για την ίδια ισχύ 2 έως 7 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από τις άλλες πηγές.

Σημαντικό είναι το ότι έχουν μεγάλο χρόνο απόσβεσης και υπολογίσιμη συντήρηση. Το βασικότερο όμως μειονέκτημα τους είναι ότι, ανάλογα με την εποχή, στη Ελλάδα έχουμε μόνο 7 – 9 ώρες ικανοποιητικής ηλιοφάνειας ημερησίως, ώστε να παράγεται αρκετή ισχύς.

Τέλος, δεν υπάρχει οικονομικά συμφέρων τρόπος για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας που παράγεται.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει άμεση ανάγκη ενέργειας η αιολική ενέργεια μετατρέπεται αρχικά σε ηλεκτρική και κατόπιν μεταφέρεται στο ύψος της θάλασσας όπου γίνεται μηχανική, μέσω αντλιών. Το θαλασσινό νερό μεταφέρεται σε ταμιευτήρες σε μεγάλο υψόμετρο και εκεί η ενέργεια μετατρέπεται ξανά σε δυναμική. Τέλος, όταν υπάρχει ζήτηση η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται εκ νέου σε ηλεκτρική μέσω υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

Γενικά, υπάρχουν 5 μετατροπές ενέργειας και 5 αντίστοιχες εγκαταστάσεις, για τις οποίες είναι απαραίτητη η συντήρηση. Αν η κάθε μια έχει απόδοση 98% (στην καλύτερη περίπτωση), η τελική απόδοση που προκύπτει είναι μικρότερη του 90%.

Έτσι, υπάρχει απώλεια ενέργειας που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί αν υπήρχε τρόπος αποφυγής των ανωτέρω ενδιάμεσων μετατροπών.

3.10 Ανάλυση SWOT

Τα δυνατά σημεία της κατασκευής δίνονται παρακάτω:

- Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, κατά το δεύτερο στάδιο (όπως αναφέρεται παραπάνω), προτείνεται αντί για γεννήτρια να τοποθετηθεί απευθείας μια αντλία η οποία θα ανεβάζει το νερό στον ταμιευτήρα. Έτσι, θα υπάρχουν μόνο δύο μετατροπές ενέργειας χωρίς την παρεμβολή μετασχηματιστών, ηλεκτροκινητήρων ή άλλου εξοπλισμού. Η κατάληξη είναι η ίδια λειτουργία με πολύ μικρότερο αρχικό κόστος και κατοπινό λειτουργικό κόστος.
- Στο μέλλον είναι δυνατή η κάλυψη και των μη διασυνδεμένων με το κεντρικό δίκτυο νησιών με τρόπο οικονομικά αποδοτικό. Ο μόνος τρόπος για να επιτύχουν οι λοιπές Α.Π.Ε. το ίδιο χαμηλό κοστολόγιο στις περιπτώσεις ταμιευτήρων είναι να μηδενίσουν το κόστος απόκτησης και λειτουργίας του εξοπλισμού των ενδιάμεσων σταδίων μετατροπής, τον οποίο σε αυτή την περίπτωση αποφεύγεται εξαρχής.
- 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 ή υποβρύχιες εγκαταστάσεις.
- Δεν υπάρχει κίνδυνος οικολογικής επιβάρυνσης ή καταστροφής. Τα κύρια υλικά της κατασκευής είναι ανοξείδωτος χάλυβας, χαλκός και αλουμίνιο. Τα υλικά αυτά είναι ανθεκτικά στη διάβρωση που προκαλείται από το θαλασσινό νερό. Επίσης η υγρή λίπανση είναι απαραίτητη μόνο σε λιγοστά, επιλεγμένα σημεία και γίνεται με οικολογικό μη τοξικό βιοδιασπόμενο λιπαντικό. Το μεγαλύτερο μέρος της λίπανσης γίνεται με έδρανα στερεάς λίπανσης. Εκεί χρησιμοποιείται ως λιπαντικό ο στερεός γραφίτης, δηλαδή καθαρό κάρβουνο και όχι τα μολυβδούχα και γραφιτούχα γράσα.
- Η κατασκευή είναι δυνατόν να ολοκληρωθεί σε επιλεγμένο χώρο όπου υπάρχει ο αναγκαίος βιομηχανικός εξοπλισμός και μπορεί να είναι κλειστός και να ρυμουλκηθεί κατόπιν στο επιλεγμένο θαλάσσιο σημείο. Αυτό εξασφαλίζει τη μέγιστη παραγωγικότητα του εμπλεκόμενου προσωπικού και καθιστά δυνατό να προκαθορισθεί η ημερομηνία παράδοσης του κάθε μέρους της κατασκευής, ανεξαρτήτως καιρικών ή άλλων συνθηκών. Βέβαια, δεν ισχύει το ίδιο για την αποκατάσταση των

βλαβών ή την συντήρηση της κατασκευής που θα πρέπει να γίνεται επιτόπου.

Αντίστοιχα, απειλή μπορεί να θεωρηθεί:

- Το γεγονός ότι στις περιοχές που μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα αποδοτικά, παρουσιάζονται δηλαδή ισχυρά και συνεχή κύματα, δεν υπάρχουν λιμενικές ή άλλες εγκαταστάσεις, άρα υφιστάμενο υπόγειο δίκτυο καλωδίωσης το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, γεγονός που σημαίνει ότι η μεταφορά της ενέργειας ως την ακτή θα επιβαρύνει τους παραγωγούς. Το κοστολόγιο ανά μέτρο της γραμμής μεταφοράς εξαρτάται από το θαλάσσιο πυθμένα, τα ρεύματα και το βάθος.
- Επίσης, αρνητικό μπορεί να θεωρηθεί πως ο τόπος εγκατάστασης αποκλείει κάθε μη παραθαλάσσια περιοχή, αν και στη Ελλάδα, με 13700 χλμ αιγιαλού, κάτι τέτοιο δεν είναι απαγορευτικό για την ανάπτυξη της κατασκευής.
- Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η θάλασσα είναι ένα δύσκολο περιβάλλον, ταραχώδη, βίαιο και διαβρωτικό. Αυτό μπορεί να δυσχεραίνει την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων.

3.11 Προοπτικές Εξέλιξης

Από τη στιγμή που θα γίνει εφικτή η εγκατάσταση μιας μονάδας της τάξης των 500-1000 KW, φορτίου ίσου με εκείνο των ανεμογεννητριών και των φωλτοβολταικών συστημάτων, θα μπορεί να γίνει και η εμπορική εκμετάλλευση της διάταξης.

Δηλαδή, έχοντας την τεχνογνωσία, την πείρα και την ευρεσιτεχνία η επιχείρηση θα είναι σε θέση να εμπορευθεί την διάταξη ως κατασκευή, ξεφεύγοντας πλέον από την παραγωγή ενέργειας και μόνο και θα αυξήσει τα έσοδα της επιχείρησης με ταχύτερο ρυθμό.

Παράλληλα σχεδιάζεται η επέκταση της έρευνας στον τομέα των ταμιευτήρων. Δηλαδή την προσωρινή αποθήκευση ενέργειας, με μορφή δυναμικής, η οποία προκύπτει από τη μεταφορά νερού σε κάποιον ταμιευτήρια, με σκοπό να παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα αποκλειστικά από «πράσινη» ενέργεια, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης στερεών ή υγρών καυσίμων.. Αυτή η εφαρμογή δημιουργεί μια ευρύτερη αγορά, εκείνη των περιοχών που δεν έχουν διασυνδεθεί ή συνδέονται ελλιπώς με το εθνικό δίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Για να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει την λειτουργία μιας τέτοιας διάταξης κρίνεται σκόπιμο πρώτα από όλα να γνωρίσει την πηγή ενέργειας, τα θαλάσσια κύματα. Βλέποντας τη θάλασσα σε περίοδο σχηματισμού κυματισμών μας δημιουργείται η εντύπωση ότι οι πτυχές της «σαρώνουν» καθώς κινούνται το επιφανειακό στρώμα νερού, μεταφέροντας τις μάζες του από θέση σε θέση. Αυτό όμως, αν και τελευταία, ειδικά με τα αποτελέσματα των πειραμάτων που παρουσίασε το Πανεπιστήμιο Berkeley της Καλιφόρνιας οριστικοποιήθηκε η άποψη οτι έχει κάποια βάση, δεν συμβαίνει σε τέτοια μεγάλη έκταση, όπως διαπιστώνουμε για περιοχές χωρίς ρεύματα από το ανεβοκατέβασμα ενός ξύλου που επιπλέει και το «π ρ ο σ π ε ρ ν ο ύ ν» οι πτυχώσεις της θάλασσας.

Στην πραγματικότητα μεταφέρεται από θέση σε θέση η διαταραχή, όπως συμβαίνει με μια ελαστική χορδή που δένεται σταθερά στο ένα της άκρο και οπως την κρατάμε από το άλλο της άκρο τεντωμένη με ανεβοκατέβασμα του χεριού μας προκαλούμε στη μάζα της μια διαταραχή. Βλέπουμε τότε οτι η διαταραχή κινείται κατά μήκος της χορδής χωρίς όμως να μεταφέρεται η μάζα της χορδής.

Το παραστατικό αυτό δεν μπορεί να εξομοιωθεί με τη θάλασσα, που τα μόρια της όπως θα δούμε διαγράφουν ιδιόσχημες τροχιές. Σε μια ορισμένη χρονική στιγμή όλα τα μόρια της επιφάνειας της θάλασσας έχουν, τη δική τους θέση στις τροχιές που αναφέραμε και στο σύνολο τους δίνουν την εικόνα του κυματισμού που αντιστοιχεί στην υπόψη χρονική στιγμή, δηλ. την εικόνα της διασάλευσης της θάλασσας.

Το αποτέλεσμα αυτής της διασάλευσης είναι οι κατά θέσεις ανωμαλίες της θάλασσας που βλέπουμε στην επιφάνεια της, κάθε μια από τις όποιες, στην απλουστευμένη εικόνα του κυματισμού, αποτελείται από μια «έ ξ α ρ σ η» και μια «κ ο ι λ ί α» και λέγεται κύμα. Στην ίδια απλουστευμένη εικόνα του κυματισμού, αν υποθέσουμε ότι όλα τα κύματα είναι τα ίδια το ένα πίσω από το άλλο, τ ο μ ή κ ο ς *L.* ενός κύματος θα συμπίπτει με την απόσταση των κορυφών δύο διαδοχικών εξάρσεων. Π ε ρ ί ο δ ο κ ύ μ α τ ο ς Τ τότε ονομάζουμε το χρόνο που χρειάζεται οπτικά η κορυφή της «κ ι ν ο ύ μ ε ν η ς έ ξ α ρ σ η ς» για να καταλάβει τη θέση αυτής που βρίσκεται μπροστά της και είναι χρόνος διάδοσης της διαταραχής η του κύματος.

Αν λοιπόν C ονομάζουμε την ταχύτητα του κύματος δηλ. την ταχύτητα διάδοσης της διαταραχής και υποθέσουμε πώς αυτή είναι σταθερή, τότε αφού σε χρόνο T η κορυφή του κύματος καλύπτει διάστημα L θα είναι L=CT. Στα στοιχεία του κύματος πρέπει να προσθέσουμε το ύψος του H που στην παραπάνω εικόνα είναι η κατακόρυφη απόσταση της κορυφής της έξαρσης του κύματος από το κατώτερο σημείο της κοιλίας του.

Στην πραγματικότητα ο κυματισμός δεν έχει την απλουστευμένη μορφή που του αποδώσαμε, ούτε τα στοιχεία L, C, T, H είναι σταθερά από θέση σε θέση κατά μήκος της διαδρομής των κυμάτων, που παρουσιάζονται ακανόνιστα και ασταθή. Γενικά τις ψηλές κορυφές ακολουθούν χαμηλότερες σαν οι δεύτερες να καβαλικεύουν στη ράχη ενός πατρικού κύματος.

Παρακάτω θα παραθέσουμε σε συντομία τις κυριότερες μέχρι σήμερα θεωρίες των κυματισμών, που ξεκινούν από πολλές παραδοχές και απλουστεύσεις, οι όποιες αποδίδουν μορφές που κάτω από προϋποθέσεις προσεγγίζουν τη φυσική εικόνα.

Οι σύγχρονες αντιλήψεις τείνουν σιγά-σιγά να απομακρυνθούν από αυτές τις πολύπλοκες μερικές φορές μαθηματικές αναλύσεις και να τις αντικαταστήσουν με μακροχρόνιες παρατηρήσεις και μετρήσεις, που με τη βοήθεια της Στατιστικής δίνουν τις τιμές εφαρμογής στα λιμενικά προβλήματα των στοιχείων των κυματισμών. Οι τιμές αυτές που χρησιμεύουν στις προμελέτες των έργων, διορθώνονται από τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης με τη βοήθεια της θεωρίας των ομοιωμάτων.

Παρόλα αυτά, όπου τα όσα αναφέραμε για ποικίλους λόγους δεν μπορούν να εφαρμοσθούν, οι επόμενες θεωρίες δίνουν σε αρκετές περιπτώσεις ικανοποιητικά αποτελέσματα στην πράξη, όταν οι συνθήκες αυτής προσεγγίζουν τις θεωρητικές παραδοχές.

4.2 Άπειρα μικροί κυματισμοί κατά G. Airy

Η θεωρία ξεκινά από την υπόθεση ότι το νερό είναι ρευστό τέλειο και ασυμπίεστο με παραμόρφωση που έχει επιφάνεια κυλινδρική και εμφανίζει εξάρσεις και κοίλα, σε μια κίνηση αστρόβιλη μέσα στο δυναμικό πεδίο της βαρύτητας, χωρίς δευτερεύουσες επιρροές όπως της έπιφαν. τάσης κλπ. Η ανάλυση κατόπιν τούτων γίνεται σε επίπεδο κάθετο πάνω στις γενέτειρες της κυλινδρικής επιφάνειας και καταλήγει με την εισαγωγή των οριακών συνθηκών σε διαφορικές εξισώσεις που

απλοποιούνται και δίνουν εύχρηστους τύπους στην περίπτωση των ημιτονοειδών κυματισμών.

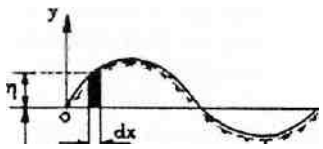
Με τους ημιτονοειδείς λοιπόν κυματισμούς θα ασχοληθούμε παρακάτω και ειδικότερα με την περίπτωση θάλασσας σταθερού βάθους. Αποδεικνύεται ότι τα υδάτινα μόρια διαγράφουν κλειστές τροχιές σε περίοδο Τ όση και η περίοδος του κύματος. Οι τροχιές αυτές γενικά είναι ελλείψεις οι δε επιτρόχιες ταχύτητες στις εξάρσεις αποκαλύπτουν τη φάση διάδοσης του κυματισμού, γιατί το μόριο μετατοπίζεται πάνω στην τροχιά του κατά τη φορά διάδοσης του κυματισμού όταν βρίσκεται σε έξαρση του κύματος και κατά την αντίθετη όταν βρίσκεται σε κοιλιά.

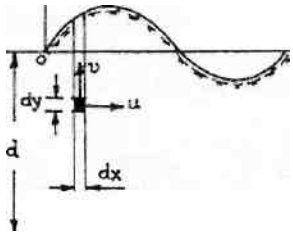
4.2.1 Στάσιμος κυματισμός

Η περίπτωση ενός στάσιμου κυματισμού θα μας απασχολήσει στον υπολογισμό των λιμενικών έργων με κατακόρυφα μέτωπα, όπου έχει επικρατήσει το φαινόμενο να αποκαλείται με τον σχετικό γαλλικό όρο Clapotis. Στους ημιτονοειδείς κυματισμούς της θεωρίας του Airy, το φαινόμενο παρουσιάζεται με απλουστευμένη μορφή και ο στάσιμος κυματισμός δημιουργείται από τη σύνθεση δύο απλών ημιτονοειδών κυματισμών με τα ίδια χαρακτηριστικά άλλα αντίθετη φορά διάδοσης. Εμφανίζονται τότε στάσιμοι σημειακοί κόμβοι που απέχουν μεταξύ τους κατά L/2 το δε εύρος ταλάντωσης η ύψος του στάσιμου κύματος είναι το διπλάσιο του ύψους H των κυμάτων που συμβάλλουν.

4.2.2 Η ενέργεια απλών ημιτονοειδών κυματισμών

Η ενέργεια γενικά των κυματισμών παρουσιάζεται σε δύο ταυτόχρονα μορφές. Έτσι έχουμε τη δυναμική ενέργεια που εγκλείεται στη μάζα της θάλασσας και που σ' αυτήν οφείλεται η παραμόρφωση της και την κινητική ενέργεια που διαθέτετε για την τροχιακή κίνηση των μορίων της.





Εικόνες 1 και 2

Η εικόνα 1 μας βοηθά στον υπολογισμό της δυναμικής ενέργειας με την απομόνωση μιας πολύ λεπτής στήλης πλάτους dx, της οποίας το βάρος είναι $gp_w \eta dx$. Με άξονα αναφοράς τον Οχ η ενέργεια που εγκλείει ένα κύμα μήκους L για κάθε μέτρο κάθετο στη διεύθυνση διάδοσης του είναι:

$$E_\delta = \int_0^L g\rho_w \eta dx \cdot \frac{\eta}{2} = g\rho_w \int_0^L \frac{\eta^2}{2} dx \quad \text{καί τελικά } E_\delta = \frac{1}{16} g\rho_w H^2 L \qquad (7)$$

όπου το η είναι η τεταγμένη του ημιτονοειδούς κυματισμού, g η επιτάχυνση της βαρύτητας και p_w, h πυκνότητα της θάλασσας.

Η εικόνα 2 μας βοηθά στον υπολογισμό της κινητικής ενέργειας, όπως την ορίσαμε παραπάνω, με την απομόνωση ενός στοιχείου dx x dy x 1 και την εφαρμογή της κατακόρυφης και οριζόντιας συνιστώσας της ταχύτητας αντίστοιχα υ και u πάνω σ' αυτό. Τότε η ενέργεια που εγκλείει με την κίνηση του θα είναι ($1/2\ p_w\ dxdy\ (u^2 + \upsilon^2)$) και συνολικά η κινητική ενέργεια του κύματος μήκους L για κάθε μέτρο κάθετο στη διεύθυνση διάδοση του θα είναι:

$$E_\kappa = \int_{-d}^{0} \int_0^L \frac{1}{2} \rho_w (\upsilon^2 + u^2)\, dxdy =$$

$$= \frac{1}{2} \rho_w \int_{-d}^{0} \int_0^L (\upsilon^2 + u^2)\, dxdy$$

$$\text{καί τέλος } E_\kappa = \frac{1}{16} g\rho_w H^2 L$$

όπου οι συναρτήσεις υ και υ δίνονται από ανάλυση των ημιτονοειδών κυματισμών.

Ώστε κάθε κύμα ενός απλού ημιτονοειδούς κυματισμού κλείνει μέσα του για κάθε μέτρο κάθετο στη διάδοση του, συνολική ενέργεια:

$$E = E_\delta + E_\kappa = 1/8\ gp_w H^2 L$$

4.2.3 Η Έννοια ομάδας κυμάτων

Στην απομόνωση του το σύνολο αυτό έχει μια σχετικά απλή εικόνα. Βλέποντας ένα πλοίο να διασχίζει μια ήρεμη θάλασσα, παρατηρούμε από κάθε θέση

της πορείας του να φεύγει ένα σύνολο κυμάτων που κινείται με ταχύτητα U, ενώ μέσα στο σύνολο κάθε κύμα έχει μια διαφορετική ταχύτητα C μεγαλύτερη από την πρώτη. Έτσι βλέπουμε το παραπάνω κύμα να μετακινείται μέσα στην περιοχή του συνόλου, να προωθείται μπροστά, όπου στο όριο της εξαφανίζεται για να επανεμφανιστεί στο τέλος του κ.ο.κ. Ένα τέτοιο σύνολο κυμάτων ονομάζουμε ομάδα κυμάτων.

Στη γενική της μορφή η ομάδα κυμάτων αποτελείται από επί μέρους κύματα με διάφορα χαρακτηριστικά. Ακόμα και στην περίπτωση που συντρέχουν συνθήκες ανάπτυξης κυμάτων ημιτονοειδούς μορφής, υπενθυμίζουμε ότι γενικά η ταχύτητα C είναι συνάρτηση του μήκους των, πράγμα που δίνει στην ομάδα ένα σύνθετο κυματισμό με μεταβλητή και ασταθή διατομή όταν τα μήκη L των διαφόρων κυμάτων διαφέρουν. Εξαίρεση βέβαια θα έχουμε στα άβαθη όπου οι ταχύτητες των κυμάτων όπως είδαμε είναι ανεξάρτητες των μηκών τους.

