



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

Ωκεάνια Ενέργεια:

Δυνατότητες, Εφαρμογή και Εξέλιξη

---

Χρήστος Μάντζαρης

A.M.:HN07614

Επιβλέπων: Νικόλαος Κολτσακλής, Επίκουρος Καθηγητής

Κοζάνη, Οκτώβριος 2023



*(Υπογραφή)*

.....

**ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΝΤΖΑΡΗΣ**

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Π.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

© 2023 – All rights reserved

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ονομάζονται οι πηγές ενέργειας οι οποίες πηγάζουν από φυσικές διαδικασίες. Οι πηγές αυτές (Ηλιακή Ενέργεια, Αιολική Ενέργεια, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Γεωθερμική Ενέργεια, Βιοενέργεια και Ωκεάνια Ενέργεια) έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό ότι κατά την αξιοποίηση τους δεν προκαλούν επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και επιπλέον είναι ανεξάντλητες.

Οι περισσότερες από τις παραπάνω πηγές κυριάρχησαν από πολύ νωρίς στις ζωές των ανθρώπων καθώς τις χρησιμοποιούσαν για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών (π.χ. θέρμανση, φωτισμός και μεταφορά μέσω των υδάτων). Μεταγενέστερα, με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την ανακάλυψη των ορυκτών καυσίμων, λόγω της μεγαλύτερης ζήτησης υλικών αγαθών και τροφίμων οι μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας εξελίχθηκαν ραγδαία. Όμως, αν και αποδοτικές ήταν σύντομα φανερό ότι δημιουργούσαν σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Έτσι οι αρνητικές επιπτώσεις τους στον πλανήτη σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος των ορυκτών καυσίμων ανάγκασε τον επιστημονικό κόσμο να στραφεί εκ νέου στις ΑΠΕ οι οποίες στη σύγχρονη εποχή έχουν σημειώσει άλματα προόδου και δεν σταματούν να αναπτύσσονται προς όφελος των ανθρώπων.

Με την ανάπτυξη των ΑΠΕ έκανε την εμφάνισή της μια νέα μορφή ενέργειας η οποία εντάσσεται και αυτή στην οικογένεια των ανανεώσιμων πηγών. Πρόκειται για την Ωκεάνια Ενέργεια με τους πρώτους που αναφέρθηκαν σε αυτήν να είναι οι Γάλλοι στα μέσα του 20ου αιώνα. Η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια των θαλάσσιων υδάτων αλλά και τις διαφορετικές θερμοκρασίες που υπάρχουν μεταξύ των στρωμάτων της. Συγκρίνοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της σε σχέση με τις ήδη εφαρμοζόμενες ανανεώσιμες πηγές καταλήγουμε στην υπεροχή της καθώς είναι πάντα άμεσα διαθέσιμη χωρίς περιορισμούς. Χωρίζεται σε τρεις βασικούς κλάδους την Παλιρροιακή Ενέργεια, την Κυματική Ενέργεια και την εκμετάλλευση της διαφοράς των θερμοκρασιών μεταξύ των θαλάσσιων στρωμάτων των ωκεανών. Αποτελεί μια μορφή ενέργειας με πολλές δυνατότητες οι οποίες κατάφεραν να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των επιστημόνων και των επενδυτών ολόκληρου του κόσμου. Από τις αρχές του 21ου αιώνα η τεχνολογική της εξέλιξη παρουσιάζεται ραγδαία με όλο και πιο πολλά κεφάλαια να επενδύονται ώστε να επιτευχθεί η γρήγορη εφαρμογή της. Οι μελέτες και οι εγκαταστάσεις συνεχώς πολλαπλασιάζονται προσπαθώντας να φτάσουν στα επιθυμητά ενεργειακά επίπεδα.

Μελλοντικά και στο πλαίσιο της πολυσυζητημένης πράσινης μετάβασης, οι εμπλεκόμενοι φορείς επιθυμούν ο συγκεκριμένος τύπος ενέργειας να έχει την δυνατότητα να καλύψει ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών και η χρήση της να εξαπλωθεί σε κάθε γωνία της υφηλίου. Όμως οι επιστημονικές μελέτες για την εκμετάλλευση της Ωκεάνιας Ενέργειας θα πρέπει να γίνονται πάντα με σεβασμό τόσο προς το περιβάλλον όσο και προς την ανθρώπινη και όχι μόνο ζωή δίχως να καταλήγουν σε πρακτικές οι οποίες μελλοντικά μπορεί να δημιουργήσουν ανεξέλεγκτα προβλήματα στην βιωσιμότητα του πλανήτη.

**Λέξεις Κλειδιά:** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Περιβάλλον, Ωκεάνια Ενέργεια, Παλιρροιακή Ενέργεια, Κυματική Ενέργεια, Διαφορές Θερμοκρασίας.



## ABSTRACT

Renewable energy sources (RES) are energy sources that originate from natural processes. These sources (Solar Energy, Wind Energy, Hydroelectric Energy, Geothermal Energy, Bioenergy and Ocean Energy) have as a common feature that when they are used, they do not cause harmful effects on the environment and, moreover, they are inexhaustible.

Most of the above sources dominated people's lives from a very early age as they used them to meet their daily needs (e.g., heating, lighting and transportation through water). Later, with the increase in world population, the development of technology and the discovery of fossil fuels, due to the greater demand for material goods and food, non-renewable forms of energy evolved rapidly. But, although efficient, it was soon clear that they were creating serious negative effects on the environment. Thus, their negative effects on the planet combined with the high cost of fossil fuels forced the scientific world to turn again to RES which in modern times have made leaps of progress and do not stop developing for the benefit of people.

With the development of RES, a new form of energy appeared which is also part of the family of renewable sources. It is about Ocean Energy, the first to mention it being the French in the middle of the 20th century. This specific form of energy uses the kinetic energy of the seawater as well as the different temperatures that exist between its layers. By comparing its advantages and disadvantages in relation to the already applied renewable sources, we come to its superiority as it is always immediately available without restrictions. It is divided into three main branches Tidal Energy, Wave Energy and the exploitation of the temperature difference between the sea layers of the oceans. It is a form of energy with many possibilities that have managed to attract the interest of scientists and investors around the world. Since the beginning of the 21st century, its technological development is presented rapidly with more and more funds being invested in order to achieve its rapid implementation. Studies and installations are constantly multiplying trying to reach the desired energy levels.

In the future and in the context of the much-discussed green transition, the parties involved want this type of energy to be able to cover a wide range of energy needs and its use to spread to every corner of the world. But scientific studies on the exploitation of Ocean Energy should always be done with respect for both the environment and human life and not only without ending up in practices which in the future may create uncontrollable problems in the sustainability of the planet.

**Keywords:** Renewable Energy Sources, non-Renewable Energy Sources, Environment, Oceanic Energy, Tidal Energy, Wave Power, Thermal Fluctuations.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με την καθοδήγηση, βοήθεια και συμπαράσταση ορισμένων ανθρώπων, στους οποίους οφείλω θερμές ευχαριστίες.

Κατ' αρχάς, στον επιβλέποντα της εργασίας κ. Νικόλαο Κολτσακλή, για την υπομονετική και δημιουργική καθοδήγησή του στην έρευνα που συνεπαγόταν η εργασία και τις πολύτιμες υποδείξεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της.

Στον κ. Παναγιώτη Τσέλεκα για τη βοήθεια και τις στοχευμένες παρατηρήσεις του στην τελική διαμόρφωση της εργασίας.

Τέλος, στην οικογένεια μου και πιο συγκεκριμένα την μητέρα μου Κατερίνα Νικολαΐδου και το σύντροφο της Αντώνη Τσέλεκα για την πρακτική και ψυχολογική στήριξη που μου παρείχαν.

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη σε έναν άλλο ηλεκτρολόγο μηχανικό ο οποίος σίγουρα με βλέπει από εκεί που βρίσκεται και χαμογελά...στον Πατέρα μου!





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT.....	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	ix
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	2
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	2
1.1 Ιστορική αναδρομή .....	2
1.2 Ηλιακή Ενέργεια.....	3
1.3 Αιολική Ενέργεια.....	6
1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	9
1.5 Γεωθερμική Ενέργεια.....	11
1.6 Βιοενέργεια-Πράσινη Ενέργεια (ενέργεια της βιομάζας).....	14
1.7 Ωκεάνια Ενέργεια .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	17
Εισαγωγή στην Ωκεάνια Ενέργεια και οι δυνατότητές της.....	17
2.1 Ορισμός Ωκεάνιας Ενέργειας .....	17
2.2 Παλιρροϊκή Ενέργεια.....	17
2.2.1 Ορισμός και κατηγορίες εγκαταστάσεων της Παλιρροιακής Ενέργειας.....	17
2.2.2 Περιοχές κατάλληλες για την εκμετάλλευση της Παλιρροιακής Ενέργειας .....	21
2.2.3 Επιδράσεις της Παλιρροιακής Ενέργειας στο περιβάλλον .....	21
2.2.4 Οικονομικές διαστάσεις της Παλιρροιακής Ενέργειας.....	22
2.2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Παλιρροιακής Ενέργειας .....	22
2.3 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια .....	23
2.3.1 Ορισμός και δυνατότητες της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας .....	23
2.3.2 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια και ηλεκτρισμός.....	24
2.3.3 Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια ως ρυθμιστής του κλίματος.....	26
2.3.4 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια, αποθήκευση και ψύξη ευαίσθητων προϊόντων.....	27
2.3.5 Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια και η συμβολή της στην διαχείριση των υδάτινων πόρων και στην παραγωγή γλυκού νερού.....	27

2.3.6	Περιοχές κατάλληλες για την εκμετάλλευση της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας .....	28
2.3.7	Οι οικονομικές διαστάσεις της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας.....	28
2.3.8	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας.....	29
2.4	Κυματική Ενέργεια .....	30
2.4.1	Ορισμός και δυνατότητες της Κυματικής Ενέργειας.....	30
2.4.2	Εγκαταστάσεις Κυματικής Ενέργειας.....	31
2.4.3	Περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις της Κυματικής Ενέργειας .....	35
2.4.4	Οι οικονομικές διαστάσεις της Κυματικής Ενέργειας .....	36
2.4.5	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Κυματικής Ενέργειας.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	.....	39
3.1	Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Ηλιακή Ενέργεια.....	39
3.2	Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Αιολική Ενέργεια.....	40
3.3	Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	41
3.4	Η Ωκεάνια Ενέργεια σε σύγκριση με την Γεωθερμική Ενέργεια .....	42
3.5	Η Ωκεάνια Ενέργεια σε σύγκριση με την Βιοενέργεια.....	42
3.6	Τελικό συμπέρασμα των παραπάνω συγκρίσεων .....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	.....	45
4.1	Οι πρώτες χώρες που ασχολήθηκαν ενεργά με την Ωκεάνια Ενέργεια.....	45
4.2	Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις της Ωκεάνιας Ενέργειας .....	46
4.3	Η Ωκεάνια Ενέργεια στην Ελλάδα .....	47
4.4	Η αύξηση των επενδύσεων της Ωκεάνιας Ενέργειας την σημερινή εποχή .....	48
4.5	Τα σενάρια ανάπτυξης της Ωκεάνιας Ενέργειας στο μέλλον .....	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	.....	54