Μπορούμε να συνθέσουμε μια απλή εικόνα ομάδας κυμάτων από δύο κυματισμούς με ελαφρά διαφορετικά μήκη κύματος, ίσα ύψη και την ίδια διεύθυνση και φορά διάδοσης. Τότε η ταχύτητα U της ομάδας δίνεται από τον τύπο που ακολουθεί:

$$U = \frac{1}{2} C \left(1 + \frac{\frac{4\pi d}{L}}{Sh \frac{4\pi d}{L}} \right)$$

όπου C η τιμή της ταχύτητας των απλών ημιτονοειδών κυματισμών.

Η ροή ενέργειας από ένα κατακόρυφο επίπεδο στη μονάδα του χρόνου, με βάση την έννοια της ομάδας κυμάτων και της ταχύτητας της, είναι κατά μέσο όρο:

$$E_t = 1/8\ g p_w H^2 U$$

και είναι απλό να εξηγηθεί γιατί από προηγούμενο τύπο το μέτρο μήκους του κύματος αντιστοιχεί ενέργεια $1/8\ g p_w H^2$ κατά μέσο όρο, οπότε αφού η ταχύτητα U της ομάδας των κυμάτων είναι με άλλα λόγια το διάστημα που διατρέχει αυτή στη μονάδα του χρόνου, τότε στη μονάδα αυτή του χρόνου η μέση τιμή της ροής ενέργειας από ένα κατακόρυφο επίπεδο θα είναι $1/8\ g p_w H^2 U$. Αυτός είναι και ό

λόγος για τον όποιο επικρατεί η αντίληψη ότι η ενέργεια του κυματισμού διαδίδεται με την ταχύτητα U της ομάδας των κυμάτων.

4.3 Κυματισμοί ορισμένου ύψους κύματος

Η μοναδική θεωρία για κύματα μικρού ύψους του G. Airy, δίνει αποτελέσματα που απομακρύνονται τόσο περισσότερο από την πραγματικότητα όσο μεγαλύτερο γίνεται το ύψος κύματος. Είδαμε κατά την ανάπτυξη της πόσο σημαντικό ρόλο παίζει γενικά η παράμετρος d/L του σχετικού βάθους. Στη συνέχεια θα δώσουμε μια ιδέα των κυματισμών ορισμένου ύψους κύματος για τους όποιους αναπτύχθηκαν βασικά τρεις θεωρίες με ασαφή όρια μεταξύ τους και όπου οι λόγοι H/d και H/L, αποκαλούμενοι αντίστοιχα σχετικό ύψος και κυρτότητα κύματος, δεν είναι κατ' ανάγκη πάρα πολύ μικροί, άλλα που εξαιτίας του γεγονότος αυτού ακριβώς οι θεωρίες όπου εισάγονται γίνονται αρκετά πολύπλοκες. Τα προβλήματα απλοποιούνται σχετικά με προσεγγίσεις, όπου κατά περίπτωση θεωρείται η μία ή η άλλη παράμετρος μικρού μεγέθους στο διάστημα τιμών που διατρέχει το σχετικό βάθος d/L. Έτσι στο πάνω άκρο του διαστήματος (0, + 4) τιμών του d/L, σημαντικές παράμετροι θεωρούνται οι L, H/L, στο κάτω άκρο του ίδιου διαστήματος θεωρούνται σημαντικοί παράμετροι οι d, H/L και ενδιάμεσα οι H/L και H/d.

Οι θεωρίες για κυματισμούς ορισμένου ύψους κύματος του Stokes και Gerstner είναι περισσότερο αξιόπιστες σε σχετικά μεγάλα βάθη μέχρι περίπου την τιμή d/L = 0,10, η θεωρία των ελλειπτικών κυματισμών στο διάστημα (0,02, 0,10) τιμών του d/L και τέλος η θεωρία του «μεμονωμένου κύματος» στα μικρά βάθη μέχρι την τιμή d/L=0,02, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν επεκτείνονται πέρα από τα παραπάνω όρια κατά τη σχετική διαγραμματική απεικόνιση του Keulegan. Ακολουθεί η ανάπτυξη συνοπτικά των πιο αξιόλογων αυτών θεωριών της περίπτωσης για την όποια μιλήσαμε:

4.4 Κυματισμοί κατά Stokes.

Χαρακτηριστικό της θεωρίας του Stokes είναι ότι έκτος από τη βασική της διάκριση από εκείνη των ημιτονοειδών κυματισμών που αναφέραμε παραπάνω όσον αφορά το ύψος κύματος, οι κυματισμοί εδώ παρουσιάζονται με οξύτερη την κορυφή και πιο συμμαζεμένη έξαρση, ενώ το κοίλο μέρος της διατομής του κύματος είναι πιο ρηχό και απλωμένο. Ειδικά δε όσο μεγαλώνει η κυρτότητα του κύματος H/L η

κορυφή των κατά Stokes κυμάτων γίνεται τόσο και πιο οξύτερη και η κοιλία του κύματος τόσο και πιο ρηχή σε σύγκριση με τους κατά Airy κυματισμούς. Ο Stokes επίσης παρατήρησε ότι οι ταχύτητες των μορίων στην κορυφή είναι μεγαλύτερες από ότι στην κοιλία, αυτή δε η έλλειψη εξισορρόπησης τον οδήγησε στην έννοια της «περιορισμένης μεταφοράς μάζας κατά τη διεύθυνση διάδοσης, που χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα ομάδας κυμάτων. Η ταχύτητα διάδοσης του κυματισμού του Stokes για βαθιά νερά είναι:

$$C=\sqrt{\frac{gL}{2\pi}\left(1+\frac{\pi^2H^2}{L^2}\right)}$$

βλέποντας αμέσως από εδώ την επιρροή των παραμέτρων L, H/L για τις οποίες μιλήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο.

Υπάρχει κατά τον ερευνητή ένα κρίσιμο ύψος κύματος για ορισμένο βάθος θάλασσας και περίοδο κύματος, πέρα από το οποίο το κύμα θραύεται. Ο Stokes υπολόγισε ότι στη φάση της θραύσης του κύματος η ταχύτητα του μορίου του νερού στην κορυφή της έξαρσης του κύματος γίνεται ίση με την ταχύτητα του προηγούμενου τύπου της διάδοσης του κυματισμού και η οξύτητα τότε της κορυφής της έξαρσης του κύματος εμφανίζει μια κρίσιμη γωνία (γωνία εφαπτόμενων) ίση με 120°. Τη στιγμή της θραύσης ενός κατά Stokes κύματος η κυρτότητα αυτού περνά από μια επίσης κρίσιμη τιμή 0,142.

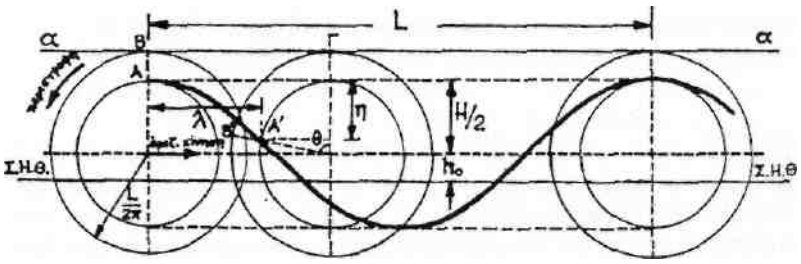
Γενικά θεωρείται ότι ο Stokes ανάπτυξε παραπέρα τη θεωρία των κυματισμών του Airy (1845) για κύματα κάπως μεγαλύτερου ύψους.

4.5 Κυματισμοί κατά Gerstner·

Είναι η θεωρία που εφαρμόζεται περισσότερο στην πράξη εξαιτίας της απλότητας της σε σχέση με τις άλλες και της ικανοποιητικής προσέγγισης που δίνει στα προβλήματα της καθημερινότητας, για την περιοχή της, του πρακτικά άπειρου βάθους όπου όπως τονίσαμε γίνεται αξιόπιστη. Αντίθετα με την αστρόβιλη λύση του Strokes, αναφέρεται σε στροβιλώδη κυματισμό, άλλα παρά τα όσα πλεονεκτήματα αναφέραμε, έχει ένα βασικό μειονέκτημα να εμφανίζει στροβιλότητα με κατεύθυνση αντίθετη εκείνης που θα έπρεπε να παράγει ό γενεσιουργός του κυματισμού άνεμος.

Κατά τον Gerstner η γραμμή που δίνει τη μορφή της επιφάνειας του κυματισμού στο επίπεδο κάθετης τομής του, διαγράφεται από ένα σημείο κύκλου που απέχει από το κέντρο του απόσταση H/2, όταν ό κύκλος κυλιέται πάνω σε μια οδηγό ευθεία κατά τη διεύθυνση και φορά διάδοσης του κυματισμού.

Είναι φανερό ότι σε μια ολόκληρη περιστροφή του παραπάνω κύκλου του οποίου η περιφέρεια έχει μήκος από υπόθεση όσο το μήκος κύματος L, ό χρόνος που ξοδεύεται θα είναι ίσος με την περίοδο του κύματος T (εικ. 2) και η ακτίνα της περιφέρειας του κύκλου θα έχει την τιμή L/2π.



Εικ. 2. Παραστατική σύνθεση εικόνας κυματισμού Gerstner

Σε απόσταση λ από την πρώτη κορυφή του κύματος η επιφάνεια του είναι χαμηλότερη από την κορυφή κατά διάστημα η. Αν η απόσταση αυτή λ αντιστοιχεί σε μια στροφή του κύκλου κατά γωνία θ, έτσι ώστε τα σημεία A, B να έρχονται στις νέες θέσεις A', B', το τόξο B'Γ της περιφέρειας του κύκλου θα είναι ίσο με το διάστημα BΓ της οδηγού ευθείας α—α, οπότε:

$$\lambda = (B\Gamma) - \frac{H}{2}\sin\theta = \frac{L}{2\pi}\theta - \frac{H}{2}\sin\theta = \frac{L}{2}\left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{H}{L}\sin\theta\right)$$

$$\text{καί } \eta = \frac{H}{2} - \frac{H}{2}\cos\theta = \frac{H}{2}(1 - \cos\theta)$$

Με βάση τα λ και η μπορούμε έχοντας υπόψη τις παραπάνω σχέσεις να δώσουμε τις συντεταγμένες οποιουδήποτε σημείου της καμπύλης της διατομής του κύματος Gerstner από οποιοδήποτε σύστημα αναφοράς.

Η ταχύτητα διάδοσης του κυματισμού που υπολογίζει ό Gerstner είναι:

$$C = 1{,}25\sqrt{L}\ (m/sec)$$

και είναι τυπολογικά η ίδια με εκείνη που βρήκαμε για τη θάλασσα άπειρου βάθους στη θεωρία του Airy. Τα μόρια της θάλασσας διαγράφουν, όπως και σ' αυτήν για την ειδική περίπτωση, κυκλικές τροχιές και η ακτίνα τους αναφορικά με τη στάθμη τους σε κατάσταση ηρεμίας δίνεται από τον τύπο:

$$r = H/2 \times e^{2\pi y/L} \text{ (κατά την Έννοια του βαθους } y<0)$$

Εξαιτίας της δυναμικής ενέργειας που εγκλείει ό κυματισμός τα κέντρα των παραπάνω τροχιών υπερυψώνονται σε σχέση με τη στάθμη ηρεμίας της θάλασσας και για τα επιφανειακά μόρια η υπερύψωση αυτή έχει υπολογισθεί σε:

$$h_o = \pi H^2 / 4L$$

Έτσι σε κατάσταση ανάπτυξης του κυματισμού κατά Gerstner οι εξάρσεις των κυμάτων έχουν ένα ύψος

$$H/2 + h_o = H/2\,(1 + \pi/2\ \chi\ H/L)$$

Η δυναμική και κινητική ενέργεια υπολογίζονται και εδώ ίσες μεταξύ τους άλλα με τιμές μικρότερες εκείνων της θεωρίας του Airy, είναι δε:

$$E_\delta = E_\kappa = \frac{1}{16}\, g\rho_w\, H^2 L \xi$$

$$\text{δπου } \xi = 1 - \frac{\pi^2 H^2}{2L^2} < 1$$

4.6 Ελλειπτικοί κυματισμοί (Cnoidal)

Η σχετική θεωρία, μαθηματικά πολύπλοκη, υλοποιείται σε σχέσεις όπου εισέρχονται ελλειπτικές συναρτήσεις, οι δε τύποι είναι λογιστικά βατοί με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αρκούμαστε να σημειώσουμε ότι μόλις το 1959 πειράματα των Housley και Taylor επιβεβαίωσαν για τιμές του σχετικού βάθους d/L μεταξύ 0,01 και 0,10 την αξιοπιστία του τύπου που δίνει τη ταχύτητα C ενός κυματισμού Cnoidal:

$$C = \sqrt{gd\left(1 + \frac{a}{d}\right)\left(1 - \frac{b}{d}\right)\left(1 - \frac{\lambda}{d}\right)}$$

όπου

d= το βάθος της θάλασσας

α= η απόσταση της κορυφής του κύματος από τη στάθμη ηρεμίας της θάλασσας

b= η απόσταση του κατώτερου σημείου της κοιλίας από την παραπάνω στάθμη.

λ= παράμετρος με διάσταση μήκους χωρίς γεωμετρική σημασία, που προσδιορίζεται από εξισώσεις στις όποιες εισέρχονται ελλειπτικά ολοκληρώματα, πλήρη, πρώτου και δεύτερου είδους.

Η περιοχή εφαρμογής της θεωρίας των κυματισμών Cnoidal προσδιορίστηκε ήδη και βρίσκεται μεταξύ των θεωριών Stokes η Gerstner και «μεμονωμένου κύματος».

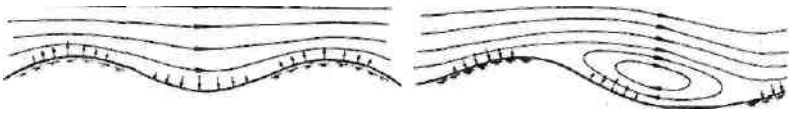
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΓΕΝΕΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

5.1. Γένεση κυματισμών από τον άνεμο

Στο κεφάλαιο των «βασικών εννοιών» δώσαμε μια πολύ συνοπτική εικόνα του θέματος που θα μας απασχολήσει. Στο κεφάλαιο για τις θεωρίες των κυματισμών, δώσαμε μια ιδέα των δυο μορφών ενέργειας που εγκλείει ένα κύμα θάλασσας και του τρόπου που υπολογίζεται. Η ενέργεια αυτή δεν δημιουργείται μόνη της, αλλά μεταφέρεται από κάποιο αίτιο, που στην περίπτωση δημιουργίας κυματισμών θάλασσας από τον άνεμο, είναι η κίνηση των αερίων μαζών πάνω από αυτήν.

Η γένεση λοιπόν των θαλασσίων κυμάτων σχετίζεται με τη μεταφορά ενέργειας από τον άνεμο στο νερό. Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί αρκετές θεωρίες από ερευνητές που προσπάθησαν να δώσουν κάποια εξήγηση και να αναλύσουν τον μηχανισμό της παραγωγής κυμάτων από τον άνεμο, όμως τα ερωτήματα εξακολουθούν και σήμερα να υπάρχουν.

OI Helmholtz & Kelvin δέχτηκαν ότι υπάρχουν τα κύματα και ασχολήθηκαν με τη μελέτη της μεταβολής των μεγεθών τους κάτω από τη δράση του άνεμου στο θαλάσσιο χώρο, άλλα ο μεν πρώτος στη σχετική εργασία του παραλείπει το ιξώδες και τις επιφανειακές τάσεις, ο δε δεύτερος κινείται μέσα σε πιο βελτιωμένο πλαίσιο εξακολουθώντας όμως να παραλείπει το ιξώδες. Έτσι ορισμένα συμπεράσματα τους δεν συμφωνούν με την πραγματικότητα, όπως η κατά Helmholtz πτύχωση της θάλασσας με την ελάχιστη πνοή άνεμου. Η εικ. 6 εικονίζει το πρότυπο της θεωρίας των παραπάνω.



Εικ. 6 Πρότυπο Helmholtz Εικ.7 Πρότυπο Jeffrey

Ό Jeffrey με πρότυπο που δίνουμε στην εικ. 7, κάνει την υπόθεση ότι η ενέργεια μεταδίδεται από τον άνεμο στην επιφάνεια της θάλασσας, που έχει άγνωστο πώς πτυχωθεί, με μόνη την επενέργεια του ιξώδους και μελετά πότε αυξάνουν και πότε μειώνονται τα κύματα, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι όταν το ποσοστό ενέργειας που μεταδίδεται σ' αυτά ξεπερνά εκείνο της ενέργειας που εκλύεται

εξαιτίας του ιξώδους, τα κύματα αυξάνουν σε μέγεθος ενώ στην αντίθετη περίπτωση μειώνονται.

Ο Eckart το 1953 προσπάθησε να προσεγγίσει την τυρβώδη και μεταβλητή στο χρόνο ροή του άνεμου ξεπερνώντας την απλούστευση των προηγούμενων προτύπων και κάνοντας την υπόθεση ότι οι διακυμάνσεις της πίεσης του αέρα είναι πολύ μικρές, ώστε με την παραδοχή ιδεατού ρευστού, τα κύματα που παράγονται στη θάλασσα να είναι πολύ μικρά. Σαν συνέπεια τούτου, αν και η εργασία του θεωρείται αξιόλογη ποιοτικά, παρουσιάζει το μειονέκτημα στην πρόβλεψη ορισμένου ύψους κύματος.

Ο Philips ξεκινώντας από τις υποθέσεις του Eckart το 1957, αναπαράστησε τον άνεμο με σχεδόν άπειρες ημιτονοειδείς κυμάνσεις πίεσης, μεταβλητού πλάτους, που με τη σύνθετη μορφή τους παράγουν κύματα θάλασσας σε δυο στάδια. Το πρώτο στάδιο διαρκεί μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της παραπάνω σύνθετης κύμανσης, άλλα το μεγαλύτερο μέρος των κυμάτων στη θάλασσα αντιστοιχεί στο δεύτερο στάδιο, οπότε τελικά οι μη γραμμικοί παράγοντες γίνονται σημαντικοί. Τόσο όμως η θεωρία του Philips όσο και η θεωρία του Miles, που δέχεται κατανομή πίεσης από τον άνεμο πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας σχετική με τη μορφή των κυμάτων της, το νερό σαν ιδεατό ρευστό κλπ, οπότε εφαρμόζει τις μεθόδους της θεωρίας των δυναμικών ταχυτήτων, δεν είναι γενικής εφαρμογής (π.χ. περίπτωση κυμάτων μικρού μήκους), γίνεται δε μια σοβαρή πάλι παράλειψη του ιξώδους που συντελεί στην αύξηση της μεταφοράς ενέργειας από τον αέρα στη μάζα της θάλασσας (Brooks — Benjamin).

Παράλληλα μια σειρά από παραλείψεις και ανακρίβειες στην ανάπτυξη των παραπάνω θεωριών σε σχέση με την πραγματικότητα, όπως η παράλειψη των μη γραμμικών συντελεστών στα οξυκόρυφα κύματα και γενικά στο φαινόμενο της θραύσης των κυμάτων, η λογαριθμική κατανομή της ταχύτητας του άνεμου πάνω από τη θάλασσα κλπ., κάνουν φανερές τις ατέλειες τους έτσι ώστε η πρακτική σημασία των θεωριών αυτών να είναι πολύ περιορισμένη και σε ορισμένες περιπτώσεις αμφίβολη η αξία τους.

Επαναλαμβάνουμε και εδώ ότι η αξία μακροχρόνιων παρατηρήσεων, καταγραφών και στατιστικών υπολογισμών των στοιχείων των κυμάτων είναι τεράστια και τα αποτελέσματα αυτά αναντικατάστατα από εμπειρικούς η ημιεμπειρικούς τύπους που αναγκαζόμαστε στην ανάγκη να χρησιμοποιήσουμε όταν δεν υπάρχουν στοιχεία επί τόπου μετρήσεων.

5.2. Ανάπτυγμα κύματος (fetch)

Στην ανοιχτή θάλασσα εκεί δηλ. που μέσα στις εκτάσεις που αναφέραμε προηγούμενα δεν υπάρχει γεωγραφικός περιορισμός από την παρουσία νησιών η οποιασδήποτε μορφής σχηματισμό ξηράς, ονομάζουμε ανάπτυγμα κύματος, την κατά τη διεύθυνση του άνεμου που εκδηλώνεται χαρακτηριστική διάσταση της επιφάνειας ή την απόσταση δράσης μέσα σ' αυτήν του άνεμου πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας για τη δημιουργία και ανάπτυξη κυμάτων.