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Οι τρεις κατηγορίες εφαρμογών της Ηλιακής ενέργειας (Πηγή: 49ο Γενικό Λύκειο Αθηνών).....	4
Εικόνα 2: Αιολικό πάρκο (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ) .....	8
Εικόνα 3: Υδροηλεκτρικός σταθμός με τεχνητή λίμνη στην κορυφή (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ).....	9
Εικόνα 4: Τα γεωθερμικά πεδία σύμφωνα με την ισχύ τους (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ) .....	13
Εικόνα 5: Ο τρόπος δημιουργίας της βιομάζας (Πηγή: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 8ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης).....	14
Εικόνα 6: Τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της βιομάζας (Πηγή: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 8ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης).....	15
Εικόνα 7: Λειτουργία φραγμάτων με σκοπό την εκμετάλλευση υδροηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης, ΤΕΙ ΔΜ) .....	18
Εικόνα 8: Σύστημα οριζόντιου άξονα (Πηγή: AQOUARET) .....	19
Εικόνα 9: Σύστημα κατακόρυφου άξονα (Πηγή: AQOUARET) .....	19
Εικόνα 10: Συστήματα παλινδρομικής κίνησης (Πηγή: AQOUARET) .....	20
Εικόνα 11: Αγωγός τύπου Venturi (Πηγή: AQOUARET).....	20
Εικόνα 12: Εγκατάσταση OTEC (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ) ...	26
Εικόνα 13: Καταλληλότητα τοποθεσιών ανάλογα το μέγεθος του αριθμού για χρήση συσκευών MEC για αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ).....	31
Εικόνα 14: Attenuator (Πηγή: EMEC) .....	32
Εικόνα 15: Point Absorbers (Πηγή: EMEC) .....	33
Εικόνα 16: Oscillating water Column (Πηγή: EMEC).....	33
Εικόνα 17: Oscillating Wave Surge Converters (Πηγή: EMEC) .....	34
Εικόνα 18: Overtopping Device (Πηγή: EMEC) .....	34
Εικόνα 19: Submerged Pressure Differential (Πηγή: EMEC).....	35
Εικόνα 20: Σύστημα WaveStar που συνδυάζει Ωκεάνια με Αιολική ενέργεια (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ) .....	41
Εικόνα 21: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Πηγή: Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο)..	44
Εικόνα 22: Προβλέψεις ανάπτυξης της Ωκεάνιας Ενέργειας μέχρι το 2030(Πηγή: DTOCEAN+).....	51

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες βρίσκονται σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον (π.χ. ήλιος, αέρας, γεωθερμία, νερό). Οι ίδιες αποτελούν την πρωταρχική μορφή ενέργειας την οποία χρησιμοποίησε το ανθρώπινο είδος πριν στρέψει το ενδιαφέρον του στην εκμετάλλευση και επεξεργασία των ορυκτών καυσίμων. Η αξιοποίησή τους δεν απαιτεί κάποιου είδους παρέμβαση όπως η εξόρυξη ενώ παράλληλα αποτελούν μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας για εκμετάλλευση. Επιπροσθέτως η χρήση τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον σε αντίθεση με τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο).

Από τα προϊστορικά χρόνια οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν προς όφελος τους την ενέργεια της φωτιάς (βιομάζα) για την θέρμανση, τον φωτισμό του χώρου στον οποίο ζούσαν καθώς και για την παρασκευή του φαγητού τους. Αργότερα με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη τους άρχισαν να τη χρησιμοποιούν και για την επεξεργασία των μετάλλων (μεταλλουργία). Μεταγενέστερα ανακάλυψαν τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει και ο άνεμος (αιολική ενέργεια) μέσω της οποίας μετατρέποντάς την σε μηχανική επιτεύχθηκαν η άλεση των σιτηρών, η ύδρευση, η άρδευση και οι υδάτινες μεταφορές. Επιπρόσθετα αξιοποιήθηκε η πτώση αλλά και η ροή του νερού (υδραυλική ενέργεια) με την ανακάλυψη των δύο βασικών εξαρτημάτων του νερόμυλου, τα οδοντωτά γρανάζια και τον τροχό του νερού από τους Έλληνες περίπου τον 3ο αιώνα π.Χ. Πολλά χρόνια αργότερα και με την πάροδο του χρόνου οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας άρχισαν να καλύπτουν περισσότερες ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπινου πληθυσμού. Τελευταία μορφή ενέργειας που προστέθηκε στην οικογένεια των ΑΠΕ αποτελεί η Ωκεάνια Ενέργεια η οποία πηγάζει από τα ύδατα των ωκεανών και σύμφωνα με τους επιστήμονες ανά τον κόσμο διαθέτει πολύ υψηλές ενεργειακές δυνατότητες οι οποίες θα συμβάλλουν στην ενεργειακή κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών δίχως να επηρεάζεται αρνητικά το φυσικό περιβάλλον

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

### 1.1 Ιστορική αναδρομή

Για πολλούς αιώνες η ανθρώπινη εξέλιξη εξαρτόταν απολύτως από την ενέργεια την οποία τους πρόσφερε η φύση και μπορούσαν να εκμεταλλευτούν από το περιβάλλον στο οποίο ζούσαν (ΑΠΕ). Όμως με την ανακάλυψη των ορυκτών καυσίμων και την γρήγορη ανάπτυξη και εξάπλωσή τους ειδικότερα κατά την Βιομηχανική Επανάσταση (1780-1850 μ.Χ.) η χρήση των ΑΠΕ παραγκωνίστηκε και επί το πλείστον η ενέργεια προερχόταν από την επεξεργασμένη ενέργεια που πρόσφεραν τα καύσιμα απολιθώματα.

Μετά από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973 και σε συνδυασμό με τα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που προέκυπταν (π.χ. το φαινόμενο του θερμοκηπίου) από την αλόγιστη άντληση του πετρελαίου και των υπόλοιπων μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ αυξήθηκε. Ανεξάρτητα όμως της επιτακτικής ανάγκης χρήσης των ΑΠΕ σύμφωνα με μελέτες που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης (IENE), η χρήση του άνθρακα, την οποία ήθελε να ελαττώσει η ΕΕ, όχι μόνο δεν περιορίστηκε την περίοδο 1973-2019 αλλά αυξήθηκε. Στην ημερίδα που διοργανώθηκε από το Κέντρο Ερευνών Προοδευτικής Πολιτικής με θέμα «Επενδυτικές Στρατηγικές στο νέο Γεωπολιτικό και Ενεργειακό Περιβάλλον» το IENE παρέδωσε στοιχεία σύμφωνα με τα οποία:

- Το ποσοστό χρήσης του άνθρακα αυξήθηκε από 24,7% σε 26,8%.
- Το ποσοστό χρήσης του πετρελαίου μειώθηκε από 46% σε 31%.
- Το ποσοστό χρήσης του φυσικού αερίου αυξήθηκε από 16,1% σε 23%. (Η συγκεκριμένη αύξηση αποδίδεται κυρίως στην υποχώρηση της χρήσης του πετρελαϊκού πλούτου).

Όπως διαπιστώθηκε ύστερα από μελέτες η αύξηση της χρησιμοποίησης του άνθρακα από τις χώρες με αναπτυσσόμενη οικονομία οφείλεται στο χαμηλό κόστος του. Προφανές παράδειγμα είναι η Κίνα δηλώνοντας ότι η χρήση του άνθρακα την βοηθά να κρατά χαμηλά το ενεργειακό κόστος παραγωγής.

Συγχρόνως τονίστηκε ότι μεταξύ της περιόδου 1973-2019 η συμμετοχή τόσο των βιοκαυσίμων όσο και των ΑΠΕ συνέχισε να κυμαίνεται σχετικά στα ίδια επίπεδα:

- Όσον αφορά την πράσινη οικονομία η συμμετοχή της στον ηλεκτρισμό το 1973 βρισκόταν στο 10,2% ενώ το 2019 στο 9,4%.
- Στην ίδια χρονική περίοδο τα πυρηνικά από 0,9% ανέβηκαν στο 5%.
- Ενώ στα υδροηλεκτρικά αντίστοιχα παρατηρήθηκε και σε αυτά μια μικρή αύξηση από 1,8% στο 2,5%.

Σύμφωνα με τον Κωστή Σταμπολή, Πρόεδρο και Γενικό Διευθυντή του IENE, η παραπάνω εικόνα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αλλαγή της ενεργειακής κατάστασης του πλανήτη δεν θα είναι μια εύκολη διαδικασία η οποία μπορεί να συμβεί από την μια μέρα στην άλλη. Μάλιστα ο ίδιος υποστήριξε ότι την σημερινή εποχή παρόλη την

διάθεση αλλαγής που υπάρχει ως προς τον τρόπο παραγωγής της ενέργειας, το 83% παγκοσμίως παράγεται από πετρέλαιο, αέριο, άνθρακα, πυρηνική ενέργεια και το υπόλοιπο 17% προέρχεται από ΑΠΕ (πιο συγκεκριμένα από βιοκαύσιμα, βιομάζα και ένα μικρότερο ποσοστό από ηλιακή και αιολική ενέργεια)<sup>1</sup>.

Στην νοτιοανατολική Ευρώπη τα ποσοστά κυμαίνονται σε παρόμοια κλίμακα όσον αφορά την εκμετάλλευση της ενέργειας ενώ πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα μεταξύ της περιόδου 2000-2018 παρατηρείται μείωση της χρήσης του πετρελαίου ενώ υπάρχει μια αντίστοιχη αύξηση της χρήσης του αερίου και των ΑΠΕ (στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η χρήση των ΑΠΕ καταλαμβάνει το 20%).

Γενικότερα οι χώρες της ΕΕ είναι αυτές οι οποίες έχουν δείξει μεγαλύτερο ενδιαφέρον και έχουν θέσει υψηλότερα τον πήχη ως προς την ανάπτυξη και χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών σε σχέση με άλλες χώρες οι οποίες διαθέτουν μεγαλύτερο πληθυσμό άρα και μεγαλύτερες καταναλώσεις. Αντίθετα με τις προσδοκίες της ΕΕ η Κίνα έχει ως στόχο την αύξηση της ήδη εγκατεστημένης ισχύος του άνθρακα κατά 10GW τον χρόνο μέχρι το 2030. Όπως υποστηρίζει και ο επικεφαλής του IENE η ΕΕ αποσκοπεί σε μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση στην παραγωγή ενέργειας. Η ίδια στοχεύει στην όσο πιο άμεση μείωση των αέριων ρύπων με οποιοδήποτε μέσο και κόστος με απώτερο σκοπό στη συνέχεια να παραδειγματιστούν και οι υπόλοιπες χώρες και να την ακολουθήσουν.