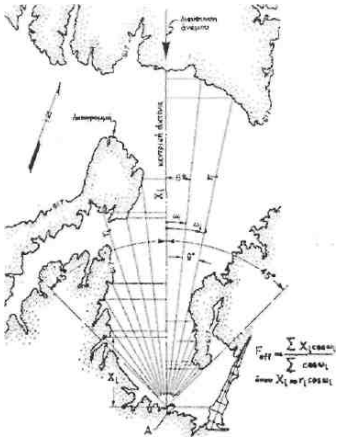
Όπου υπάρχει ειδικής μορφής στερεός σχηματισμός που περιορίζει την ελεύθερη δράση του άνεμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, επικαλούμαστε ένα βοηθητικό όρο του τομέα πελάγους που αντιστοιχεί σε ορισμένο επάκτιο ή μη σημείο και είναι τομέας με κορυφή το σημείο τούτο και πλευρές τις εφαπτόμενες από το υπόψη σημείο πάνω στις πιο προωθημένες πλευρικά ακτογραμμές (Εικ. 8) κατά τρόπο που να περιορίζεται ελεύθερη για την ανάπτυξη κυματισμών επιφάνεια θάλασσας από οποιοδήποτε εμπόδιο, που προβάλλει από τη μια και την άλλη μεριά του συγκεκριμένου σημείου. Τώρα μπορούμε να ονομάζουμε συμβατικό ανάπτυγμα κύματος για ορισμένο σημείο αναφοράς, τη μεγαλύτερη απόσταση που υπολογίζεται χαρτογραφικά μέσα στο τομέα πελάγους του σημείου τούτου από την απέναντι ακτογραμμή και μέσα στη μεγαλύτερη στατιστικά έκταση εκδήλωσης των θυελλών για την περιοχή αναφοράς μας.

Τελευταία, σε μερικές ειδικά περιπτώσεις που στην περιοχή εκδήλωσης του

Εικ. 8. Τομέας πελάγους θέσης Α

άνεμου και στη θέση κατασκευής λιμενικών έργων οι ακτογραμμές είναι πολύ ανώμαλες, μπροστά από το σημείο αναφοράς προβάλλουν νησιά και γενικά γεωγραφικοί σχηματισμοί κατά τρόπο που να περιορίζουν την ελεύθερη στερεών

εμφανίσεων θάλασσα, σε πλάτος μικρότερο του μήκους του αναπτύγματος κύματος, γίνεται χρήση του λεγόμενου αποτελεσματικού η ενεργού αναπτύγματος κύματος (effective fetch), που είναι τόσο μικρότερο όσο πιο μικρός είναι ό λόγος πλάτος/ μήκος αναπτύγματος κύματος, το όποιο μελετούμε τώρα σαν επιφάνεια. Ό υπολογισμός του effective fetch γίνεται όπως δείχνει η εικόνα 8 για σημείο αναφοράς Α. Τα μεγέθη X_i είναι οι πάνω στη διεύθυνση άνεμου ορθές προβολές των ελευθέρων εμποδίων



Εικόνα 9

ακτινών r_i που με πόλο Α χαράσσονται στο χάρτη για σταθερό βήμα γωνίας θ°, έτσι ώστε δεξιά και αριστερά μιας κεντρικής ακτίνας που ταυτίζεται με τη διεύθυνση άνεμου, οι γωνίες ω_i να είναι μικρότερες των 45°. Η τιμή του βήματος θ° εξαρτάται από την ακρίβεια που επιδιώκουμε. Προτείνεται η επανάληψη της μεθόδου για διάφορες διευθύνσεις άνεμου, ώστε τελικά να προκύψει στο Α το μέγιστο ύψος κύματος.

5.3 Πρακτικά συμπεράσματα πάνω στη γένεση και διαμόρφωση των κυμάτων από τον άνεμο

Από τα όσα εκθέσαμε μέχρι τώρα στο κεφάλαιο τούτο και με τη βοήθεια των όσων συνοπτικά αναφέραμε στο κεφάλαιο 2, μπορούμε πριν προχωρήσουμε στα κεφάλαια ολοκλήρωσης των υπολογισμών των τυπικών χαρακτηριστικών των κυμάτων και των μεταβολών τους κατά την πορεία τους προς την ακτή, να ξεκαθαρίσουμε συμπερασματικά βασικές έννοιες και πρακτικές παραδοχές που θα μας είναι χρήσιμες παρακάτω:

α) Ό άνεμος (wind), αποτέλεσμα ατμοσφαιρικών διαταραχών, ξεσπάει με τη μορφή μιας θύελλας που η έκταση της περιορίζεται από την κατάσταση των μετεωρολογικών συνθηκών της αντίστοιχης χρονικής στιγμής, όπως φαίνεται από

ειδικούς χάρτες πρόγνωσης καιρού της περιοχής και επισημαίνεται γραφικά πάνω σ' αυτούς.

β) Ό μηχανισμός παραγωγής κυμάτων απόο τον άνεμο δεν έχει ακόμα προσδιορισθεί με ακρίβεια, άλλα είναι φανερό ότι τα κύματα δημιουργούνται από μεταφορά ενέργειας των αερίων μαζών που κινούνται πάνω από τη θάλασσα, σ' αυτήν.

γ) Αρχικά παρατηρείται μέσα στην έκταση εκδήλωσης της θύελλας μια σταδιακή άλλα γρήγορη αύξηση της πτύχωσης της θάλασσας, που αποδίδει κύματα με ορισμένες τελικά τιμές των τυπικών τους χαρακτηριστικών για μια συγκεκριμένη ταχύτητα και διάρκεια πνοής του άνεμου. Όταν μετά τη διαμόρφωση αυτών των τιμών ό άνεμος συνεχίζει να πνέει οπως και πριν, οι μεταβολές στα τυπικά χαρακτηριστικά της μορφής των κυμάτων είναι πάρα πολύ μικρές ενώ το ύψος τους πρακτικά εμφανίζεται σταθερό. Τα παραπάνω ισχύουν στην περίπτωση που η διάρκεια του άνεμου ξεπερνά η τουλάχιστον είναι αρκετή για τη διαμόρφωση της τελικής μορφής των κυμάτων και παρατηρούνται εκεί οπου δεν υπάρχουν γεωγραφικοί περιορισμοί στην ταλάντωση της θάλασσας με την παρουσία οποιασδήποτε μορφής στερεού σχηματισμού η εμποδίου μέσα στην περιοχή εκδήλωσης της θύελλα.

(δ) Η εικόνα της προηγούμενης παραγράφου (γ) ισχύει για την περιοχή που ξεσπά η θύελλα και τα κύματα αποκτούν εκεί μέσα τα τυπικά τους χαρακτηριστικά. Όταν τώρα τα κύματα με τη μορφή του κυματισμού ταξιδεύουν στην επιφάνεια της θάλασσας σαν διαταραχές της από τη δράση του άνεμου και το βάθος της θάλασσας είναι τέτοιο που να μη μας απασχολεί η επιρροή του πυθμένα της, τότε παρατηρούμε μια ελάττωση του ύψους κύματος και ταυτόχρονα μια αύξηση του μήκους, της περιόδου και της ταχύτητας του

ε) Όταν τα κύματα περάσουν στην περιοχή που το βάθος της θάλασσας κάνει αισθητή την επιρροή του πυθμένα της πάνω στη μορφή της επιφάνειας της η μ' άλλα λόγια στη μορφή των κυμάτων της, το ύψος τους αρχίζει να αυξάνει ενώ το μήκος τους τώρα προοδευτικά μειώνεται. Σταδιακά τα κύματα γίνονται πιο οξυκόρυφα, μέχρι που για ορισμένη κατάσταση πυθμένα και σε ορισμένο βάθος, που σχετίζεται με το ύψος των κυμάτων στην περιοχή του, αυτά θραύονται.

Στ) Τα κύματα πριν τη θραύση τους γίνονται ολοένα και λιγότερο συμμετρικά, η κορυφή τους γέρνει μπροστά, παρουσιάζουν κάποια αστάθεια, στοιχεία πιο έντονα στις ακτές μεγάλης κλίσης και στη συνέχεια θραύονται με ταυτόχρονη πτώση της στάθμης τους εξαιτίας της έκλυσης ενέργειας και εκτόξευση σταγονιδίων από την

κορυφή τους που αφρίζει η περισσότερη μάζα νερού ανάλογα με τις συνθήκες θραύσης (έντονος στροβιλισμός, απόκρημνη κλπ).

ζ) Τα κύματα γενικά επειδή κλείνουν μέσα τους δυναμική ενέργεια εμφανίζουν σ' όλο τους το ταξίδι το μέσο επίπεδο τους, από το όποιο ισαπέχουν οι κορυφές και τα βαθιά σημεία της κοιλίας τους, υπερυψωμένο σε σχέση με τη στάθμη ηρεμίας της θάλασσας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ, ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΧΑΡΑΚ/ΚΩΝ ΣΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

6.1 Όργανα μέτρησης του ύψους Η και της περιόδου Τ των κυμάτων

Με τα ίδια όργανα που μετρούμε είτε οπτικά είτε καταγραφικά σε μια ταινία το ύψος Η των κυμάτων, μπορούμε να μετρήσουμε και την περίοδο τους παίρνοντας τον αριθμό των κορυφών των κυμάτων, μέσα σ' ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, που περνούν από τη θέση του οργάνου η καταγράφονται αυτόματα από αυτό με κατάλληλη διάταξη. Είναι πολλά τα είδη, οι παραλλαγές και οι κάθε τόσο βελτιώσεις των οργάνων που χρησιμοποιούνται στα διάφορα μέρη της Γης, ώστε περιττεύει να επιμείνουμε σε λεπτομέρειες ορισμένων από αυτά. Δίνοντας μόνο μια ιδέα αναφέρουμε τα παρακάτω:

6.1.1 Σταδία Froude

Η επινόηση βρίσκεται στη διάταξη: «Σταδίας — βάρους ευστάθειας- κατάλληλης σύνδεσης με οριζόντιο δίσκο- κατάλληλης σύνδεσης με έρμα» κατά την έννοια του βάθους, ώστε η σταδία να παραμένει κατακόρυφη και ανεπηρέαστη πρακτικά από τις κινήσεις της θάλασσας. Η μέτρηση του ύψους και της περιόδου των κυμάτων γίνεται οπτικά η φωτογραφικά πάνω στην κλίμακα διαβάθμισης της σταδίας (Σχ. 14).

6.1.2 Κυματογράφος με παλινδρομικό πλωτήρα

Βασικά είναι ένας σωλήνας μέσα στον όποιο κινείται κατακόρυφα και παλινδρομικά πλωτήρας παρακολουθώντας τις μεταβολές της επιφάνειας της θάλασσας, με ειδική φροντίδα για την αποφυγή των τριβών και της αστάθειας του πλωτήρα. Η κίνηση του με κατάλληλη διάταξη καταγράφεται αυτόματα, πράγμα που σημαίνει αντίστοιχη καταγραφή του ύψους και της περιόδου των κυμάτων που προσβάλλουν το όργανο.

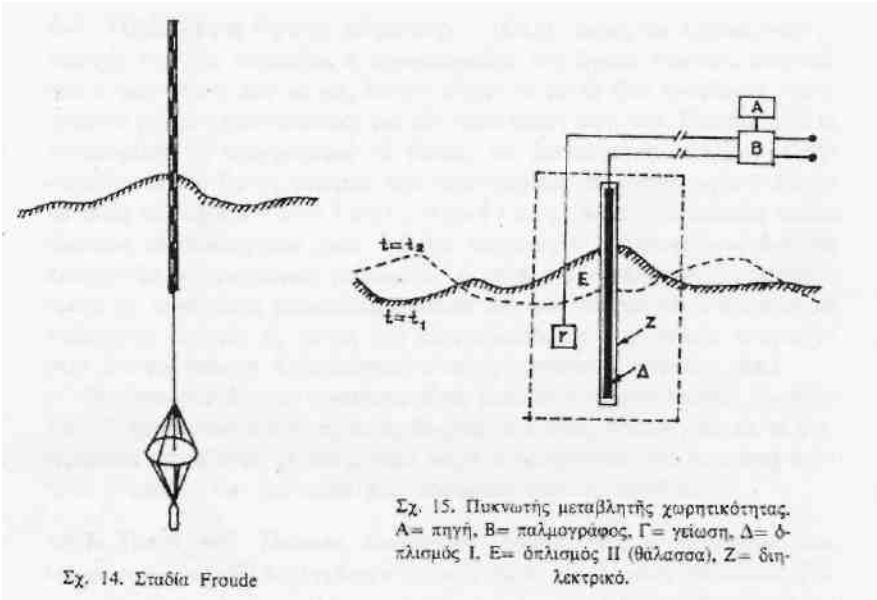
6.1.3 Κυματογράφος υπερήχων

Σε μικρά βάθη στερεώνεται στο πυθμένα της θάλασσας ηχοβολιστικό όργανο, που στέλνει στην επιφάνεια της υπερήχους πολύ μικρής διάχυσης και γνωστής

ταχύτητας, οπότε με τη μέτρηση του χρόνου διαδρομής υπολογίζεται το βάθος της θάλασσας, κάθε στιγμή εκπομπής, και άρα το ύψος των κυμάτων που περνούν από τη συγκεκριμένη θέση. Το όργανο διαθέτει καταγραφικό σύστημα και τα αποτελέσματα δίνονται αυτόματα.

6.1.4. Ηλεκτροκυματογράφος

Βασίζεται στις μεταβολές της χωρητικότητας ενός πρότυπου πυκνωτή, όπου η «σταδία» με μορφή ηλεκτρικού στοιχείου παίζει ρόλο οπλισμού του όπως και η θάλασσα, τη θέση δε του διηλεκτρικού παίρνει εδώ ένα μονωτικό περίβλημα της «σταδίας». Η χωρητικότητα του παραπάνω πυκνωτή σε μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στη θέση του οργάνου, είναι ανάλογη με το βύθισμα της «σταδίας-οπλισμού». Το όργανο συνδέεται με καταγραφικό σύστημα. (Εικόνα 10).



Εικόνα 10

6.1.5 Κυματογράφος Valembois

Ανήκει στην κατηγορία των οργάνων που μετρούν την πίεση της θάλασσας σε ορισμένο σημείο του βάθους της, όπου τοποθετούνται για βάθη όχι μεγαλύτερα από 50m. Στην περίπτωση του κυματογράφου του Valembois, το ύψος των κυμάτων υπολογίζεται από τη μέτρηση της πίεσης με βάση τα συμπεράσματα του Stokes και τους τύπους που έδωσε και έχει το πλεονέκτημα να αποφεύγει καταγραφικά τις

ανομοιομορφίες από τα πολύ μικρά κύματα που δημιουργούνται από τη συνεχιζόμενη πνοή του άνεμου πάνω στον κύριο κυματισμό.

6.2 Τρόποι μέτρησης του μήκους L των κυμάτων

Σαν όργανα χρησιμοποιούνται είτε συνδυασμός των προηγουμένων για τη μέτρηση του ύψους H των κυμάτων είτε διάφοροι τρόποι φωτογράφησης. Έτσι μπορούμε αντιπροσωπευτικά να αναφέρουμε:

6.2.1 Στερεοφωτογράφιση και φωτογραμ. Επεξεργασία

Γίνεται αντιληπτό ότι πρόκειται για τη χρησιμοποίηση ειδικών οργάνων στερεοφωτογράφισης της επιφάνειας της θάλασσας, με τη φωτογραμμετρική δε επεξεργασία των λήψεων είναι κατορθωτός ό προσδιορισμός τόσο του μήκους L των κυμάτων, όσο, άλλα με λιγότερη ακρίβεια, και του ύψους H των κυμάτων.

6.2.2. Συνδυασμός κυματογράφων

Επειδή δεν είναι γνωστή η ταχύτητα C, ώστε μετρώντας το χρόνο T μεταξύ δυο διαδοχικών περασμάτων κορυφών κυμάτων να καθορίσουμε το μήκος τους, οπότε στις επιτόπιες μετρήσεις αυτή η ταχύτητα είναι ποτέ σταθερή, μιλούμε για προσέγγιση υπολογισμού του μήκους L, που γίνεται με την εγκατάσταση τριών κυματογράφων που λειτουργούν συγχρονισμένα. Η μέθοδος είναι αρκετά πολύπλοκη.

6.2.3 Χρήση ραντάρ

Γίνεται χρησιμοποίηση ραντάρ πολύ ευαίσθητου, τοποθετημένου αρκετά ψηλά για τη σάρωση όσο γίνεται μεγαλύτερης περιοχής. Οι ενδείξεις της οθόνης του ραντάρ φωτογραφούνται και μετά ακολουθεί ειδική επεξεργασία.

6.3 Επεξεργασία καταγραφών κυμάτων

Σήμερα οι επιτόπιες παρατηρήσεις και καταγραφές των χαρακτηριστικών των κυμάτων χρησιμοποιούνται μετά από ειδική ανάλυση και επεξεργασία, με βάση μεθόδους της μαθηματικής Στατιστικής και συμπεράσματα της θεωρίας των πιθανοτήτων και των τυχαίων συναρτήσεων, με σκοπό τον υπολογισμό των «αντιπροσωπευτικών χαρακτηριστικών» του κυματισμού που δημιουργείται κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Είπαμε ότι ποτέ σχεδόν στην πράξη οι κυματισμοί δεν παρουσιάζουν την απλουστευμένη εικόνα που δίνουν τα μοντέλα των διαφόρων θεωριών. Εμφανίζονται κυματοσυρμοί όπου ξεχωρίζουμε ψηλές και χαμηλές κορυφές. Αντίστοιχη είναι και η εικόνα των καταγραφών των κυμάτων σε ένα ορισμένο σημείο. Απλοποιώντας και εδώ τα πράγματα δεχόμαστε μικρές μεταβολές της συχνότητας ενός κυματισμού, που παράγεται από άνεμο ορισμένων χαρακτηριστικών και εφαρμογή του νόμου του Gauss στην κατανομή της μεταβολής της στάθμης, όπως και του νόμου του Rayleigh στην κατανομή των «μέγιστων» και «ελάχιστων» της στάθμης της θάλασσας (εξάρσεις, κοιλίες) και ανάλογα των υψών του κύματος. Η προσέγγιση για τους μηχανικούς είναι αρκετή.

Σύμφωνα με τα παραπάνω βρέθηκε ότι για μια κατανομή κατά Rayleigh το μέσο ύψος κύματος $H = \sigma\sqrt{2\pi}$ όπου σ= η απόκλιση που το συνδέει με το ενεργειακό φάσμα ταλάντωσης της στάθμης της θάλασσας. Επίσης το κατά Sverdrup και Munk χαρακτηριστικό ύψος κύματος $H_{1/3}$ υπολογίζεται εδώ με τιμή $H_{1/3}$= 1,598H. Μετρήσεις, που έγιναν μεταξύ 1948-50 σε διαφορετικές θέσεις, απόδωσαν τιμές του λόγου $H_{1/3}$/Ηστο διάστημα 1,54 / 1,59.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΘΑΛΑΣΣΑ- ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

7.1. Τυπικά φυσικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες τού νερού της θάλασσας

7.1.1. Θερμοκρασία (t)

Μια σημαντική φυσική παράμετρος της συμπεριφοράς γενικά του νερού τής θάλασσας είναι ή θερμοκρασία του. Ας μη ξεχνάμε ότι τη συναντήσαμε προηγούμενα σαν ένα από τα αίτια δημιουργίας των ρευμάτων. Ειδικά ή χημική δράση του νερού τής θάλασσας είναι μεγαλύτερη σε θερμότερο περιβάλλον.

Η θερμοκρασία τής θάλασσας δεν είναι ή ίδια κατά την έννοια τής επιφάνειας και του βάθους της και αλλάζει συνέχεια από εποχή σε εποχή, ανάλογα με τη σχετική θέση της Γης ως προς τον Ήλιο. Κατά κανόνα όσο προχωρούμε προς τους πόλους ή θερμοκρασία πέφτει, άλλα σε μια μικρή διαδρομή προς τους πόλους, μέσα στην ίδια θάλασσα, ό κανόνας αυτός διασαλεύεται από την τυχόν ύπαρξη ρευμάτων. Επίσης για την ίδια κατακόρυφη, τα στρώματα νερού κοντά στο βυθό έχουν μικρότερη θερμοκρασία από τα αντίστοιχα τής επιφάνειας, η δε μεταβολή της θερμοκρασίας στα πρώτα γίνεται τόσο μικρότερη όσο μεγαλώνει το βάθος τής θάλασσας και φθάνει πρακτικά το μηδέν σε βάθη πάνω από 300 μέτρα.

Το κατώτερο όριο θερμοκρασίας τής θάλασσας είναι το σημείο πήξης της, πού κατά μέσον όρο βρίσκεται περίπου στους -2°C. Το ανώτερο όριο πού καθορίζεται σαν σημείο ισορροπίας μεταξύ τής ηλιακής θερμότητας, της ακτινοβολίας της από τη θάλασσα και τής εξάτμισης, φαίνεται να βρίσκεται κοντά στους 30°C για την ανοιχτή θάλασσα, ενώ σε κλειστές θάλασσες παρατηρήθηκαν και μεγαλύτερες θερμοκρασίες.