## 1.2 Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια ορίζεται ως το σύνολο των διαφορετικών μορφών ενέργειας οι οποίες προέρχονται από τον Ήλιο. Οι μορφές αυτές πιο συγκεκριμένα είναι η φωτεινή ενέργεια (φως), η θερμική ενέργεια (θερμότητα) και η ενέργεια ακτινοβολίας (διάφορες ακτινοβολίες). Εφόσον η ενέργεια αυτή πηγάζει από τον Ήλιο θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητη ενώ συγχρόνως δεν υπάρχουν περιορισμοί χρόνου και χώρου ως προς την αξιοποίησή της.

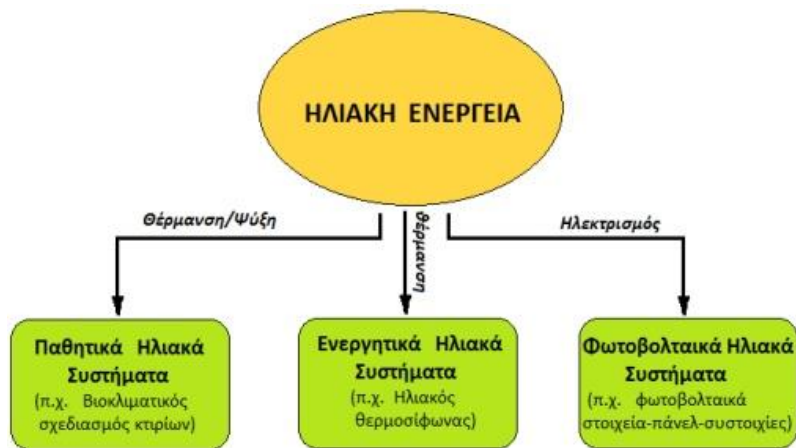
Ως προς την αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας θα μπορούσε να διαιρεθεί σε τρεις τομείς εφαρμογών:

1. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα
2. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα
3. Τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

Το κοινό των δύο πρώτων κατηγοριών είναι ότι εκμεταλλεύονται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας την θερμότητα που παράγεται. Αντίθετα τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν διαφορετικά μετατρέποντας μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα.

---

<sup>1</sup> Βλ. [2]



Εικόνα 1: Οι τρεις κατηγορίες εφαρμογών της Ηλιακής ενέργειας (Πηγή: 49ο Γενικό Λύκειο Αθηνών<sup>2</sup>)

#### A. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα:

Τα συγκεκριμένα συστήματα αποτελούν μηχανικές εγκαταστάσεις οι οποίες αφού συλλέξουν την ηλιακή ενέργεια στην συνέχεια την μετατρέπουν σε θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική ενέργεια με σκοπό την αποθήκευση μέρους αυτής και μετέπειτα να την μοιράσουν για χρήση. Τα γνωστότερα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι Ηλιακοί Συλλέκτες οι οποίοι παράγουν θερμαινόμενο νερό προς χρήση και τα Φωτοβολταϊκά Πλαίσια τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μικρής όμως ισχύος. Επίσης στα συγκεκριμένα συστήματα υπάρχουν και οι Ηλιακοί Συλλέκτες Κενού οι οποίοι σε συνεργασία με ψύκτες προσφοράσης έχουν την δυνατότητα κάλυψης ψυκτικών αναγκών.

Κάποια από τα πλεονεκτήματα των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι ο απλός τρόπος κατασκευής τους, το σχετικά χαμηλό κόστος των υλικών που τα περιλαμβάνουν και η υψηλή απόδοση τους ως προς την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας.

#### B. Παθητικά ηλιακά συστήματα:

Είναι τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των εσωτερικών χώρων και για δημιουργία φυσικού φωτισμού. Τα παθητικά ηλεκτρικά συστήματα αφού αντλήσουν την ενέργεια που παρέχει ο ήλιος την αποθηκεύουν με την μορφή της θερμικής ενέργειας και την διανέμουν στον χώρο. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στην είσοδο της ακτινοβολίας του ηλίου μέσω του γυαλιού και στον περιορισμό της θερμότητας η οποία προκύπτει μέσα στον χώρο. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι όλα τα συστήματα αυτά οφείλουν να έχουν προσανατολισμό κατά κύριο λόγο προς το νότο έτσι ώστε να φωτίζονται εσωτερικά από τον ήλιο την μεγαλύτερη διάρκεια της μέρας κατά την χειμερινή περίοδο όπου και η μέρα έχει μικρότερη χρονική διάρκεια σε σχέση με την νύχτα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε αυτά του άμεσου και του έμμεσου κέρδους. Το πιο συνηθισμένο σύστημα άμεσου κέρδους είναι βασισμένο στον ορθό προσανατολισμό των παραθύρων (νότια) και στην χρήση των κατάλληλων υλικών (βαριά υλικά όπως π.χ. μπετόν στα δάπεδα και στους τοίχους, χρήση πέτρας και οι πλάκες) έτσι ώστε να απορροφάται και να διατηρείται θερμότητα η οποία στην

<sup>2</sup> Βλ [3]