Στα πολύ μεγάλα βάθη των θαλασσών, πού δεν είναι περίκλειστες, όπως π.χ. στους ωκεανούς, τα στρώματα κοντά στο βυθό τους κοντεύουν τη θερμοκρασία πήξης, πράγμα πού δεν συμβαίνει στις απομονωμένες θάλασσες, όπως π.χ. τη Μεσόγειο, πού πέρα από το βάθος των 320 μέτρων είναι αποκομμένη από τον Ατλαντικό. Στη Μεσόγειο οι θερμοκρασίες των στρωμάτων στα βαθιά είναι περίπου ομοιόμορφες για τις περιοχές πέρα από τις υφαλοκρηπίδες και βρίσκονται γύρω στους 13°C.

Μια αξιόλογη παρατήρηση είναι ότι συχνά στα μεγάλα βάθη της θάλασσας ή σε απομονωμένες περιοχές της διαπιστώνεται άτι ή θερμοκρασία αρχίζει να αυξάνει με το βάθος τής θάλασσας από κάποια στάθμη και κάτω. Αυτό, πού παλιότεροι το εξηγούσαν με έκλυση θερμότητας από το κέντρο τής Γης σήμερα διαπιστώθηκε πώς οφείλεται στην «αδιαβατική» θερμότητα, δηλ. σ' ένα ελαφρό ανέβασμα τής θερμοκρασίας του νερού κάτω από μεγάλη πίεση, όπως εδώ με την τεράστια υδροστατική πίεση πού δέχονται τα στρώματα βυθού στα πολύ μεγάλα βάθη.

7.1.2 Πυκνότητα ($\rho_{s,t,p}$)

Πυκνότητα είναι ή μάζα του νερού της θάλασσας πού αντιστοιχεί σε ορισμένη «αλατότητα», «θερμοκρασία» και «πίεση» αυτού και περιέχεται Στη μονάδα του όγκου του. Συμβολίζεται όπως παραπάνω με τους τρεις δείκτες s, t, p αντίστοιχους των τριών χαρακτηριστικών μεγεθών πού αναφέραμε. Λέγοντας αλατότητα τη συγκέντρωση σ' ένα χιλιόγραμμο νερού τής θάλασσας των διαλυμένων σ' αυτό ορυκτών αλάτων και συμβολίζοντας την με S, όπως και με Cl τη συγκέντρωση χλωριοϊόντων, για συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας t=0°C, έχουμε κατά τον Knudsen:

$$\sigma_0 = -0{,}069 + 1{,}4708\ Cl - 0{,}00157 Cl^2 + 0{,}0000398\ Cl^3$$

$$\rho_{s,\ t=0°C,\ p=1.033\ at} = \sigma_0/1000 + 1 \text{ και } S = 0{,}03 + 1{,}805\ Cl$$

Η σπουδαιότητα της πυκνότητας του νερού τής θάλασσας σαν παραμέτρου στους διάφορους υπολογισμούς μας είναι φανερή. Υπενθυμίζουμε ακόμα παραπάνω αναφέραμε τον καθοριστικό ρόλο της στο βύθισμα των πλοίων.

Ή πυκνότητα των θαλασσών γίνεται με τις κλασσικές μεθόδους (αραιόμετρα κλπ) σε δείγματα πού παίρνονται με ειδικές συσκευές (π.χ. ανατρεπόμενης φιάλης κλπ) τής Ωκεανογραφίας. Παρόλα αυτά συνηθίζεται να υπολογίζεται με τους τύπους σε συνδυασμό με την αλατότητα τού νερού, αν και τελευταία (1965) παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία γενικά στη σχέση πυκνότητας και ηλεκτρικής αγωγιμότητας από ότι στη σχέση μεταξύ πυκνότητας και συγκέντρωσης χλωριοϊόντων.

7.1.3. Χρώμια

Βασικός παράγοντας στο χρώμα τής θάλασσας είναι το αντίστοιχο του ουρανού κάθε περιοχής της, οι μεταβολές του οποίου ανάλογα με τον καιρό έχουν

άμεση επιρροή στο χρώμα τής θάλασσας. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν παραλλαγές κάτω από το ίδιο χρώμα ουρανού. Γενικά η θάλασσα απορροφά περισσότερο τις ερυθρές ακτίνες, γι' αυτό επικρατεί σ' αυτήν το βαθύ γαλάζιο χρώμα.

Το χρώμα της θάλασσας τοπικά επηρεάζεται από το πάχος του στρώματος του νερού και την κατάσταση του βυθού στα ρηχά.

Αξιόλογος όμως παράγοντας στη διαμόρφωση του χρώματος τής θάλασσας είναι τα συστατικά της και ειδικά τα όσα από αυτά βρίσκονται σε κατάσταση αιώρησης.

Γενικά θα λέγαμε ότι το γαλάζιο χρώμα σημαίνει ότι ή θάλασσα περιέχει σχετικά λίγα υλικά σε αιώρηση, η πράσινη απόχρωση ότι περιέχει σε αιώρηση οργανικά συστατικά και η κίτρινη ή κόκκινη απόχρωση ότι περιέχει ανόργανα στοιχεία σε αιώρηση. Π.χ. το ρεύμα του Labrador παρουσιάζεται με μια λαδοπράσινη απόχρωση εξαιτίας τού φορτίου του σε γη διατομών.

7.2 Τυπικά χημικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του νερού τής θάλασσας

7.2.1. Σύνθεση

Το νερό τής θάλασσας είναι φανερό ότι, αφού κλείνει μέσα του τη ζωή φυτών και ζώων και έρχεται σε επαφή με το στερεό στοιχείο τής επιφάνειας τής Γης, πρέπει να περιέχει μια ποικιλία διαλυμένων αλάτων, πού κατά τον Dittmar για 1 λίτρο νερού με 35 gr αλάτων, ή σύνθεση είναι:

Άλατα :	NaCl	$MgCl_2$	$MgSO_4$	$CaSO_4$	K_2SO_4	$CaCO_3$	$MgBr_2$	λοιπά
gr:	27,21	3,81	1,66	1,26	0,86	0,12	0,07	»
περιεκ %:	77,70	10,88	4,70	3,60	2,46	0,34	0,22	»

Ή παραπάνω ανάλυση στηρίζεται στο γεγονός ότι ανεξάρτητα από την απόλυτη συγκέντρωση τού συνόλου των διαλυμένων στο νερό τής θάλασσας αλάτων, η αναλογία των βασικών συστατικών του παραμένει περίπου σταθερή (Forchhammer, 1856).

Ή % αναλογία των ιόντων πού βρίσκουμε στη βιβλιογραφία είναι (R. H. Fleming):

Χλωρίδιο (CL)	5.04%	Νάτριο (Na)	30.62%

Θειικό (SO_4)	7.68%	Μαγνήσιο (Mg)	3.69%
Διοξανθρακικό (HCO_3)	0.41%	Ασβέστιο (Ca)	1.15%
Βρωμίδιο (Br)	0.19%	Κάλιο (K)	1.10%
Βορικό οξύ (H_3BO_3)	0.08%	Στρόντιο (Sr)	0.04%

7.2.2 Αλατότητα (S)

Στους τύπους συμβολίσαμε με Cl τη συγκέντρωση των χλωριοϊόντων σε ένα λίτρο νερού και είδαμε τη σχέση πού συνδέει αυτήν με την αλατότητα (salinity). Αναφέραμε ότι η αλατότητα χαρακτηρίζει την περιεκτικότητα σε άλατα 1 λίτρου νερού τής θάλασσας και εκφράζεται είτε σε gr είτε σε ποσοστό ‰. Ενώ συμπληρώνουμε ότι οι τύποι πού είναι εμπειρικοί, χρησιμοποιούνται, γιατί είναι δύσκολη ή απ' ευθείας μέτρηση τής αλατότητας, ενώ αντίθετα απλή και εύκολη η μέτρηση της συγκέντρωσης των χλωριοϊόντων, τής λεγόμενης χλωρίωσης, δηλ. του βάρους των ανιόντων Cl^- πού καταβυθίζεται από τόση ποσότητα νιτρικού αργύρου όση αντιστοιχεί στο σύνολο των αλογόνων πού περιέχονται σε 1 λίτρο δείγματος προς ανάλυση νερού τής θάλασσας.

Ή σχέση πού περιέχεται στους τύπους για τον υπολογισμό τής αλατότητας τροποποιήθηκε το 1963 από την UNESCO, η οποία πρότεινε τον τύπο:

$$S = 1{,}80655\ Cl$$

Υπάρχουν ωκεανογραφικοί χάρτες πού δίνουν για την επιφάνεια τής θάλασσας την από περιοχή σε περιοχή μεταβολή της αλατότητας, με τη χάραξη των γραμμών ίσης αλατότητας σε μέσες τιμές από μετρήσεις σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, κατά την έννοια τού βάθους χαράσσονται πάνω σε τομές, γραμμές ίσης αλατότητας, πού δίνουν Μια συμπληρωματική εικόνα της μεταβολής της. Ιδιαίτερη όμως σπουδαιότητα έχουν τα διαγράμματα πού συντάσσονται από διάφορους σταθμούς και εικονίζουν σε σχέση με το βάθος, για συγκεκριμένη θέση, τη μεταβολή ταυτόχρονα τής αλατότητας (S) και τής θερμοκρασίας (T) του νερού τής θάλασσας, τα λεγόμενα διαγράμματα (ST).

Από όσα εξηγήσαμε, γίνεται αντιληπτό ότι θα ήταν ίσως παρακινδυνευμένο να αναφέρουμε ακόμα και προσέγγιση αντιπροσωπευτικών μέσων τιμών αλατότητας στις διάφορες θάλασσες. Περιοριζόμαστε μόνο να σηκώσουμε ότι η αντιπροσωπευτική μέση αλατότητα στη Μεσόγειο είναι μικρότερη από εκείνη στην Ερυθρά Θάλασσα και μεγαλύτερη από ότι είναι στη βαλτική ή στο Βόρειο Ατλαντικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

8.1 Πρόγραμμα Ποσειδών τι είναι και τι προσφέρει

Το πρόγραμμα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" είναι ένα πρόγραμμα του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ.) του Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας. Η χρηματοδότηση γίνεται μέσω του χρηματοδοτικού Μηχανισμού του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου κατά 85% και του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας (ΥΠ.ΕΘ.Ο.) κατά 15%. Την υλοποίηση έχουν αναλάβει το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών και τα Ελληνικά Συστήματα Πληροφορικής. Το συνολικό κόστος υπολογίζεται στα €14,11 εκατομμύρια.

Το σύστημα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" είναι ένα μοναδικό εργαλείο για τον εθνικό σχεδιασμό με στόχο την διαχείριση και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος της χώρας. Παράλληλα αποτελεί ένα ανεκτίμητο πλεονέκτημα για την ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων, την πρόληψη καταστροφικών περιστατικών, και την διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής.

8.2 Τα μέρη από τα οποία αποτελείται

Με την εγκατάσταση ενός δικτύου πλωτών ωκεανογραφικών σταθμών και την δημιουργία ενός ειδικού επιχειρησιακού κέντρου για την πρόγνωση και επεξεργασία των δεδομένων ο "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" αποτελεί μια πρωτοποριακή υποδομή για τα ευρωπαϊκά δεδομένα. Το δίκτυο πλωτών μετρητικών σταθμών καταγράφει τις φυσικές, βιολογικές και χημικές παραμέτρους των ελληνικών θαλασσών. Στην συνέχεια τα δεδομένα μεταδίδονται στο επιχειρησιακό κέντρο όπου τροφοδοτούν μοντέλα πρόγνωσης τελευταίας γενιάς.

Το σύστημα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" σε πλήρη λειτουργία προσφέρει άμεση και έγκυρη πληροφόρηση, αξιόπιστη πρόγνωση, προστασία του θαλάσσιου υποσυστήματος. Το σύστημα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" αποτελείται από ένα δίκτυο πλωτών μετρητικών σταθμών. Οι πλωτοί μετρητικοί σταθμοί είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες καταγραφείς παραμέτρων ύψους, περιόδων και κατεύθυνσης κύματος. Μπορούν να μετρήσουν την ταχύτητα, την κατεύθυνση του ανέμου, την ατμοσφαιρική πίεση και την θερμοκρασία, την επιφανειακή αλατότητα και την θερμοκρασία, την επιφανειακή

ταχύτητα και την κατεύθυνση του ρεύματος, το επιφανειακό διαλυμένο οξυγόνο, την απορρόφηση φωτεινότητας, αλατότητα και θερμοκρασία σε βάθη μέχρι 50 μέτρα, επιφανειακή ενεργό ακτινοβολία, την χλωροφύλλη Α και τα θρεπτικά στοιχεία.

Οι πλωτοί μετρητικοί σταθμοί επικοινωνούν με το επιχειρησιακό κέντρο του "ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ" για την αποστολή των παρατηρήσεων και των δεδομένων χρησιμοποιώντας δορυφορικό σύστημα, ραδιοκύματα UHF και σύστημα κινητής τηλεφωνίας GSM. Το επιχειρησιακό κέντρο του "ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ" περιλαμβάνει υπολογιστικό σύστημα υψηλής απόδοσης με οκτώ μονάδες παράλληλης επεξεργασίας και επαρκή υπολογιστική ισχύ για την ολοκλήρωση των αριθμητικών μοντέλων πρόγνωσης, σταθμούς εργασίας τόσο σε περιβάλλον UNIX όσο και σε MS Windows, για την επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Διαθέτει λογισμικό διαχείρισης βάσεων δεδομένων ORACLE για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων, λογιστικό στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, λογισμικό παρουσίασης τόσο των αποτελεσμάτων της στατιστικής επεξεργασίας όσο και των προγνωστικών μοντέλων. Διαθέτει γεωγραφικό σύστημα αναφοράς G.I.S. για την παρακολούθηση του συστήματος λειτουργίας "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" σε πραγματικό χρόνο Είναι εξοπλισμένο με αριθμητικά μοντέλα πρόγνωσης της ατμοσφαιρικής κατάστασης, των κυματισμών της ανοικτής θάλασσας, της θαλάσσιας δυναμικής κυκλοφορίας, των κυματισμών στην παράκτια ζώνη, της επιφανειακής διασποράς των επιπλεόντων ρύπων.

8.3 Οφέλη από την λειτουργία

Η λειτουργία του συστήματος "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" παράγει μια σειρά από δεδομένα και προϊόντα επεξεργασίας που αποτελούν την βάση για την παροχή υπηρεσιών και πληροφοριών στους χρήστες. Βασικό προϊόν είναι τα πρωτογενή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν το σύνολο των πληροφοριών που προέρχονται από τους πλωτούς μετρητικούς σταθμούς. Παρέχονται ιστορικά στοιχεία και χρονοσειρές δεδομένων, στοιχεία που προέρχονται από ανασύνθεση και στατιστικές αναλύσεις. Επίσης γίνεται πρόγνωση της κατάστασης των ελληνικών θαλασσών για το επόμενο 24ωρο και μακροχρόνιες επιχειρησιακές προβλέψεις.

Τα προϊόντα που παράγει το σύστημα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ" αποτελούν ένα απαραίτητο εργαλείο για τους σύγχρονους οργανισμούς και επιχειρήσεις που έχουν σαν αντικείμενο ή χώρο δράσης την θάλασσα. Το εύρος των εφαρμογών στις οποίες

μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του "ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ" είναι τεράστιο. Ορισμένοι τομείς όπου τα προϊόντα του "ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ" είναι:

Κρατικοί φορείς για την προστασία και διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Τέτοιοι φορείς είναι υπουργεία, οργανισμοί λιμένων, οργανισμοί ύδρευσης και αποχέτευσης, Οργανισμοί ΤΑ, Επιχειρήσεις σχετικές με την θάλασσα. Για παράδειγμα ναυτιλιακές εταιρίες, ναυπηγεία, παράκτιες βιομηχανίες, τουριστικές επιχειρήσεις, ιχθυοκαλλιέργειες, παραγωγή ενέργειας. Φορείς αθλητικών και ναυταθλητικών διοργανώσεων όπως ο "ΑΘΗΝΑ 2004", ναυτικοί και καταδυτικοί όμιλοι. Ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια, διεθνείς οργανισμοί για την μελέτη και την προστασία του περιβάλλοντος.

Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η αυξημένη ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές, η έγκαιρη αντιμετώπιση περιστατικών θαλάσσιας ρύπανσης, η τουριστική ανάπτυξη, η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων, η διαχείριση και προστασία της παράκτιας ζώνης, ο ορθολογικός σχεδιασμός λιμενικών και θαλασσίων έργων, η ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας και η εισαγωγή τεχνογνωσίας.

Υπάρχουσα κατάσταση

Τον Ιούνιο του 2007 ξεκίνησε το πρόγραμμα "ΠΟΣΕΙΔΩΝ-2". Ανάμεσα στους βασικούς στόχους του προγράμματος που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 75% και από το ΥΠΕΘΟ κατά 25% περιλαμβάνονται οι παρακάτω δράσεις: Η πλήρης αναβάθμιση των υπαρχόντων μετρητικών σταθμών με νέας γενιάς ατμοσφαιρικούς και ωκεανογραφικούς αισθητήρες καθώς και σύγχρονο τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό. Η επέκταση του δικτύου ώστε να καλύψει και την περιοχή του Ιονίου πελάγους. Αυτή την στιγμή υπάρχουν πέντε σταθμοί: στην περιοχή του όρους Άθως, στην Λέσβο, την Μύκονο, την Σαντορίνη και την Καλαμάτα που καταγράφουν ατμοσφαιρικά και ωκεανογραφικά δεδομένα μέχρι βάθους 50 μέτρων καθώς και δύο σταθμοί που είναι εξοπλισμένοι με επιπλέον αισθητήρες για την καταγραφή θαλασσίων παραμέτρων μέχρι βάθους 1000 μέτρων. Αυτοί οι δύο πολύ παραμετρικοί σταθμοί βρίσκονται στο Κρητικό πέλαγος (σταθμός κοντά στην νήσο Αυγό) και στο Ιόνιο πέλαγος (κοντά στην νήσο Στροφάδες)

8.4 Μοντέλο πρόγνωσης κυματισμού

Το κυματικό μοντέλο του "ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ" έχει την δυνατότητα πρόγνωσης για τις συνθήκες κυματισμού στο Αιγαίο πέλαγος για τις επόμενες 72 ώρες

χρησιμοποιώντας τις προγνώσεις των μοντέλων καιρού και θαλάσσιας κυκλοφορίας. Η πρόγνωση κυματισμού αποτελείται από τις ακόλουθες παραμέτρους: Σημαντικό ύψος κύματος, μέση διεύθυνση κύματος και μέση περίοδος κύματος.

8.5 Πραγματικά στοιχεία κυματικής κατάστασης

Κατόπιν σχετικού αιτήματος προς το ΕΛΚΕΘΕ του όποιου υπεύθυνος επικοινωνίας είναι ο κύριος Δρ. Τακβόρ. Σουκισσιάν αποκτήθηκαν κυματικά και ανεμολογικά δεδομένα για ένα έτος στην περιοχή της νησίδας Αυγό στη Βόρεια Κρήτη σε μορφή xls καθώς και ένα συνοδευτικό αρχείο με την περιγραφή των παραμέτρων. Αποτελεί ένα μικρό αλλά αντιπροσωπευτικό δείγμα της κυματικής κατάστασης της χώρας.

8.6 Πραγματικά στοιχεία κυματικής κατάστασης

Τα δεδομένα είναι 2939 μετρήσεις κατά την περίοδο 22/5/00 έως 31/5/01. οι μετρήσεις είναι κυματικών δεδομένων. Τα δεδομένα είναι:

Latitude, Longitude: Γεωγραφικό πλάτος και μήκος της περιοχής μελέτης

Time: Ημερομηνία και ώρα της μέτρησης

Hm0: Σημαντικό ύψος κύματος σε μέτρα

Hm0a: Σημαντικό ύψος κύματος που οφείλεται σε αποθάλασσες (κατ' εκτίμηση), σε μέτρα

Hm0b: Σημαντικό ύψος κύματος που οφείλεται σε τοπικούς ανεμογενείς κυματισμούς (κατ' εκτίμηση), σε μέτρα

Mdir: Μέση κατεύθυνση διάδοσης κυματισμού σε μοίρες (0 αντιστοιχεί στο Βορρά)

Mdira: Μέση κατεύθυνση διάδοσης κυματισμού που οφείλεται σε αποθάλασσες (κατ' εκτίμηση), σε μοίρες (0 αντιστοιχεί στο Βορρά)

Mdirb: Μέση κατεύθυνση διάδοσης κυματισμού που οφείλεται σε τοπικούς ανεμογενείς κυματισμούς (κατ' εκτίμηση), σε μοίρες (0 αντιστοιχεί στο Βορρά)

SprTp: Ειδική φασματική παράμετρος

Thhf: Ειδική φασματική παράμετρος

Thtp: Ειδική φασματική παράμετρος

Tm-10: Μέση ενεργειακή περίοδος σε sec

Tm02: Μέση περίοδος μηδενικής υπέρβασης σε sec

Tm02a: Μέση περίοδος μηδενικής υπέρβασης κυματισμών που οφείλονται σε αποθάλασσες (κατ' εκτίμηση), σε sec

Tm02b: Μέση περίοδος μηδενικής υπέρβασης κυματισμών που οφείλονται σε τοπικούς ανεμογενείς κυματισμούς (κατ' εκτίμηση), σε sec

Tp: Μέση περίοδος κορυφής φάσματος σε sec

UI: Συντελεστής (δείκτης) μονοκατευθυντικότητας (αδιάστατος) για κατεύθυνση ανεμογενών κυματισμών και αποθαλασσών

8.7 Μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης

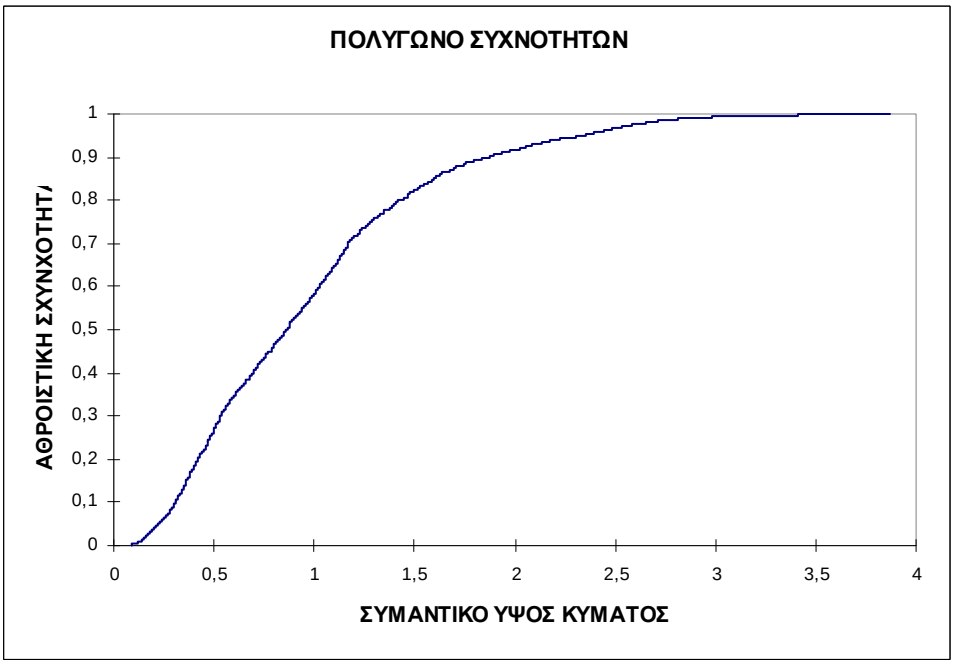
Η στατιστική ανάλυση έγινε μέσο του Microsoft Excel στο όποιο προστέθηκε το Αναλύοντας με την βοήθεια του XLSTAT Version 2008.3.0119. το πρόγραμμα αυτό μέσο μακροεντολων προσθέτει μια γραμμή εργαλείων η οποία διαθέτει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την στατιστική ανάλυση. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο ελάχιστος χρόνος προσαρμογής του χρηστή ο όποιος δουλεύει σε ένα κατά τα αλλά γνωστό περιβάλλον, μεγιστοποιώντας την παραγωγικότητα του από την αρχή.

8.8 Ανάλυση Hm0

Στην εξεταζόμενη διάταξη η ενέργεια παράγετε από την εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας του κύματος.

[19] http://www.xlstat.com/en/home/

Στο ιστόγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων (ιστόγραμμα 1) παρατηρούμε ότι



ιστόγραμμα 1

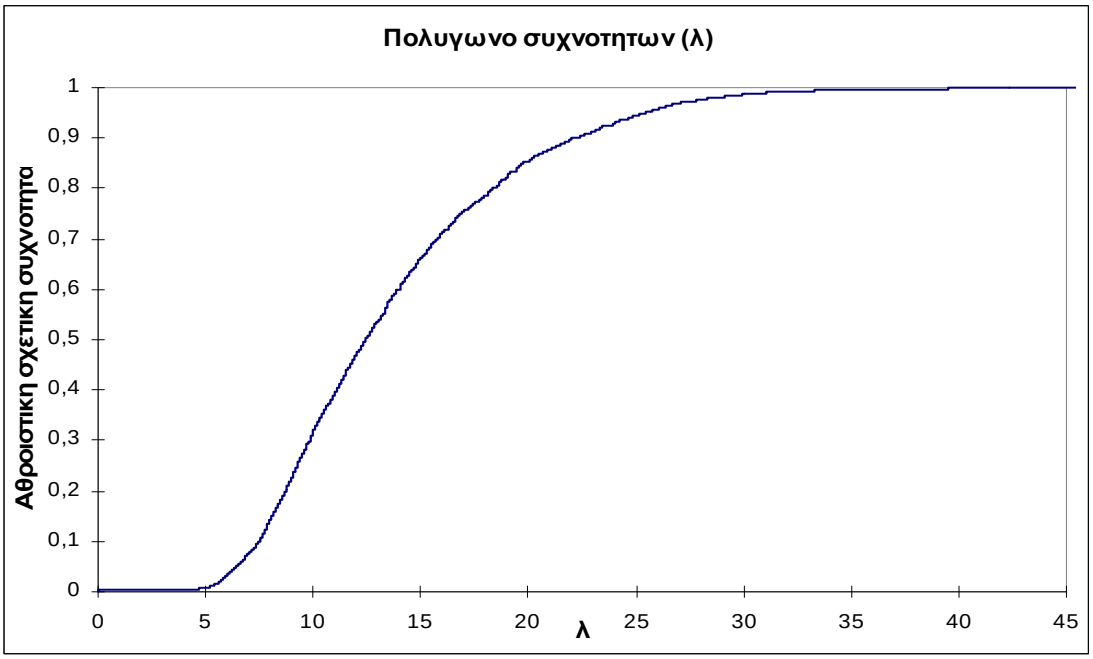
το 80% του έτους επικρατούν συνθήκες κύματος άνω των 0,6m και το 1% του έτους η κατάσταση ξεφεύγει από τα 2,75m. Η καμπύλη είναι σχεδόν ευθεία μεταξύ του 0,5 και 1,8m. Σκόπιμο θεωρείτε να έχουμε αρχή παράγωγης από τα 0,6m και μέγιστη παραγωγή στα 1,4m. Αυτό σημαίνει ότι η διάταξη θα βρίσκετε σε ονομαστική παράγωγη το 40% του έτους, σε μερική παραγωγή το 40% και σταματημένη το 20% του έτους.

Από μια τιμή και πάνω η κατασκευή θα καταδύετε. Λογικό συμπέρασμα από το παραπάνω διάγραμμα είναι η κατάδυση να γίνετε για ύψος κύματος μεγαλύτερο από 3 μέτρα. Αυτό σημαίνει ότι το 0,5% του έτους θα χρειαστεί να βρίσκετε σε κατάδυση, δηλαδή 365*0,5%= 1,82 ήμερες/ έτος

8.9 Ανάλυση λ (μήκους κύματος)

Το μήκος κύματος δεν είναι μέσα στης άμεσες μετρήσεις του συστήματος. Υπολογίζετε χωρίς μεγάλο σφάλμα από την περίοδο από τον τύπο: $\lambda = \frac{T^2 * g}{2 * \pi}$ το μήκος κύματος απαιτείτε για τον προσδιορισμό του βάθους θάλασσας που είναι απαραίτητο για την σωστή λειτουργία του συστήματος.

Από διάγραμμα 2 συμπεραίνετε ότι το κύμα το 20% του έτους είναι



ιστόγραμμα 2

μεγαλύτερο από 7,5m. Επίσης το 90% του έτους είναι μικρότερο από 25 μετρά. Τα πολύ μεγαλύτερα μήκη κύματος που μετρήθηκαν δεν αντιστοιχούσαν σε αναλόγως μεγάλα ύψη κύματος. Για να γίνει πιο σαφές σε όλα τα μήκη κύματος μεγαλύτερα από 30m στης μετρήσεις αντιστοιχούν ύψη το πολύ ως 3,8 μέτρα (33m).

Επιλέγοντας θάλασσα με βάθος τέτοιο ώστε να ικανοποιείτε η σχέση d/L<0.5 εξασφαλίζετε το γεγονός ότι ο πυθμένας δεν επηρεάζει την μορφή του κύματος. Κρίνοντας από της μετριθησες τιμές βάθος πυθμένα

30-40 μέτρα είναι αρκετό. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζετε και η σχέση d/L και ένα βάθος επισκέψιμο από δύτες σε περίπτωση ανάγκης.

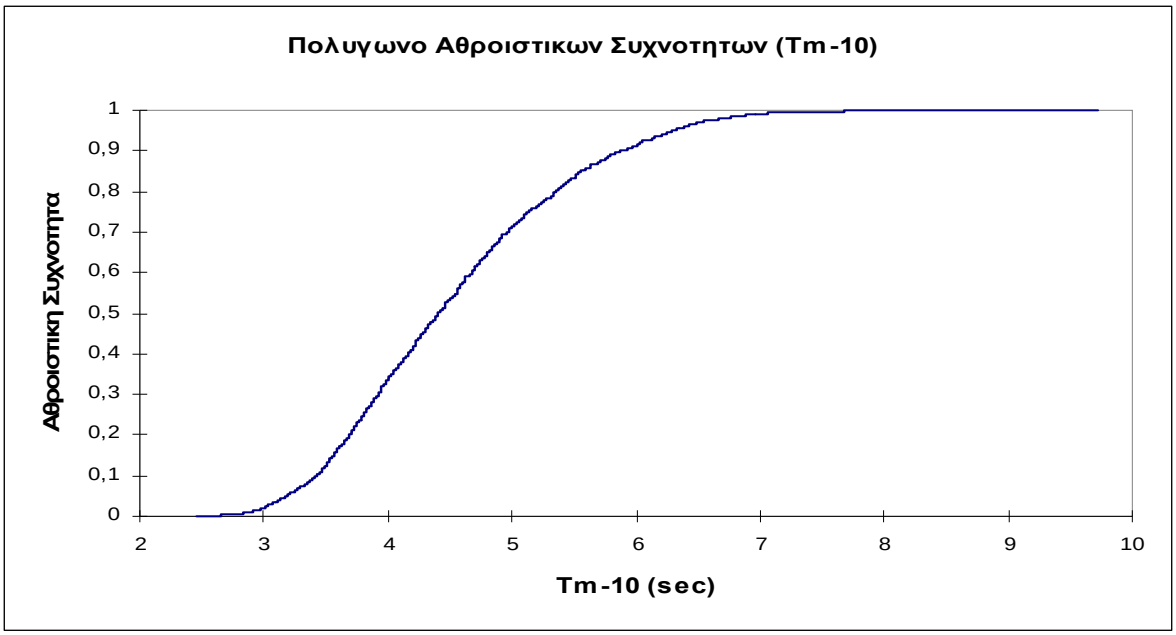
Η κινητικότητα των μορίων, άρα και η ενέργεια τους, μειώνετε εκθετικά μέχρι το σημείο –d/L που πρακτικά μηδενίζονται. Το 80% της ενέργειας του κύματος είναι εκθετικά μοιρασμένο σε ένα βάθος που ο λόγος s/d είναι ισος με 0,7520. Αυτό μας ορίζει το βάθος υφάλων του πλωτήρα.

Επίσης από αυτήν την σχέση γίνετε αντιληπτό ότι το βάθος κατάδυσης σπάνια θα ξεπεράσει τα 15 μέτρα. Σε αυτό το βάθος η πίεση του νερού είναι 1,5Bar. Η πίεση αυτή είναι πολύ χαμηλότερη από την μέγιστη που μπορεί να διαχειριστεί η τεχνολογία σήμερα.

[20] Σχήμα 92.2 Λιμάνια, θαλάσσια κύματα, λιμενικά έργα, Μανώλη Κ, Δασκαλάκη Αθήνα 1982

8.10 Ανάλυση μέσης ενεργειακής περιόδου

Λόγο της μεταβλητότητας της συχνότητας του κυματισμού μπορεί να αναλυθεί ο κυματισμός σε διάφορες συχνότητες και να χαραχτεί διάγραμμα κατανομής της πυκνότητας ισχύος ανά συχνότητα. Ορίζετε έτσι η ενεργειακή περίοδος Tm-10 που αντιστοιχεί ακριβώς στην συχνότητα όπου εμφανίζει μέγιστο η παραπάνω κατανομή.[21]



ιστόγραμμα 3

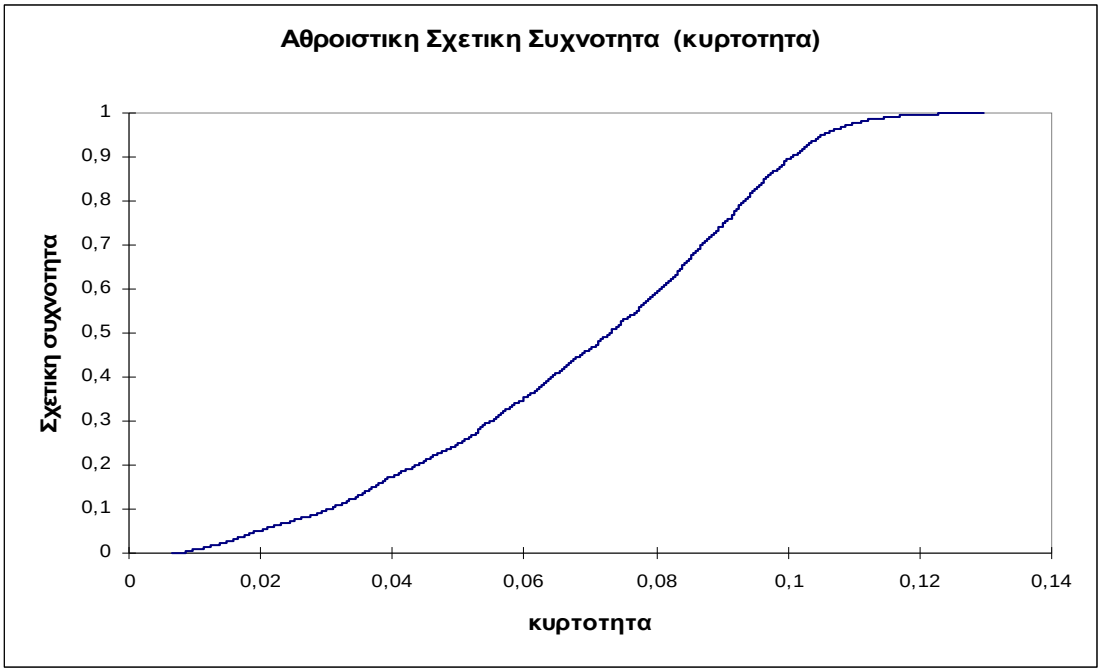
Κάνοντας ακριβώς την ίδια ανάλυση παρατηρείτε ότι το 80% του έτους μετράτε κυματισμός με περίοδο μεγαλύτερη τον 3,6sec. Επίσης το 1% του έτους έχουμε περίοδο μεγαλύτερη των 7,5sec. Δηλαδή η περίοδος αποδοτικής λειτουργίας του πλωτήρα πρέπει να είναι μεταξύ 3.5<T<7,5sec.

8.11 Ανάλυση κυρτότητας δ22

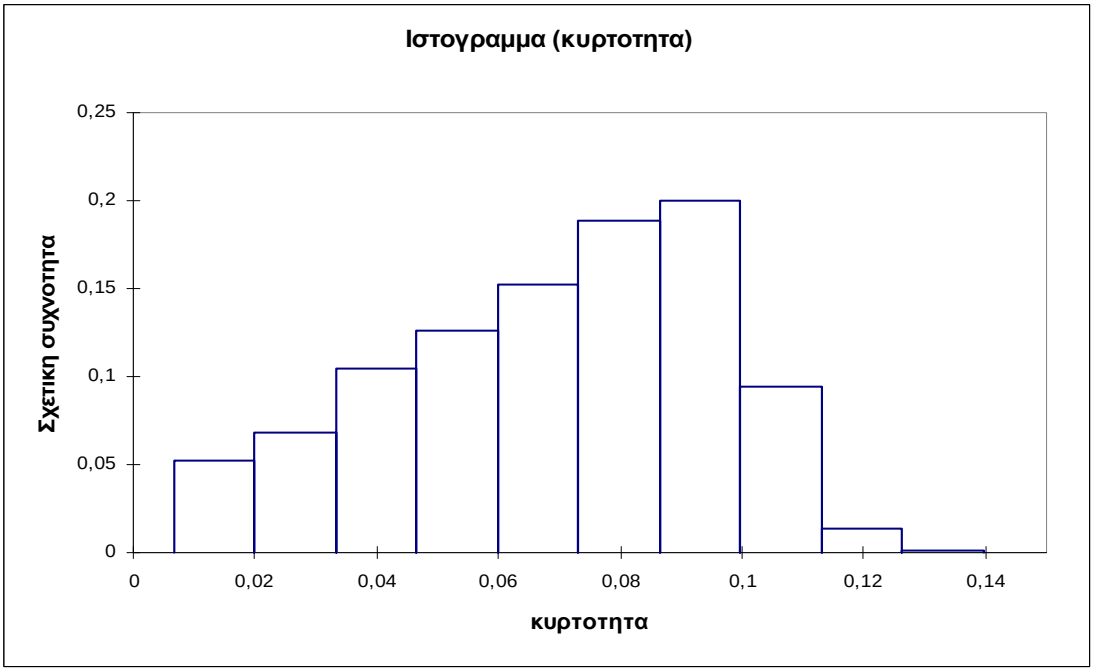
Ο πλωτήρας θα πρέπει να προσαρμόζετε στην κλήση του κύματος καθώς το «ανεβαίνει». Το μέγιστο αυτής της κλίσης είναι το 1:7 μετά από αυτό αρχίζει η θραύση του κύματος.

Από το διάγραμμα 4 παρατηρούμε ότι το 0,15 δηλαδή το 1:7 εμφανίζετε εξαιρετικά σπάνια. Συγκεκριμένα οι μετρημένες τιμές έφταναν μέχρι το 0,12 ή 1:9. Η τυπική απόκλιση είναι s=0,026 με μέση τιμή το χ=0,069 από διάγραμμα 5 φαίνετε καθαρά ότι η κατανομή έχει αρνητική ασυμμετρία.

[21] Σελ 276 Λιμάνια, θαλάσσια κύματα, λιμενικά έργα, Μανώλη Κ, Δασκαλάκη Αθήνα 1982
[22] Σελίδα 463 Λιμάνια, θαλάσσια κύματα, λιμενικά έργα, Μανώλη Κ, Δασκαλάκη Αθήνα 1982



ιστόγραμμα 4



ιστόγραμμα 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9
ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ

9.1 Ορισμοί

Ο Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας[23] (ΟΒΙ) είναι ο αποκλειστικά αρμόδιος φορέας για την προστασία των εφευρέσεων στην Ελλάδα. Στα πλαίσια της αρμοδιότητας του αυτής, ο ΟΒΙ χορηγεί τους παρακάτω τίτλους :

- Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας
- Δίπλωμα Τροποποίησης
- Πιστοποιητικό Υποδείγματος Χρησιμότητας

9.1.1 Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας

Είναι τίτλος προστασίας με διάρκεια 20 ετών που χορηγείται στον δικαιούχο για επινοήματα νέα, που εμπεριέχουν εφευρετική δραστηριότητα και είναι επιδεκτικά βιομηχανικής εφαρμογής.

Τα επινοήματα αυτά μπορούν να είναι είτε προϊόντα είτε μέθοδος παραγωγής προϊόντος είτε βιομηχανική εφαρμογή.

9.1.2 Δίπλωμα Τροποποίησης

Είναι τίτλος προστασίας που χορηγείται για μια εφεύρεση που αποτελεί τροποποίηση άλλης εφεύρεσης που έχει ήδη προστατευθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

9.1.3 Πιστοποιητικό Υποδείγματος Χρησιμότητας

Είναι τίτλος προστασίας με διάρκεια εφτά ετών που χορηγείται στον δικαιούχο για τρισδιάστατα αντικείμενα με καθορισμένο σχήμα και μορφή, που προτείνονται ως νέα, βιομηχανικά εφαρμόσιμα και με δυνατότητα να δώσουν λύση σε τεχνικό πρόβλημα. Μπορεί να χορηγηθεί για παράδειγμα για εργαλείο, συσκευή ή/ και εξαρτήματα τους κ.λ.π.