συνέχεια θα διανεμηθεί στον χώρο διατηρώντας τον ζεστό για αρκετές ώρες. Στα έμμεσου κέρδους ανήκουν οι Ηλιακοί τοίχοι οι οποίοι στην εξωτερική τους πλευρά διαθέτουν ως ηλιακούς συλλέκτες τζάμι και μεταφέρουν στην συνέχεια την θερμότητα είτε μέσω ειδικών θυρίδων είτε μέσω του υλικού του οποίου είναι φτιαγμένος ο τοίχος. Ακόμα ένα σύστημα είναι αυτό του Θερμοκηπίου το οποίο αποτελεί έναν κλειστό χώρο που περιβάλλεται από υαλοστάσια και μεταφέρει την ηλιακή θερμότητα στους εσωτερικούς χώρους. Τέλος παρόμοια με τα θερμοκήπια είναι και τα Ηλιακά αίθρια τα οποία στην οροφή τους έχουν τοποθετημένο τζάμι το οποίο λειτουργεί όπως και τα θερμοκήπια

#### Γ. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα:

Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια με στόχο την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών βασίζεται στην τροποποίηση της ακτινοβολίας του ηλίου που αντανακλά στα φωτοβολταϊκό πάνελ σε ηλεκτρική ενέργεια. Το πάνελ αυτό αποτελεί ένα από τα βασικά τμήματα του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς είναι το σημείο όπου προσπίπτει και απορροφάται η ηλιακή ενέργεια.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

1. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ
2. Τα συστήματα στήριξης
3. Τους συσσωρευτές (μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα αυτόνομα δίκτυα).
4. Τους αντιστροφείς τάσης (μετατρέπουν το συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα).
5. Τους μετρητές ενέργειας (σε περίπτωση σύνδεσης του συστήματος με το δημόσιο δίκτυο οι συγκεκριμένοι χρησιμεύουν στην μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται).
6. Τους ρυθμιστές φόρτισης (οι οποίοι έχουν ως αρμοδιότητα την αποθήκευση της ενέργειας η οποία παράγεται σε κάποιες όταν τα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας δεν είναι αρκετά. Η αποθήκευση αυτή γίνεται μέσω κάποιων μπαταριών μόνο στα αυτόνομα δίκτυα).

#### Πλεονεκτήματα της Ηλιακής Ενέργειας:

- Αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας η οποία κατέχει μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία.
- Σε αντίθεση με άλλες μορφές ενέργειας δεν βρίσκεται σε έναν συγκεκριμένο τόπο ( π.χ. σε ένα δάσος, σε μια πόλη , σε μια έρημο ή μια θάλασσα).
- Έχει χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα που διαθέτουν δίκτυα γεωτρήσεων και αντλιοστάσια για την εξόρυξή τους αυτή αρκείται σε έναν ηλιακό συλλέκτη.
- Στα ορυκτά καύσιμα παρατηρούνται συνεχώς διακυμάνσεις στις τιμές τους διότι εξαρτώνται από την ζήτηση που υπάρχει ανάλογα με την χρονική περίοδο και τις ανάγκες της. Ενώ η Ηλιακή Ενέργεια προσφέρεται δωρεάν από το περιβάλλον με μοναδικό κόστος το κόστος εγκατάστασης των ηλιακών πάνελ.

- Είναι απολύτως φιλική προς το περιβάλλον με μηδενική ρύπανση σε σύγκριση με τα βλαβερά αέρια που απελευθερώνουν συνεχώς τα ορυκτά καύσιμα ( π.χ τρύπα του όζοντος).
- Η λειτουργία των εγκαταστάσεων της είναι αθόρυβη
- Παρέχει την δυνατότητα συνεχούς επέκτασης των εγκαταστάσεών της

Μειονεκτήματα της Ηλιακής Ενέργειας:

- Κυριότερο μειονέκτημά της αποτελεί το πρωταρχικό κόστος εγκατάστασης. Οι ηλιακοί συλλέκτες λόγω της πολύπλοκης σχεδίασης και του υψηλού κόστους των υλικών τους αποτελούν μια ακριβή επιλογή.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες (π.χ συννεφιά και βροχόπτωση) ακόμη μπορούν να παρέμβουν αρνητικά προς την αποθήκευση της συγκεκριμένης ενέργειας διότι πρώτον μπορούν να περιορίσουν την ποσότητα της ηλιακού φωτός που φτάνει στα ηλιακά πάνελ και δεύτερον δεν μπορούν να ελεγχθούν από την ανθρώπινη τεχνολογία.
- Παράλληλα υπάρχει το πρόβλημα της μη ύπαρξης ηλιακού φωτός τις νυχτερινές ώρες.
- Ενώ και η αποθήκευση της συγκεκριμένης ενέργειας για μετέπειτα χρήση αποτελεί μια πολύ δύσκολη διαδικασία.