9.2 Δικαιώματα των δικαιούχων

Οι παραπάνω τίτλοι παρέχουν στον κάτοχό τους το αποκλειστικό δικαίωμα να εκμεταλλεύεται την προστατευμένη εφεύρεση στην Ελλάδα για όσα χρόνια είναι η

[23] www.obi.gr

ισχύ. Πρόκειται δηλαδή για δικαίωμα μονοπωλιακής εκμετάλλευσης της εφεύρεσης. Φυσικά μπορεί να μεταβιβάζει τους τίτλους καθώς επίσης και να εκχωρεί άδειες εκμετάλλευσης σε τρίτους.

9.3 Διαδικασία χορήγησης διπλώματος ευρεσιτεχνίας

9.3.1 Κατάθεση αίτησης

Για τη χορήγηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας[24] απαιτείται η κατάθεση αίτησης στον ΟΒΙ, η οποία περιέχει:

- Το πλήρες όνομα ή την επωνυμία, την εθνικότητα, την κατοικία ή την έδρα και τη διεύθυνση του καταθέτη.
- Περιγραφή της εφεύρεσης και προσδιορισμό μιας ή περισσότερων αξιώσεων. Ο ΟΒΙ μπορεί να ζητήσει συμπλήρωση ή επαναδιατύπωση της περιγραφής ή των αξιώσεων, ώστε να είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του νόμου. Ως αξίωση νοείται η έκταση και το περιεχόμενο της αιτούμενης προστασίας.
- Αίτημα χορήγησης διπλώματος ευρεσιτεχνίας.

Στην αίτηση επισυνάπτονται τα σχέδια στα οποία αναφέρονται οι αξιώσεις ή η περιγραφή, η περίληψη της εφεύρεσης, οι επεξηγήσεις για την κατανόηση της περιγραφής και τα έγγραφα νομιμοποίησης του καταθέτη σε περίπτωση νομικού προσώπου ή σε περίπτωση φυσικού προσώπου, εάν δεν είναι ο εφευρέτης. Επίσης, επισυνάπτονται οι αποδείξεις είσπραξης των τελών κατάθεσης και του πρώτου έτους προστασίας.

Η αίτηση μπορεί να αναφέρεται είτε σε μία μόνο εφεύρεση είτε σε περισσότερες, που συνδέονται όμως μεταξύ τους, ώστε να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο. Αν η αίτηση αφορά περισσότερες εφευρέσεις ο καταθέτης μπορεί μέχρι την έκδοση διπλώματος να χωρίσει την αίτηση σε περισσότερες τμηματικές αιτήσεις, διατηρώντας την ημερομηνία της αρχικής αίτησης.

Αφού κατατεθούν τα παραπάνω στοιχεία η κατάθεση της αίτησης θεωρείται κανονική, αλλά όχι πλήρης.

Μέσα σε τέσσερις μήνες από την κατάθεση, ο καταθέτης οφείλει να υποβάλλει τα τυχόν ελλείποντα σχέδια και άλλα δικαιολογητικά, να συμπληρώσει τυχόν ελλείψεις και να διορθώσει τυχόν λάθη στη σύνταξη των εγγράφων και λοιπών

[24] Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (2007), «Νομοθετικά κείμενα», Σελ.13

δικαιολογητικών. Σ' αυτήν την περίπτωση η κατάθεση της αίτησης θεωρείται πλήρης.Ως ημερομηνία κατάθεσης της αίτησης θεωρείται η κανονική κατάθεση της.

Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από πρόταση του διοικητικού συμβουλίου του ΟΒΙ, καθορίζεται ο τρόπος σύνταξης και κατάθεσης της αίτησης για χορήγηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας και όλων των σχετικών εγγράφων που χρειάζονται.

Όλα τα στοιχεία της αίτησης δίνονται στη δημοσιότητα δεκαοκτώ μήνες μετά την ημερομηνία κατάθεσης. Από την ημερομηνία δημοσιότητας της αίτησης, οι τρίτοι μπορούν να ζητήσουν πληροφορίες και αντίγραφα της αίτησης, της περιγραφής, των σχεδίων και κάθε άλλου σχετικού στοιχείου. Τα στοιχεία της αίτησης δημοσιεύονται στο Ειδικό Δελτίο Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΕΔΒΙ).

9.3.2 Έκδοση διπλώματος ευρεσιτεχνίας

Αν η αίτηση θεωρηθεί κατατεθείσα ο ΟΒΙ συντάσσει έκθεση η οποία βασίζεται στην περιγραφή της εφεύρεσης, τις αξιώσεις και τα επισυναπτόμενα σχέδια και στην οποία αναφέρονται όλα τα στοιχεία της στάθμης της τεχνικής που είναι απαραίτητα για την εκτίμηση του νέου στοιχείου και της εφευρετικής δραστηριότητας του επινοήματος. Στην έκθεση έρευνας μπορεί να επισυνάπτονται σχόλια ή συνοπτικές επεξηγηματικές παρατηρήσεις από τον ΟΒΙ που θα αναφέρονται στα χαρακτηριστικά της εφεύρεσης.

Η έκθεση έρευνας συντάσσεται εφόσον ο καταθέτης καταβάλει μέσα σε τέσσερις μήνες από την κατάθεση της αίτησης τα τέλη σύνταξης της έκθεσης έρευνας. Σε περίπτωση μη εκπρόθεσμης καταβολής των τελών, η αίτηση για χορήγηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας μετατρέπεται αυτοδίκαια σε αίτηση για χορήγηση πιστοποιητικού υποδείγματος χρησιμότητας.

Η έκθεση έρευνας, μαζί με αντίγραφα των εγγράφων που τη συνοδεύουν, κοινοποιείται στον καταθέτη ο οποίος, μέσα σε τρεις μήνες δικαιούται να παρουσιάσει τις παρατηρήσεις του.

Με βάση τις παρατηρήσεις του καταθέτη, ο ΟΒΙ συντάσσει τελική έκθεση έρευνας στην οποία αναφέρονται όλα τα στοιχεία της στάθμης της τεχνικής που πρέπει να ληφθούν υπόψη για να εκτιμηθεί η δυνατότητα κατοχύρωσης της εφεύρεσης με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Η έκθεση έρευνας δίνεται στη δημοσιότητα μαζί με την αίτηση για χορήγηση του τίτλου. Η έκθεση έρευνας έχει γενικά πληροφοριακό χαρακτήρα.

Κατά την κατάρτιση της έκθεσης, ο ΟΒΙ μπορεί να ζητήσει από το Ευρωπαϊκό Γραφείο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας ή από άλλο διεθνή οργανισμό την παροχή πληροφοριών ή γνωμοδοτήσεων που εκτιμώνται ελεύθερα. Επίσης, μπορεί να ζητήσει πρόσθετες πληροφορίες ή διευκρινήσεις από τον καταθέτη.

Έπειτα από την διαδικασία που περιγράφηκε ο ΟΒΙ χορηγεί δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Στο δίπλωμα αναγράφεται η ταξινόμηση και ο χρόνος διάρκειας του και επισυνάπτονται το πρωτότυπο της περιγραφής μαζί με τις αξιώσεις, την περίληψη και τα τυχόν σχέδια, αλλά και η έκθεση έρευνας.

Το δίπλωμα καταχωρίζεται στο Μητρώο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας και περίληψη του δημοσιεύεται στο Ειδικό Δελτίο Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας[25].

9.3.3 Μεταβίβαση

Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μπορεί να μεταβιβαστεί με έγγραφη συμφωνία ή να κληρονομηθεί. Η μεταβίβαση συντελείται μετά την καταχώρηση στο μητρώο διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύεται στο Ειδικό Δελτίο Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας[26].

Οι από κοινού κάτοχοι διπλώματος μπορούν ο καθένας ξεχωριστά να μεταβιβάσουν με έγγραφη συμφωνία το μερίδιο τους.

Επίσης, ο δικαιούχος του διπλώματος μπορεί να δηλώσει στον ΟΒΙ οποτεδήποτε ότι συναινεί στην παραχώρηση αδειών εκμετάλλευσης, με ή χωρίς αποκλειστικότητα έναντι ανταλλάγματος. Η δήλωση ισχύει για δύο έτη, καταχωρείται στο μητρώο διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, δημοσιεύεται στο Ειδικό Δελτίο Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας και σημειώνεται στο δίπλωμα.

Επιπλέον, το δικαστήριο μπορεί να παρέχει σε τρίτους, χωρίς τη συναίνεση του δικαιούχου, άδεια εκμετάλλευσης διπλώματος ευρεσιτεχνίας, εφόσον συντρέχουν σωρευτικά οι εξής προϋποθέσεις:

- Έχει παρέλθει τριετία από τη χορήγηση του διπλώματος ή τετραετία από την κατάθεση της αίτησης για χορήγηση του διπλώματος.
- Η σχετική εφεύρεση δεν υπήρξε αντικείμενο παραγωγικής εκμετάλλευσης στην Ελλάδα ή εφόσον υπήρξε η παραγωγή προϊόντων δεν αρκεί για την κάλυψη της εγχώριας ζήτησης.

[25] Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (2007), «Νομοθετικά κείμενα», Σελ.14-16
[26] Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (2007), «Νομοθετικά κείμενα», Σελ.17-19

- Ο τρίτος μπορεί να εκμεταλλευτεί παραγωγικά την προστατευόμενη από το δίπλωμα εφεύρεση.
- Ο τρίτος γνωστοποίησε στο δικαιούχο του διπλώματος ένα μήνα πριν από την έναρξη της δικαστικής διαδικασίας, την πρόθεση του να ζητήσει μη συμβατική άδεια εκμετάλλευσης.

Τέλος, για επιτακτικούς λόγους εξυπηρέτησης της δημόσιας υγείας και της εθνικής άμυνας της χώρας είναι δυνατό, με αιτιολογημένη απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και των κατά περίπτωση συναρμόδιων Υπουργών, να παρέχεται άδεια εκμετάλλευσης μιας εφεύρεσης σε φορείς του δημοσίου τομέα που μπορούν να εκμεταλλευτούν την εφεύρεση στην Ελλάδα.

9.4 Καταβολή ετήσιων τελών

Απαραίτητη προϋπόθεση[27] για την διατήρηση της ισχύς τους είναι να ανανεώνονται κάθε χρόνο. Η ανανέωση επιτυγχάνεται με την καταβολή των ετήσιων τελών προστασίας. Μετά το πέρας της κανονικής προθεσμίας καταβολής των τελών και για διάρκεια έξι μηνών ο δικαιούχος δύναται να καταβάλει την οφειλή του προσαυξημένη 50%.

Στην περίπτωση που λήξει και η προθεσμία αυτή άπρακτη, ο ΟΒΙ εκδίδει πράξη έκπτωσης του δικαιούχου από τα δικαιώματα που απορρέουν από τον τίτλο. Η πράξη της έκπτωσης δημοσιεύεται στο ΕΔΒΙ.

Η έκπτωση ισχύει αμετάκλητα από τη δημοσίευση της, με αποτέλεσμα ο δικαιούχος να χάσει οριστικά τα δικαιώματα του.

[27] Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (2007), «Νομοθετικά κείμενα», Σελ.20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ

10.1 Εισαγωγή

Αν και διαφαίνεται ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν το μοναδικό μέσο για την αντιμετώπιση της έλλειψης των ορυκτών καυσίμων και παρουσιάζονται ως ένα μέσο για την αποφυγή της μόλυνσης του περιβάλλοντος, οι εκάστοτε κυβερνήσεις δεν δημιουργούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις ώστε να εξελιχθούν.

Έτσι, παρουσιάζονται δύσκολες και χρονοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες για την αδειοδότηση τέτοιων εγκαταστάσεων καθώς υπάρχει πληθώρα αδειών και δικαιολογητικών που πρέπει να κατατεθούν.

Παρακάτω, παρατίθενται οι βασικές άδειες που θα πρέπει να εκδοθούν για την εγκατάσταση και λειτουργία μιας τέτοιας επιχείρησης.

10.2 Εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Απαρχή της εισόδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας[28] (ΑΠΕ) στη χώρα αποτέλεσε ο Ν.1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α135) στα πλαίσια του οποίου η ΔΕΗ πρωτοπορούσα εγκατέστησε 24MW, ενώ οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης περιορίστηκαν στο ελάχιστο επίπεδο των 3MW μέχρι το 1995 και ο ιδιωτικός τομέας παρέμεινε εκτός σκηνής. Παρά το μικρό αποτέλεσμα, η προσπάθεια έδειξε τις δυνατότητες και αδυναμίες του τομέα και ειδικότερα οι αρχικές αστοχίες προετοίμασαν το δρόμο για μεταγενέστερες ωριμότερες βελτιώσεις.

Ο Ν.2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 168) στα ίχνη του τότε ισχύοντος γερμανικού νόμου (Stromeinspeisungsgesetz) αποτέλεσε την απαρχή για την ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ. Ο νόμος καθόρισε για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σταθερές τιμές πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδα ίσο με το 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωση της ΔΕΗ για αγορά του. Για τη χρέωση του σκέλους ισχύος προβλέφτηκε κλιμακωτή

[28] www.eletaen.gr/Documents/aiolos/Ektheseis/NATIONAL_REPORT_RES_2003.pdf.

αποζημίωση ανάλογα με το είδος του σταθμού ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής με την έννοια της χρονικής διαθεσιμότητας του στο ονομαστικό μέγεθος.

Ο Ν.2773/1999 για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας διατήρησε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς των ΑΠΕ δίνοντας έμφαση και στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο. Επίσης, επέβαλε τέλος 2% επί των πωλήσεων ανανεώσιμης ενέργειας υπέρ των οικείων οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης.

10.3 Ο ρόλος της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ)

Με το άρθρο 4 του Ν.2773/1999 ιδρύθηκε η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας[29] (ΡΑΕ) ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή επιφορτισμένη με την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας της αγοράς ενέργειας και τη διατύπωση εισηγήσεων για την τήρηση των κανόνων του ανταγωνισμού και την προστασία των καταναλωτών.

Περαιτέρω η ΡΑΕ διατυπώνει γνωμοδοτήσεις προς τον Υπουργό Ανάπτυξης για την αδειοδότηση εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής και μετά την έκδοση αδειών παρακολουθεί την εξέλιξη της πορείας υλοποίησης έργων ΑΠΕ μέσω τριμηνιαίων δελτίων και εισηγείται την εκκαθάριση του χώρου από επενδυτές που επιδεικνύουν αδικαιολόγητη βραδύτητα. Επίσης, εισηγείται νομοθετικές παρεμβάσεις για περαιτέρω απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα πλαίσια της οποίας μπορούν να βρουν θέση ουσιώδεις ρυθμίσεις για τις ΑΠΕ.

Η αξιολόγηση του συνόλου των αιτήσεων γίνεται από τη ΡΑΕ με την τεχνική υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με βάση τα κριτήρια του άρθρου 9 του Κανονισμού Αδειών που εκδόθηκε σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 2773/1999.

10.4 Ο ρόλος του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας(ΚΑΠΕ)

Η ίδρυση του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας[30] (ΚΑΠΕ) προβλέφθηκε με τις διατάξεις του άρθρου 25 του Ν.1514/1985 «Ανάπτυξη της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας» (ΦΕΚ Ά13) και υλοποιήθηκε με το προεδρικό διάταγμα 375/1987 «Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» (ΦΕΚ Ά 167).

[29] www.rae.gr (15/5/2008)
[30] www.cres.gr.

Σκοπός του είναι η προώθηση των ΑΠΕ, της εξοικονόμησης και της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους εν λόγω τομείς. Περαιτέρω με το άρθρο 11 του Ν.2702/1999 «Διάφορες ρυθμίσεις θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Ανάπτυξης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Ά 70) το ΚΑΠΕ λειτουργεί ως εθνικό συντονιστικό κέντρο των εν λόγω δραστηριοτήτων.

Το ΚΑΠΕ διαθέτει εργαστήρια πιστοποίησης τεχνολογιών ΑΠΕ, εκπονεί μελέτες προσδιορισμού του φυσικού και οικονομικού δυναμικού των ΑΠΕ και συμμετέχει ενεργά στην αξιολόγηση και παρακολούθηση των επενδύσεων του χώρου, περιλαμβανομένου του τομέα εξοικονόμησης ενέργειας.

10.5 Ο ρόλος των Διαχειριστών Συστήματος/ Δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ)

Η δημιουργία Διαχειριστή του Συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας[31] προβλέφθηκε με τις διατάξεις του άρθρου14 του Ν.2773/1999 και η σύσταση του έγινε με το προεδρικό διάταγμα 328/2000 «Σύσταση και καταστατικό της Ανώνυμης Εταιρείας Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ) Α.Ε.» (ΦΕΚ Α268) με σκοπό τη λειτουργία, εκμετάλλευση, διασφάλιση της συντήρησης και την ανάπτυξη του Συστήματος σε ολόκληρη τη χώρα, καθώς και των διασυνδέσεων του με άλλα δίκτυα για να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια με επαρκή, ασφαλή, οικονομικά αποδοτικό και αξιόπιστο τρόπο.

Με το Ν. 3175/2003 ο Διαχειριστής του Συστήματος αναλαμβάνει αυξημένα καθήκοντα ως λειτουργός της ημερήσιας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, διευθετεί τις αποκλίσεις παραγωγής και ζήτησης και προσφέρει βοηθητικές υπηρεσίες και εφεδρική ισχύ. Στο Διαχειριστή του Συστήματος ανατίθεται η εφαρμογή των διατάξεων του νόμου που αποβλέπουν στη δημιουργία συνθηκών υγιούς ανταγωνισμού στη βάση μιας περισσότερο απελευθερωμένης και ευέλικτης ημερήσιας αγοράς.

Με τον αναβαθμισμένο αυτό ρόλο μειώνεται ο επιχειρηματικός κίνδυνος και έτσι διασφαλίζεται η είσοδος νέων παικτών στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής μικρής κλίμακας. Περαιτέρω ο Διαχειριστής του Συστήματος είναι υποχρεωμένος να διασφαλίζει σε μακροχρόνια βάση περιθώριο δυναμικού εγχώριας παραγόμενης

[31] www.desmie.gr/content/index.asp?parent_id=2&lang=1

ενέργειας ώστε να καθίσταται δυνατή η αντιμετώπιση ελλείψεων ενέργειας στο μέλλον.

Ο Διαχειριστής του Συστήματος ανέλαβε την εμπορική διαχείριση των μονάδων ΑΠΕ του διασυνδεδεμένου συστήματος της χώρας από τον Οκτώβριο του 2002.

10.6. Άδεια παραγωγής ενέργειας

10.6.1 Εισαγωγή

Στην πρώτη φάση της αξιολόγησης[32] των προτάσεων εξετάζεται κάθε έργο ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα. Η φάση αυτή περιλαμβάνει τα στάδια που περιγράφονται στη συνέχεια, στα οποία διαπιστώνεται η εξασφάλιση των όρων και των προϋποθέσεων του σχετικού Κανονισμού Αδειών Τα στάδια αυτά εκτελούνται παράλληλα και εκτελούνται όλα ώστε να διενεργηθεί συνεκτίμηση όλων των κριτηρίων για κάθε Αίτηση Άδειας Παραγωγής. Για τα έργα που προκρίνονται εξετάζεται η πιθανή σύγκρουση τους με άλλα, οπότε τότε και μόνον τότε ακολουθεί η δεύτερη φάση.

10.6.2 Στάδια Εξέτασης

1. Τυπική Πληρότητα της αίτησης

Κατά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας ελέγχεται η τυπική πληρότητα της αίτησης, σύμφωνα με τον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας. Συγκεκριμένα, ελέγχεται το τυπικό μέρος της υποβολής της αίτησης (εγκυρότητα υποβολής, προθεσμία) καθώς και η πληρότητα, η νομιμότητα και η εγκυρότητα των συνοδευτικών εγγράφων, δικαιολογητικών και στοιχείων. Επιπλέον στο στάδιο αυτό καταχωρούνται και οι ενστάσεις-αντιρρήσεις κατά της αίτησης.

2. Εξέταση Επηρεασμού Θεμάτων Ασφαλείας

Στο στάδιο αυτό ελέγχονται θέματα εθνικής ασφάλειας, θέματα δημόσιας ασφάλειας ή θέματα παρακώλυσης συγκοινωνιών που μπορεί να επηρεάζει η υλοποίηση του έργου.

[32] www.rae.gr/downloands/guide.pdf (29/5/2008)

3. Εξασφάλιση ή Δυνατότητα Εξασφάλισης Θέσης

Στο στάδιο αυτό ελέγχεται αν ο φορέας έχει εξασφαλίσει τη θέση για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου.

4. Αξιολόγηση τεχνικών, οικονομικών και χρηματοδοτικών δυνατοτήτων φορέα

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται η επάρκεια του φορέα υλοποίησης του έργου. Η επάρκεια αυτή περιλαμβάνει την τεχνική, οικονομική και χρηματοπιστωτική δυνατότητα του φορέα.

5. Περιβαλλοντική και χωροταξική επάρκεια

Στο στάδιο αυτό αξιολογούνται οι ενδεχόμενες περιβαλλοντικές και χωροταξικές συνέπειες του έργου σχετικά με τη θέση, ώστε να εκτιμηθεί η δυνατότητα ανέγερσης του έργου στην θέση που προτείνεται.

6. Ποιότητα τεχνολογικής πρότασης και εξασφάλιση πρώτης ύλης ΑΠΕ

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται η ποιότητα της τεχνολογικής πρότασης. Καταρχήν διαπιστώνεται ότι η πρωτογενής ενέργεια είναι κυρίως ανανεώσιμος πόρος ή πρόκειται για έργο μικρής συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας όπως ορίζονται οι κατηγορίες αυτές στο Ν. 2773/99. Επίσης ελέγχεται η διαθεσιμότητα και η ασφαλής παροχή της πρώτης ύλης για τη λειτουργία του έργου. Στη συνέχεια ελέγχεται η τεχνολογία για την αξιοποίηση της ενέργειας αυτής, αξιολογείται η τεχνική επάρκεια του κυρίως εξοπλισμού καθώς και των άλλων σχετικών έργων. Σχετικά με την αξιολόγηση της προτεινόμενης τεχνολογίας, πραγματοποιείται λεπτομερής εξέταση και σύγκριση με τις καλύτερες διαθέσιμες τεχνολογίες (best available technologies) και αναλόγως βαθμολογείται η αίτηση.

7. Εξασφάλιση ενεργειακής αποδοτικότητας και διάθεσης της παραγόμενης ενέργειας

Στο στάδιο αυτό προσδιορίζεται η ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου. Η αποδοτικότητα αυτή σχετίζεται άμεσα με την εξασφάλιση της διάθεσης της παραγόμενης ενέργειας, τόσο της ηλεκτρικής όσο και της θερμικής ενέργειας, προκειμένου για εγκαταστάσεις συμπαραγωγής. Εφόσον βέβαια η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ ή το διασυνδεδεμένο σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας της χώρας, η εξασφάλιση της διάθεσης θεωρείται δεδομένη. Για κάθε τεχνολογία ΑΠΕ εκτιμάται η ετησίως παραγόμενη ενέργεια. Ζητούμενο στοιχείο είναι η εκτίμηση του βαθμού αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων.

8. Εξασφάλιση τεχνικοοικονομικής αποδοτικότητας έργου

Υπενθυμίζεται ότι από το νόμο (Άρθρο 3, Ν. 2773/99) πρέπει να προάγεται η οικονομικότητα κάθε άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, να εξυπηρετείται ο στόχος της μείωσης του κόστους της ενέργειας, να εξασφαλίζεται η χαμηλότερη δυνατή τιμή για τους καταναλωτές και να μην εμποδίζεται ο ανταγωνισμός στα πλαίσια της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι λόγω του καθεστώτος των ΑΠΕ και ΣΗΘ επηρεάζονται οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας και το υπερβάλλον κόστος καταβάλλεται από τους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τους λόγους αυτούς εξετάζεται η οικονομοτεχνική αποδοτικότητα κάθε έργου, ώστε σε συνδυασμό με την τεχνολογική αρτιότητα να προάγεται με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘ.

Η εξέταση αυτή γίνεται για το έργο και όχι για την επένδυση. Δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν επιδοτήσεις ή επιχορηγήσεις, ούτε χρηματοδοτικά σχήματα που τυχόν επιδιώκει ο επενδυτής. Η αξιολόγηση της τεχνικοοικονομικής αποδοτικότητας γίνεται για το έργο θεωρώντας για όλα τα έργα τυποποιημένη προέλευση των οικονομικών πόρων (30% ίδια κεφάλαια - 70% τραπεζικός δανεισμός), τυποποιημένες τιμές επιτοκίων και χρόνου απόσβεσης.

10.7 Άδεια εγκατάστασης

Αδειοδοτούσα Αρχή για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης ή επέκτασης και λειτουργίας σε σταθμούς με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η οικεία Περιφέρεια.

Προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος για έκδοση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης είναι η κατοχή ισχύουσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κατά την εξέταση των αρχικά υποβληθέντων στοιχείων και πριν από τη διαβίβασή τους στις αρμόδιες υπηρεσίες η Αδειοδοτούσα Αρχή ελέγχει την πληρότητα αυτών, καθώς και τη ταύτισή τους με τα στοιχεία στα οποία βασίστηκε η χορήγηση της οικείας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο έλεγχος της ταύτισης καλύπτει ιδίως τα στοιχεία που αναφέρονται στη θέση εγκατάστασης του σταθμού, σύμφωνα με το τοπογραφικό διάγραμμα, την ονομαστική ηλεκτρική ισχύ του σταθμού, την ενδεχόμενη πρόβλεψη αυτοπαραγωγής, καθώς και το πρόσωπο του αιτούντος. Σε περίπτωση μη ταύτισης το αίτημα απορρίπτεται.

10.8 Άδεια λειτουργίας

Η δοκιμαστική λειτουργία[33] σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν επιτρέπεται πριν από τη σύναψη των σχετικών συμβάσεων μεταξύ παραγωγού και Διαχειριστή για τη σύνδεση του σταθμού με το Σύστημα ή Δίκτυο και την αγοραπωλησία ηλεκτρικής ενέργειας.

Πριν την έκδοση της άδειας λειτουργίας και σε κάθε περίπτωση μετά την αποπεράτωση των εγκαταστάσεων του σταθμού και για χρονικό διάστημα όχι μεγαλύτερο των τεσσάρων (4) μηνών μπορεί να γίνεται η προσωρινή σύνδεση του σταθμού στο Σύστημα ή σε Δίκτυο για την εκτέλεση των απαιτουμένων δοκιμών των εγκαταστάσεων.

Το τίμημα για την ενέργεια που διατίθεται κατά την περίοδο προσωρινής σύνδεσης σταθμού που αξιοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καταβάλλεται μετά τη λήψη της άδειας λειτουργίας.

10.9 Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α.)

- Για τη διενέργεια Π.Π.Ε.Α[34], ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει αίτηση στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), η οποία τη διαβιβάζει στην Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (Ε.Υ.ΠΕ.) του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ Η Π.Π.Ε. περιλαμβάνει πληροφορίες ως προς:
    - Τη θέση, και το μέγεθος του έργου.
    - Το είδος, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου.
    - Τις συνθήκες της περιοχής που θα πραγματοποιηθεί το έργο, κυρίως σε σχέση με το φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον αυτής.
    - Τη χρήση των φυσικών πόρων.
    - Τη σωρευτική και συνεργιστική δράση με άλλα έργα ή δραστηριότητες.
    - Την παραγωγή αποβλήτων.
    - Την προκαλούμενη ρύπανση και τις οχλήσεις.

[33] Υπουργική Απόφαση Δ6/Φ1/2000/2002 (ΦΕΚ Β158/13.02.2002, Άρθρο 13
[34] Υπουργική Απόφαση οικ.104247/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ (ΦΕΚ Β 663/26.5.2006), Άρθρο 3

- Την πρόληψη των ατυχημάτων ιδίως από τη χρήση ουσιών ή τεχνολογίας.
- Τη συνοπτική, καταρχάς, περιγραφή των μέτρων που προβλέπονται προκειμένου να αποφευχθούν, να μειωθούν και εφόσον είναι δυνατό, να επανορθωθούν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις.
- Τη συνοπτική περιγραφή των κύριων εναλλακτικών λύσεων, συμπεριλαμβανομένης και της μηδενικής που μελετά ο κύριος του έργου, Α.Π.Ε. και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής του, λαμβανομένων υπόψη των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον.

➢ Η Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. αφού εξετάσει τον φάκελο και διαπιστώσει ότι είναι πλήρης και πριν εισηγηθεί επί του περιεχομένου του, διαβιβάζει αυτόν στους ακόλουθους κατά περίπτωση, φορείς, εντός προθεσμίας δέκα (10) ημερών από την συμπλήρωσή του, για τη διατύπωση σχετικής γνώμης για θέματα της αρμοδιότητάς τους:

- Τη Διεύθυνση Χωροταξίας του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Τη Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, αποκλειστικά για τα έργα Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται εν μέρει ή στο σύνολό τους σε περιοχές του εθνικού καταλόγου που έχουν προταθεί για ένταξη στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000 και σε περιοχές RAMSAR.
- Το Γενικό Επιτελείο Εθνικής Άμυνας.
- Την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας.
- Την αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
- Την αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Τουριστικής Ανάπτυξης.
- Τις αρμόδιες Εφορείες Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων και τις Εφορείες Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, τις Εφορείες Νεοτέρων Μνημείων και αποκλειστικά για έργα Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται στη θάλασσα, τις Εφορείες Εναλίων Αρχαιοτήτων.
- Τους Οργανισμούς Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, αποκλειστικά

για τα έργα Α.Π.Ε. που προτείνεται να εγκατασταθούν στις περιοχές δικαιοδοσίας των εν λόγω Οργανισμών και τους αρμόδιους Οργανισμούς της οικείας Περιφέρειας, που ορίζονται στο άρθρο 3 του ν. 2508/1997, εφόσον αυτοί έχουν συσταθεί.

- Τους Φορείς Διαχείρισης Προστατευομένων Περιοχών, αποκλειστικά για τα έργα Α.Π.Ε. που προτείνεται να εγκατασταθούν στις περιοχές δικαιοδοσίας των εν λόγω Φορέων που ορίζονται στο άρθρο 15 του ν. 2742/1999, εφόσον αυτοί έχουν ιδρυθεί.
- Την αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, αποκλειστικά για έργα Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται στη θάλασσα ή/ και στον αιγιαλό.

Η απόφαση Έγκρισης ή μη Περιβαλλοντικών Όρων εκδίδεται από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Ανάπτυξης, αφού προηγουμένως έχει εγκριθεί το έργο από τους παραπάνω φορείς. Η απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ισχύει για δέκα (10) έτη.

10.10 Αγοραπωλησία ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο

Η σύμβαση αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας[35] που συνάπτεται μεταξύ Διαχειριστή του Συστήματος και Παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας, για σταθμούς που αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης και συνδέονται στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο της χώρας εκτός αυτού των μη διασυνδεδεμένων με το Σύστημα νησιών, αναφέρεται πάντοτε σε μέγεθος μέγιστης ισχύος που θα παρέχεται από τον Παραγωγό και το οποίο με την επιφύλαξη των ορίων του άρθρου 9 του ν. 3468/2006 αντιστοιχεί στο μικρότερο από τα μεγέθη ισχύος για την οποία έχουν εκδοθεί οι οικείες άδειες παραγωγής και εγκατάστασης ή επέκτασης.

[35] Υπουργική Απόφαση Δ6/Φ1/οικ.18359 (ΦΕΚ Β 1442/2.10.2006), Άρθρο 21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11
ΕΙΔΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΧΩΡΟ

11.1 Εισαγωγή

Εκτός από τις κύριες άδειες που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο για την έγκριση εγκατάστασης της συγκεκριμένης διάταξης σε θαλάσσια περιοχή απαιτούνται επιπλέον διαδικασίες για την τελική αδειοδότηση.

11.2 Ειδική άδεια για εγκατάσταση πλωτού στοιχείου

11.2.1 Ορισμοί

Σύμφωνα με τον νόμο 2971 της 19-12-2001 (ΦΕΚ Α 285) δίδονται οι παρακάτω ορισμοί των περιοχών για την καλύτερη κατανόηση.

- «Αιγιαλός» είναι η ζώνη της ξηράς, που βρέχεται από τη θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της.
- «Παραλία» είναι η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι και πενήντα (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με τη θάλασσα και αντίστροφα.
- «Παλαιός αιγιαλός» είναι η ζώνη της ξηράς, που προέκυψε από τη μετακίνηση της ακτογραμμής προς τη θάλασσα, οφείλεται σε φυσικές προσχώσεις ή τεχνικά έργα και προσδιορίζεται από τη νέα γραμμή αιγιαλού και το όριο του παλαιότερα υφιστάμενου αιγιαλού.
- «Όχθη» των μεγάλων λιμνών και των πλεύσιμων ποταμών είναι η χερσαία ζώνη, που περιστοιχίζει αυτούς και βρέχεται από τις μεγαλύτερες αλλά συνήθεις αναβάσεις των υδάτων τους.
- «Παρόχθια ζώνη» των μεγάλων λιμνών και των πλεύσιμων ποταμών είναι η, με τη συνδρομή προϋποθέσεων, προστιθέμενη στην όχθη ζώνη ξηράς, που καθορίζεται σε πλάτος μέχρι και πενήντα (50) μέτρα από το προς την ξηρά όριο της όχθης.
- «Παλαιά όχθη» των μεγάλων λιμνών και των πλεύσιμων ποταμών είναι η ζώνη της ξηράς, που προέκυψε από τη μετακίνηση της οριογραμμής της όχθης των μεγάλων λιμνών και πλεύσιμων ποταμών.

- «Λιμένας» είναι ζώνη ξηράς και θάλασσας μαζί με έργα και εξοπλισμό, που επιτρέπουν κυρίως την υποδοχή κάθε είδους πλωτών μέσων και σκαφών αναψυχής, τη φορτοεκφόρτωση, αποθήκευση, παραλαβή και προώθηση των φορτίων τους, την εξυπηρέτηση επιβατών και οχημάτων και την ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τις θαλάσσιες μεταφορές.
- «Λιμενικά έργα» είναι εκείνα, που εκτελούνται ολικώς ή μερικώς στον αιγιαλό, την όχθη, την παραλία ή την παρόχθια ζώνη, μέσα στη θάλασσα, στον πυθμένα της θάλασσας και στο υπέδαφος του βυθού, καθώς και εκείνα που επιφέρουν διαμόρφωση ή αλλοίωση των χώρων αυτών ή που προβλέπονται από τις διατάξεις περί Λιμενικών Ταμείων.
- «Φορέας διοίκησης και εκμετάλλευσης λιμένα» είναι κάθε δημόσιος φορέας ή φορέας της Αυτοδιοίκησης ή ιδιωτικός ή μικτός φορέας που έχει, κατά νόμο, την ευθύνη της διοίκησης και της εκμετάλλευσης λιμένα.

11.2.2 Κυριότητα αιγιαλού, παραλίας, όχθης και παρόχθιας ζώνης

Ο αιγιαλός, η παραλία, η όχθη και η παρόχθια ζώνη[36] είναι πράγματα κοινόχρηστα και ανήκουν κατά κυριότητα στο Δημόσιο, το οποίο τα προστατεύει και τα διαχειρίζεται, καθώς και η προστασία του οικοσυστήματος των ζωνών αυτών είναι ευθύνη του Κράτους.

Ο κύριος προορισμός των ζωνών αυτών είναι η ελεύθερη και ακώλυτη πρόσβαση προς αυτές. Κατ' εξαίρεση ο αιγιαλός, η παραλία, η όχθη και η παρόχθια ζώνη μπορούν να χρησιμεύσουν για κοινωφελείς περιβαλλοντικούς και πολιτιστικούς σκοπούς και για απλή χρήση της, καθώς επίσης και για την εξυπηρέτηση υπέρτερου δημοσίου συμφέροντος.

11.2.3 Παραχώρηση απλής χρήσης αιγιαλού, παραλίας

Απλή χρήση του αιγιαλού και της παραλίας[37] είναι κάθε χρήση, εφόσον από αυτή δεν παραβιάζεται ο προορισμός τους ως κοινόχρηστων πραγμάτων και δεν επέρχεται αλλοίωση στη φυσική μορφολογία τους και τα βιοτικά στοιχεία τους.

Η παραχώρηση της απλής χρήσης του αιγιαλού και της παραλίας γίνεται με απόφαση του Υπουργού Οικονομικών, έναντι ανταλλάγματος κατά τις διατάξεις για

[36] Νόμος 2971/2001 « Αιγιαλός, Παραλία και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 285/19.12.2001), Άρθρο 2
[37] Νόμος 2971/2001 « Αιγιαλός, Παραλία και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 285/19.12.2001), Άρθρο 13

την εκμίσθωση δημόσιων κτημάτων, πλην του αιγιαλού και παραλίας κηρυγμένων αρχαιολογικών χώρων, προστατευόμενων περιοχών, ευπαθών οικοσυστημάτων και ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, τη διαχείριση των οποίων έχει η αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Πολιτισμού. Σε Ο.Τ.Α., φορείς διοίκησης και εκμετάλλευσης Λιμένων, οργανισμούς κοινής ωφέλειας και Ν.Π.Δ.Δ. η παραχώρηση δύναται να γίνει και απευθείας με ή χωρίς αντάλλαγμα, αλλά σε ιδιωτικό φορέα διαχείρισης η παραχώρηση γίνεται πάντοτε με αντάλλαγμα.

11.2.4 Παραχώρηση αιγιαλού, παραλίας για την εκτέλεση έργων

Η παραχώρηση του δικαιώματος χρήσης αιγιαλού, παραλίας, συνεχόμενου ή παρακείμενου θαλάσσιου χώρου, ή του πυθμένα, για την εκτέλεση έργων[38] που εξυπηρετούν εμπορικούς, βιομηχανικούς, συγκοινωνιακούς, λιμενικούς ή άλλου είδους σκοπούς, που προβλέπονται από τις κείμενες διατάξεις, γίνεται με απόφαση του Υπουργού Οικονομικών

11.3 Άδεια ναυπήγησης και μέτρα ασφαλείας

11.3.1 Νηογνώμονας

Η επιθεώρηση των πλοίων από πλευράς πλοϊμότητας και ασφαλείας είναι θεσμός που ανάγει τις ρίζες του στη βρετανική πρακτική του 18^{ου} αιώνα. Σκοπός της είναι η εξασφάλιση της αξιοπλοΐας των πλοίων, τόσο προς πλεύση όσο και προς ποιοτική και ασφαλή μεταφορά των επιβαινόντων, αλλά και προς διατήρηση του φορτίου. Στη σύγχρονη εποχή το σημαντικό αυτό έργο εποπτεύεται από κρατικές αρχές και κατά την ελληνική νομοθεσία με βάση το άρθρο 39 ΚΔΝΔ εκτελείται στην ουσία του από ιδιωτικές επιχειρήσεις ή επιχειρήσεις του ευρύτερου δημοσίου τομέα, τους νηογνώμονες ή κατ΄ άλλη ορολογία τις εταιρείες κατάταξης πλοίων (registers of shipping, classification societies). Οι σπουδαιότεροι στο διεθνή χώρο είναι ο αγγλικός Lloyd's και το βελγικό Bureau Veritas. Ο ελληνικός νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1919, ήδη δε ελέγχεται από την Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων.

Οι νηογνώμονες έχουν ως έργο την κατάταξη των πλοίων σε κατηγορία και κλάση, ανάλογα με τις ιδιότητες και τα προσόντα τους, σε σχέση με κανονισμούς που οι ίδιοι εκπονούν και εγκρίνονται από επιτροπές ειδημόνων. Ενεργούν περιοδικές επιθεωρήσεις που σκοπό έχουν τη διατήρηση της κλάσης του κάθε πλοίου και

[38] Νόμος 2971/2001 « Αιγιαλός, Παραλία και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 285/19.12.2001), Άρθρο 14

καταγράφουν τα γεγονότα που έχουν σημασία για την κατάσταση τους. Παρέχουν πληροφορίες στους ενδιαφερόμενους για την αξιοπλοϊα και την εν γένει κατάσταση του πλοίου που παρακολουθούν, εκδίδοντας πιστοποιητικά και δημοσιεύουν κάθε χρόνο μητρώο των πλοίων που έχουν κατατάξει με στοιχεία της ταυτότητας και της κλάσης τους.

Σύμφωνα με μέρος της ελληνικής θεωρίας και τη λιγοστή ημεδαπή νομολογία η σύμβαση που συνδέει την πλοιοκτήτρια και το νηογνώμονα είναι σύμβαση έργου. Κατ' άλλη εκδοχή έχει το χαρακτήρα της μίσθωσης ανεξάρτητων υπηρεσιών. Η πρώτη άποψη είναι ορθότερη, πλησιέστερη προς τη φύση του τεχνικού έργου που παρέχουν οι επιχειρήσεις αυτές και τελεολογικά ενδεδειγμένη ως αυστηρότερη για τα «εύκολα πιστοποιητικά». Η τελευταία εκδοχή έχει ασθενές σημείο την υποβάθμιση της αξίας του αποτελέσματος της επιθεώρησης (του πιστοποιητικού ή της κατάταξης), ενώ παραλλήλως αποκλείει την ευθύνη από τα ελαττώματα, που τόση αξία έχει για τη θαλάσσια αποστολή.

11.3.2 Διεύθυνση Εμπορικών Πλοίων

Όπως ήδη αναφέρθηκε ο νηογνώμονας ανήκει στην διεύθυνση εμπορικών πλοίων, η οποία με την σειρά της ανήκει στην δικαιοδοσία του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας Αιγαίου και Νησιωτικής πολιτικής στον κλάδο Ελέγχου Εμπορικών Πλοίων.

Για την τοποθέτηση της κατασκευής στο θαλάσσιο χώρο θα πρέπει να κατατεθούν τα παρακάτω γενικά δικαιολογητικά στην συγκεκριμένη υπηρεσία, ώστε να ληφθεί η έγκριση:

- Πρωτόκολλο γενικής επιθεώρησης.
- Σχέδια εξοπλισμού.
- Πυρασφάλεια.
- Άδεια ναυπήγησης.
- Έγγραφα εθνικότητας.

Επίσης, από την απάντηση σχετικής μας αίτησης στην συγκεκριμένη υπηρεσία προκύπτουν τα ακόλουθα[39]:

- Πριν την εγκατάσταση της διάταξης θα πρέπει να γίνει έλεγχος και να δοθεί άδεια ναυπήγησης από τον νηογνώμονα. Αλλά και σε περίπτωση

[39] Απάντηση ερωτήματος Αριθμός Πρωτοκόλλου:4351.1/114/08, Πειραιάς, 21/7/2008

ζημίας που επηρεάζεται η πλευστότητα ή η ευστάθεια της κατασκευής πρέπει να γίνεται επανέλεγχος από τον ειδικό.

- Για λόγους ασφαλείας η κατασκευή θα πρέπει να διαθέτει εφεδρική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας ή μπαταρίες, ώστε να λειτουργούν τα φώτα που δηλώνουν την θέση της, σε περίπτωση βλάβης του δικτύου.
- Η διάταξη δεν απαιτεί την χρήση μηχανής καθώς δεν είναι αυτοκινούμενη αλλά ρυμουλκούμενη.
- Επίσης, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία θα πρέπει να υπάρχουν τα ανάλογα κυκλικά σωσίβια.
- Καθώς και έξι φωτοβολίδες αλεξιπτώτου και δώδεκα βεγγαλικά χειρός ερυθρού χρώματος για περίπτωση ανάγκης.
- Για την προστασία κατά της πυρκαγιάς θα πρέπει να υπάρχει μόνιμο σύστημα ανίχνευσης καπνού και βάσει της μελέτης του μηχανικού τα ανάλογα πυροσβεστικά μέσα.
- Αν και η κατασκευή διαθέτει έξοδο χρειάζεται μια επιπλέον σκάλα ώστε σε περίπτωση πυρκαγιάς ή φραγής της εισόδου να υπάρχει και άλλος τρόπος διαφυγής.
- Τέλος, απαραίτητο είναι το σύστημα επικοινωνίας, και με καλωδιακή σύνδεση αλλά και με ασύρματο δίκτυο, ώστε να υπάρχει άμεση επικοινωνία με την ξηρά και ειδικότερα με την Λιμενική Αρχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

12.1 Εισαγωγή

Ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί την τελευταία δεκαετία πόλο έλξης για τις κυβερνήσεις των χωρών, αλλά και για ιδιώτες, καθώς διαφαίνεται ότι θα υπάρξει ραγδαία εξέλιξη στον συγκεκριμένο κλάδο και θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για τις επερχόμενες επενδύσεις.

Οι κυβερνήσεις θέλοντας να ανταποκριθούν στις δεσμεύσεις που έχουν λάβει με την Συνθήκη του Κιότο προωθούν διάφορες μεθόδους χρηματοδότησης, ώστε να δημιουργηθεί ένα επιπλέον κίνητρο για την δημιουργία εγκαταστάσεων σχετικών με το αντικείμενο. Συγχρόνως, διάφοροι οργανισμοί και όμιλοι επιχειρήσεων προσπαθούν να διεισδύσουν στο συγκεκριμένο επενδυτικό τομέα μέσω συγχρηματοδοτήσεων σε ιδιωτικά έργα. Ανάμεσα στην πληθώρα των τρόπων χρηματοδότησης που υπάρχουν επιλέχθηκε το venture capital, το οποίο θα αναλυθεί και παρακάτω, διότι το μέγεθος του έργου και το υψηλό ρίσκο δεν αφήνουν περιθώρια χρηματοδότησης από άλλο φορέα.

12.2 Το venture capital

Το venture capital είναι ένα χρηματοδοτικό εργαλείο που εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1950 στις ΗΠΑ και αρκετά αργότερα αλλά δυναμικά στη Μ. Βρετανία καθώς επίσης και στις άλλες χώρες της Δ. Ευρώπης[40]. Είναι πολύ νέο σαν θεσμός στην Ελλάδα (πρώτος σχετικός νόμος 1775/88) όπου όμως αναπτύσσεται, ειδικά την τελευταία πενταετία, ραγδαία. Μετά τη χρηματιστηριακή άνοιξη στην Ελλάδα και την μεταφορά τεράστίων κεφαλαίων από τραπεζικές καταθέσεις σε αγορές μετοχών, ο ενθουσιασμός των επενδυτών έχει μειωθεί και οι επενδυτές στρέφονται και θα στραφούν στο μέλλον σε μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες τοποθετήσεις. Αυτό έχει συμβεί και στις χώρες όπου το venture capital ανθεί.

Η χρηματοδότηση μιας εταιρείας από ένα venture capital fund γίνεται με τη μορφή της συμμετοχής στο μετοχικό τους κεφάλαιο της εταιρείας, κυρίως μέσω αύξησής του. Εναλλακτικά μπορεί να δοθεί με τη μορφή μετατρέψιμου ομολογιακού δανείου. Το venture capital δεν επενδύει συνήθως σε εισηγμένες εταιρείες.

[40] www.nvca.org (6/8/2008)

Το venture capital στοχεύει σε ρευστοποίηση των συμμετοχών του και επανεπένδυση των κεφαλαίων του. Δεν στοχεύει στη διατήρηση του χαρτοφυλακίου του για πολλά χρόνια. Επενδύει με μακροπρόθεσμη προοπτική αλλά παράλληλα με ορατό χρονικό ορίζοντα εξόδου.

Επιδίωξη του venture capital είναι να συνεισφέρει σαν στρατηγικός εταίρος στη γρήγορη ανάπτυξη των εταιρειών που συμμετέχει, στη βελτίωση της χρηματοοικονομικής τους δομής και στην ανάπτυξη κερδοφορίας.

Το venture capital μοιράζεται με μία επιχείρηση το ρίσκο και ως εκ τούτου περιμένει να αμειφθεί με υψηλές αποδόσεις ίδιες με τις αναμενόμενες από τον επιχειρηματία.

7.2.1 Το θεσμικό πλαίσιο του Venture Capital στην Ελλάδα

Ο Ν.1775/88 διαμόρφωσε το πρώτο θεσμικό πλαίσιο, και ήταν περίπου απαγορευτικός ή αποτρεπτικός για τους επενδυτές. Ο ισχύων Ν. 2367/95 προσπάθησε να αναμορφώσει το πλαίσιο λειτουργίας του venture capital χωρίς να το επιτύχει. Για το λόγο αυτό όλες οι σοβαρές προσπάθειες στηρίχθηκαν σε offshore εταιρείες (funds) υπερπηδώντας έτσι όλα τα εμπόδια (κύρια φορολογικά) και αυξάνοντας την ανταγωνιστικότητα των προσπαθειών[41].

Ο νόμος 2992/2002, αποτελεί την τελευταία νομοθετική ρύθμιση στο χώρο του Venture Capital παρέχοντας ευνοϊκά φορολογικά και άλλα κίνητρα. Παράλληλα η υπουργική απόφαση 217550 (ΦΕΚ Β΄1544) εξειδικεύει και οριοθετεί τους όρους και τις προϋποθέσεις συμμετοχής του Ταμείου Ανάπτυξης Νέας Οικονομίας (Τ.Α.ΝΕ.Ο.) σε τέτοιες επενδύσεις.

- Το 94,5% των επιχειρήσεων θεωρεί ότι δεν θα μπορούσαν να είχαν υπάρξει, αναπτυχθεί περαιτέρω ή /και επιβιώσει χωρίς τα κεφάλαια αυτά, γεγονός που φαντάζει λογικό καθώς τα Venture Capital δεν δανείζουν αλλά συνεισφέρουν φθηνά ως προς το κόστος για την επιχείρηση κεφάλαια ανάπτυξης συμμετέχοντας στο μετοχικό κεφάλαιο τους.
- Το 90% των επιχειρήσεων αύξησαν τις θέσεις εργασίας ως συνέπεια αυτών των επενδύσεων.

[41] www.attica-ventures.gr/VC-overview.php (12/8/2008)

- Οι εταιρείες χρησιμοποιούν κεφάλαια από venture capital συνήθως για να αυξήσουν τις δαπάνες τους για ανάπτυξη στρατηγικών marketing-πωλήσεων, έρευνα & τεχνολογία, εκπαίδευση και δικτυακές υποδομές.
- Οι εταιρείες που χρηματοδοτήθηκαν δηλώνουν ότι η συνεισφορά των εταιρειών venture capital δεν περιορίζεται μόνο σε χρηματοδότηση, αλλά και σε βοήθεια στην στρατηγική, ανάπτυξη προϊόντων, supply chain, χρηματοοικονομική διάρθρωση και οικονομικό έλεγχο, δικτύωση με άλλες επιχειρήσεις και ακόμη αύξηση της αξιοπιστίας τους έναντι της αγοράς (το 90% των επιχειρήσεων που χρηματοδοτήθηκαν δηλώνουν ότι επικοινωνούν με την εταιρεία Venture Capital τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα).
- Το 57% των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν Venture Capital πέτυχαν ρυθμούς αύξησης του τζίρου τους μεγαλύτερους από των ανταγωνιστών τους, ενώ το 77% των επιχειρήσεων δηλώνει ότι η αύξηση των κερδών τους ήταν ίση ή μεγαλύτερη από τον ανταγωνισμό.
- Οι εργαζόμενοι στις επιχειρήσεις δηλώνουν ότι οι μισθοί τους και άλλες αμοιβές (stock options, αμοιβή με κίνητρα κλπ.) ανέβηκαν σημαντικά μετά την είσοδο εταιρειών Venture Capital[42].

[42] www.attica-ventures.gr/VC-overview.php (12/8/2008)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι περιβαλλοντικές και οικονομικές συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί παγκοσμίως λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη από την μία και της προβλεπόμενης εξάντλησης των αποθεμάτων από την άλλη, σε περιβάλλον σταθερής αύξησης της ζήτησης ενέργειας, δεν αφήνουν περιθώρια επανάπαυσης.

Οι ανανεώσιμες πηγές πρέπει να αποκτήσουν κεντρικό ρόλο στην εποχή που έρχεται και το ποσοστό συμμετοχής τους στο ενεργειακό μείγμα της χώρας να μεγιστοποιηθεί, όπως αποδεικνύεται από τα οφέλη που αποκομίζονται μέσω της χρησιμοποίησης των ανανεώσιμων πηγών που έρχονται σε αντιπαράθεση με τα μειωμένα μειονεκτήματα τους. Αξιοποιώντας όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τα μέσα η παρούσα διάταξη έχει την δυνατότητα να μεταβάλει το ενεργειακό μείγμα της χώρας.

Για να επιτευχθεί, όμως η ανάπτυξη της στη χώρα μας θα πρέπει να δημιουργηθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις και αυτό θα μπορέσει να υλοποιηθεί με τις ακόλουθες ενέργειες:

- Θα πρέπει να υπάρξει βελτίωση στο νομοθετικό πλαίσιο, αλλά και στο σύστημα ελέγχου.
- Οι διαδικασίες να γίνουν πιο ευέλικτες, ώστε να τηρούνται οι προθεσμίες και συγχρόνως να υπάρχει άμεση χρηματοδότηση.
- Να ξεκινήσουν ενημερωτικές καμπάνιες για την περιβαλλοντική υπόσταση της κατασκευής, ώστε να γίνει αποδεκτό από το σύνολο των πολιτών.

Η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας ενδιαφέρει άμεσα την χώρα μας που διαθέτει άφθονα ποσά των φυσικών φαινομένων, αλλά και πιο συγκεκριμένα θα μπορούσε να αξιοποιήσει στο έπακρο τον θαλάσσιο κυματισμό, με τον μεγάλο αριθμό νησιών και την τεράστια ακτογραμμή της, η οποία είναι η μακρύτερη στην Ε.Ε.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα που αποδεικνύουν τη δυνατότητα του θαλάσσιου κυματισμού και δίνουν ώθηση στην ανάπτυξη και εξέλιξη του συγκεκριμένου τομέα.

Η κατασκευή που παρουσιάστηκε, στη συγκεκριμένη μελέτη έχει ήδη αποδείξει μέσω του πειραματικού μοντέλου, που έχει δημιουργηθεί και λειτουργεί ικανοποιητικά, ότι θα μπορούσε με περαιτέρω εξέλιξη να ανταγωνιστεί τα ήδη συστήματα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

Μέσω της χρηματοδότησης από το venture capital, που προτείνεται ως η πλέον ενδεδειγμένη μορφή χρηματοδότησης για προβιομηχανικά προϊόντα, στο άμεσο μέλλον θα αρχίσει η σχεδιομελέτη της διάταξης σε πραγματικές διαστάσεις. Έπειτα, θα κατασκευαστεί και θα εγκατασταθεί πιλοτικά σε προεπιλεγμένη περιοχή, με σκοπό να αποδείξει τις δυνατότητες της σε πραγματικές συνθήκες. Αυτό θα επιτευχθεί συλλέγοντας δεδομένα λειτουργίας και διαθέτοντας την παραγόμενη ενέργεια στο δίκτυο.

Σαν σκοπό έχει να αποδείξει την αποδοτικότητα της σαν επένδυση για να προσελκύσει επενδυτές. Αφού εξασφαλιστεί το επενδυτικό ενδιαφέρον, δημιουργείται η κατάλληλη υποδομή, ώστε να ξεκινήσει η μαζική παραγωγή της.

Είναι βέβαιο ότι θα υπάρξουν ραγδαίες αλλαγές στον τομέα της ενέργειας στα επόμενα χρόνια και αυτό θα επιφέρει ανακατατάξεις στον οικονομικό τομέα των χωρών. Αν η Ελλάδα αξιοποιήσει τους φυσικούς της πόρους στο έπακρο θα μπορέσει να βγει από την αφάνεια και να αναπτυχθεί σε μια ισχυρή χώρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ελληνική

- Ασωνίτης Γ. (1995) «*Η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της θάλασσας*», Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα
- Γελεγένης Ι., Αξαόπουλος (2005) «*Πηγές ενέργειας :συμβατικές και ανανεώσιμες*», Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα
- Γρηγορίου Π. (1992) «*Το νομικό σύστημα προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος της μεσογείου κατά της ρύπανσης*», Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα
- Δασκαλάκη Μ. (1982) «*Λιμάνια, Θαλάσσια Κύματα, Λιμενικά Έργα*», Εκδόσεις Βάιος Σελλούντος & Σία Ο.Ε, Αθήνα
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (1996) «Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον. Τόμος 7: νερό», Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Λουξεμβούργο
- Ιωάννου Κ., Στρατή Α. (2000) «*Δίκαιο της θάλασσας*», Εκδόσεις Σάκκουλας, Αθήνα
- Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ. (2001) «*Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας*», Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Καπλάνης Σ. Ν. (2003) «*Ήπιες Μορφές Ενέργειας Ι- Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα
- Καράκωστας Ι. (2006) «*Περιβάλλον και Δίκαιο*», Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα- Κομοτηνή
- Κομβούτη Μ. (1979) «*Κύματα, Ρεύματα και Λιμενικές Κατασκευές*», Μυτιλήνη
- Κουτούπα- Ρεγκάκου Ε. (2005) «*Δίκαιο του περιβάλλοντος*», Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα
- Μπαλαράς Κ.Α,, Αργυρίου Α.Α, Καραγιάννης Φ. (2006) «*Συμβατικές και Ήπιες Μορφές Ενέργειας*», Εκδόσεις Τεκδοτική, Αθήνα
- Παλαιολόγου Ν.- Kramer L. (1992) «*Η συνθήκη ΕΟΚ και η προστασία του περιβάλλοντος*», Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα
- Παλαιολόγου Ν.- Kramer L. (1998) «*Ευρωπαϊκό Δίκαιο Περιβάλλοντος. Η νομολογία του ΔΕΚ*», Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα
- Παπαδημητρίου Γ. (1994) «*Η διείσδυση του κοινοτικού δικαίου περιβάλλοντος στην Ελλάδα*», Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα

- Σταυρόπουλος Α. (1991) «*Το ενεργειακό πρόβλημα- Το παρόν και το μέλλον*», Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς
- Τσατήρης Μ. (2002) «*Ενέργεια και περιβάλλον*», Εκδότης Δαρδάνος Γ., Αθήνα

Β. Ξένη

- Duxbury C.A, Duxbury B.A. (1997) «*An introduction to the world's oceans*», Εκδόσεις WCB, Mc Graw- Hill

Γ. Διαδύκτιο

- Υπουργείο Ανάπτυξης: www.ypan.gr
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων έργων: www.minenv.gr
- Δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού: www.ppc.gr
- Διαχειριστής ελληνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας: www.desmie.gr
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: www.cres.gr
- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας: www.rae.gr
- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: www.climate.noa.gr
- Επιχειρηματικό πρόγραμμα ανταγωνιστικότητα: www.antagonistikotita.gr
- Ελληνικό γραφείο της greenpeace: www.greenpeace.gr
- Ταμείο εγγυοδοσίας: www.tempme.gr
- Ειδική υπηρεσία επιθεωρητών περιβάλλοντος: www.minenv.gr/eyep/profil/general.html
- Ευφυής ενέργεια: ec.europa.eu/energy/intelligent/index eu.html
- Μονάδα ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων: www.ntua.gr/renes/renes.grk
- Εθνικό τυπογραφείο: www.et.gr
- www.attica-ventures.gr
- www.eommex.gr
- www.ependyseis.gr
- www.mou.gr
- www.ggea.gr
- www.hellaskps.gr
- ec.europa.eu/comm/energy/intelligent/index_en.html

- www.agoraideon.gr/site/index.php
- europa.eu.int/comm./environment/impel/finishenergy/efficiency.pdf
- europa.eu.int/comm./environment/law
- europa.eu.int/eur-lex/en/lif/ind/eu_analytical_index_1s.html
- www.alphaprivate.gr/green/greenportfolio.html
- ape.chania.teicrete.gr/ape/home/ape.htm
- www.ypan.gr/ape/sith_genika.html
- www.physics4u.gr/energy/ape.html
- www.hellasres.gr/Greek/giati-ape/giati-ape.htm
- ape.chania.teicrete.gr/ape/general/egatastasis.htm
- el.wikipedia.org/wiki/ Ήπιες_μορφές_ενέργειας
- www.ecogreens.gr/gr/modules.php?name=forums&file=viewtopic&t=1931
- ape.chania.teicrete.gr/ape/general/imonilisi-main.htm
- www.agoraideon.gr
- www.buildings.gr/greek/aiforos/ananeosimes/kimatiki_energy/kimatiki.htm
- ecology-salonika.org/lib
- www.thalamigos.gr/content/view/118/59/lang,el/
- www.in.gr
- www.poseidon.ncmr.gr/greek
- www.gge.gr/09diadsystasis/html/conditions.html
- www.eletaen.gr/Documents/aiolos/Ektheseis/NATIONAL_REPORT_RES_2003.pdf
- www.rae.gr/downloads/guide.pdf
- www.ependyseis.gr/sub/nomos3299/n3299.htm
- www.nvca.org
- www.energotech.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=31
- www.energolab.gr/index.asp?c=24
- www.viotech.gr/alles_texnologies/biomaza.html
- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/gewthermiki_energeia.html
- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/diaxeirisi_diakymansewn_sta_systimata_aiolikis_energeias.html
- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/ektimisi_aiolikoy_dynamikoy.html

- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/mikris_klimakas_ydroilektrikoi_stathmoi.html
- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/pws_leitoyrgoyn_oi_stathmoi_ydroilektrikis_paragwgis_ilektrikoy_reymatos.html
- www.viotech.gr/ananewsimes_piges_energeia/ydroilektriki_energeia.html
- www.cres.gr/kape/publications/photovol/CRES%20PV%20presentation%2017.11.04%20-%20final.pdf
- www.ekke.gr/estia/Cooper/Gym_Kozani_Emporio/Gumn_Koz_Emp_Biokpdf
- www.helapco.gr/library/pv_guide_sep07.pdf
- www.ypan.gr/docs/3rd_Biofuels_Report_Greece.pdf
- www.aenaon.net/gr/index.php?option=com_content&task=view&id=54&Itemid=29
- www.diktioaigaiou.gr/contents/draseis.php?kkid=45&kid=62&action=show&m1=4&lang=1
- ape.chania.teicrete.gr/ape/ocean-energy/ocean.htm
- http://www.ypan.gr/index_c_cms.htm
- http://www.yen.gr/wide/yen.chtm?prnbr=27440
- http://www.rae.gr/prices/main.htm
- www.rae.gr/SuB2/2_4.htm