### 1.3 Αιολική Ενέργεια

Η παραγωγή του ανέμου γίνεται μέσω της ηλιακής ενέργειας. Οι ακτίνες του ηλίου καθώς αντανakλούν σε διάφορα σημεία της γης θερμαίνουν την ατμόσφαιρα. Ο θερμός αέρας που δημιουργείται έχει μικρότερο βάρος από τον ψυχρό με αποτέλεσμα την ανύψωσή του και την δημιουργία αέριων ρευμάτων. Αντίθετα με τα θερμά τα ψυχρά ρεύματα ταξιδεύουν στις περιοχές με τροπικό κλίμα αντικαθιστώντας τον θερμό αέρα ο οποίος ανερχόμενος ψηλότερα οδηγείται προς τους πόλους. Με αυτή την φυσική διαδικασία δημιουργούνται οι σταθεροί άνεμοι. Άξιο αναφοράς είναι ότι από το σύνολο της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στην γη μόνο το μικρό ποσοστό του 2% μετατρέπεται σε ανέμους. Όμως το συγκεκριμένο ποσοστό αν και μικρό διαθέτει παραπάνω ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στην διάρκεια ενός χρόνου.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες ανέμων:

1. Οι ενεργειακοί των οποίων οι ταχύτητα κυμαίνεται από 16 έως 40 km/h και διαρκούν με την ίδια ένταση περίπου 2 με 3 μέρες την εβδομάδα. Με τους ισχυρότερους να παρατηρούνται στις περιοχές με εύκρατο η πολικό κλίμα.
2. Οι επικρατέστεροι άνεμοι των οποίων οι ταχύτητες είναι μικρότερης κλίμακας μεταξύ 8 και 24 km/h και διαρκούν για 3 με 5 μέρες την εβδομάδα και παρατηρούνται στις περιοχές με τροπικό κλίμα.

Όπως είναι φυσικό οι ενεργειακοί άνεμοι είναι πιο ελκυστικοί ως προς την εκμετάλλευσή τους λόγω των μεγαλύτερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν έναντι των επικρατέστερων.

Από την αρχαιότητα η ανθρωπότητα μέσω των ιστιοφόρων και των ανεμόμυλων κατάφερε να αξιοποιήσει την ενέργεια που του πρόσφερε ο άνεμος. Την σημερινή εποχή η εκμετάλλευσή της γίνεται μέσω των ανεμογεννητριών. Μια ανεμογεννήτρια είτε οριζόντιου (τα πτερύγια είναι παράλληλα προς στο έδαφος) είτε κάθετου άξονα (τα πτερύγια είναι κατακόρυφα προς στο έδαφος) αποτελείται από τον πύργο στηρίξεως, την πτερωτή, τον άξονα περιστροφής, το σύστημα μετάδοσης κίνησης, το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας, της ηλεκτρική γεννήτρια και το σύστημα προσανατολισμού της μηχανής.

Ο τρόπος λειτουργίας των ανεμογεννητριών είναι απλός. Βασικός τους στόχος είναι η μετατροπή της κινητικής ενέργειας των ανέμων σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετάβαση αυτή γίνεται σε δύο βασικά στάδια. Στο πρώτο με την συμβολή της πτερωτής και της περιστροφής του άξονά της μετατρέπεται η κινητική ενέργεια που προσφέρει ο άνεμος σε μηχανική. Ενώ στο δεύτερο στάδιο με την βοήθεια της γεννήτριας επιτυγχάνεται η τελική μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Μια ανεμογεννήτρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την πλήρη κάλυψη είτε για συμπλήρωση κάποιων ενεργειακών αναγκών. Το ρεύμα που παράγει μπορεί να καταναλωθεί τόσο άμεσα όσο και έμμεσα διοχετεύοντάς το μέσω του ηλεκτρικού δικτύου σε άλλη περιοχή. Ωστόσο υπάρχει και η δυνατότητα αποθήκευσής του εφόσον η παραγωγή ξεπερνά την ζήτηση της αντίστοιχης περιόδου. Ανάλογα με την ποσότητα της ενέργειας που έχει παραχθεί υπάρχουν δύο τρόποι αποθήκευσής. Όταν η ποσότητα και οι μονάδες παραγωγής είναι μικρού μεγέθους και μη συνδεδεμένες στο ηλεκτρικό δίκτυο τότε η αποθήκευση γίνεται μέσω συσσωρευτών (μπαταρίες). Αντίθετα όταν υπάρχει μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει παραχθεί η αποθήκευση θα γίνει σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψηλό υψόμετρο το οποίο έχει την δυνατότητα στην συνέχεια να εφοδιάζει έναν υδροηλεκτρικό σταθμό.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την ενέργεια που προβλέπεται να παραχθεί

- Η ποσότητα της έντασης του ανέμου.
- Το ύψος που αποτελείται η ανεμογεννήτρια.
- Το μέγεθος των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας.

Αιολικά πάρκα:

Είναι το σύνολο των ανεμογεννητριών οι οποίες τοποθετούνται σε κοντινή απόσταση ή μια από την άλλη ανεξαρτήτως συγκεκριμένης απόστασης με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η λειτουργία και χρησιμοποίηση τέτοιων πάρκων σε διάφορα σημεία μιας χώρας έχει ως αποτέλεσμα την μείωση κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 2: Αιολικό πάρκο (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ<sup>3</sup>)

#### Πλεονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας:

- Φιλική προς το περιβάλλον μηδενική ρύπανση.
- Χαμηλό κόστος kwh.
- Δεν χρειάζεται αγορά κάποιου καυσίμου διότι ο άνεμος προσφέρεται δωρεάν.
- Το κόστος τόσο της λειτουργίας όσο και της συντήρησης των μονάδων είναι μικρό.
- Έχει την δυνατότητα επέκτασης στον εξωτερικό χώρο με την τοποθέτηση ανεμογεννητριών.
- Ο άνεμος αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.
- Μέσω της Αιολικής Ενέργειας η ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια ενισχύεται.
- Οι εγκαταστάσεις της αποτελούνται από απλό εξοπλισμό τόσο στην κατασκευή όσο και στην συντήρηση.

#### Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας:

- Υπάρχει περίπτωση τραυματισμού ή ακόμα χειρότερα θανάτου κάποιου πουλιού λόγω των ανεμογεννητριών.
- Ο άνεμος δεν μπορεί να ελεγχθεί από το ανθρώπινο δυναμικό με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται διακυμάνσεις ως προς την απόδοση της ισχύος.
- Είναι δύσκολος και χρονοβόρος ο εντοπισμός των ευνοϊκών σημείων σύνταξης των αιολικών πάρκων.
- Παρουσιάζει σχετικά μικρό συντελεστή απόδοσης της τάξεως του 30% καθώς και χαμηλή πυκνότητα.
- Απαιτεί υψηλό κόστος τόσο για την έρευνα όσο και για την εγκατάσταση<sup>4</sup>.
- Δημιουργείται ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση μέσω της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στα πτερύγια της πτερωτής τα οποία βρίσκονται σε περιστροφική κίνηση.

---

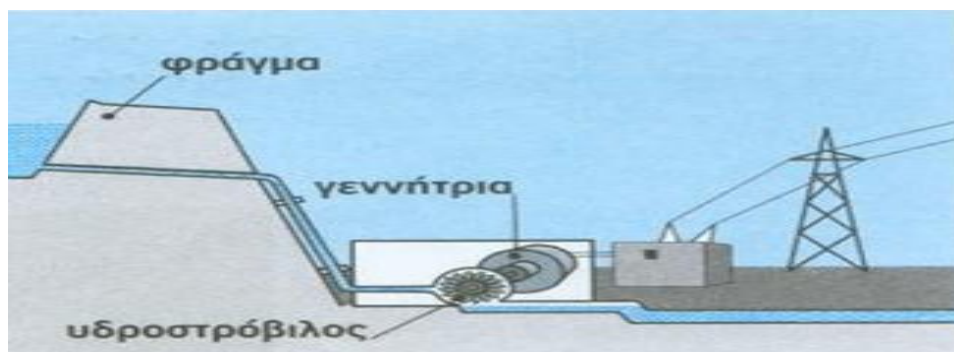
<sup>3</sup> Βλ [5]

<sup>4</sup> Βλ [6]

## 1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Υδροηλεκτρική Ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια η οποία χρησιμοποιεί την μηχανική ενέργεια των υδάτων των ποταμών έτσι ώστε να την μετατρέψει μετέπειτα σε ηλεκτρική ενέργεια. Χάρη στην βαρύτητα το νερό έχει την τάση να κινείται από το ψηλότερο μέρος προς το χαμηλότερο δηλαδή από τα βουνά προς την θάλασσα. Τόσο κατά την διαδρομή αυτή αλλά κυρίως στην θαλάσσιες περιοχές το νερό που βρίσκεται στην επιφάνεια εξατμίζεται μέσω του ήλιου και των ακτινοβολιών του σχηματίζοντας τα σύννεφα. Στην συνέχεια επιστρέφει στην γη είτε με την μορφή χιονιού είτε με την μορφή βροχής δημιουργώντας πάλι λίμνες και ποτάμια. Αυτό το φαινόμενο εδώ και πάρα πολλά χρόνια προσπαθεί να το εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος. Μάλιστα το έχει καταφέρει σε ικανοποιητικό βαθμό πρώτα με τους υδραυλικούς τροχούς για την κάλυψη αναγκών όπως την κίνηση του μύλου για το άλεσμα των σιτηρών και το πότισμα των αγρών και τώρα με την δημιουργία υδροηλεκτρικών σταθμών που μέσω των στροβίλων η κινητική ενέργεια του νερού (μέσω των ποταμών που προέρχονται ή από φυσικές ή από τεχνητές λίμνες σε μεγάλο υψόμετρο) μετατρέπεται σε μηχανική και των γεννητριών όπου μετατρέπουν την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Η πρώτη φορά που κατασκευάστηκε ένας υδροηλεκτρικός σταθμός ήταν το 1882 στο Appleton, Wisconsin στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με παραγωγή 12,5 kw. Η ηλεκτρική ενέργεια που πρόσφερε χρησιμοποιήθηκε για τον φωτισμό ενός σπιτιού και δύο χαρτοβιομηχανιών.



Εικόνα 3: Υδροηλεκτρικός σταθμός με τεχνητή λίμνη στην κορυφή (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ<sup>5</sup>)

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που διαθέτουν:

1. Σταθμοί οι οποίοι εκμεταλλεύονται την ενέργεια που τους προσφέρουν τα ρέοντα ύδατα και οι λίμνες που προέρχονται από φυσικές πηγές.
2. Σταθμοί που αξιοποιούν την παλιρροιακή ενέργεια.
3. Μετατροπείς ενέργειας κυμάτων.
4. Υδροηλεκτρική σταθμοί πτώσης ύδατος.

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με τις αρχές της ενεργειακής οικονομίας:

<sup>5</sup> Βλ [7]

1. Αυτόνομοι ή μεμονωμένοι (isolated) σταθμοί, των οποίων η λειτουργία είναι ανεξάρτητη, δίχως να ανήκουν και να συμβάλλουν σε ένα ευρύτερο δίκτυο προσφέροντας την ενέργεια την οποία παράγουν αποκλειστικά και μόνο σε τοπικό επίπεδο.
2. Διασυνδεδεμένοι (interconnected) σταθμοί, των οποίων η λειτουργία πραγματοποιείται συγχρόνως με άλλους υδροηλεκτρικούς και θερμικούς σταθμούς παρέχοντας την ενέργεια την οποία παράγουν στο ευρύτερο ηλεκτρικό δίκτυο.

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με την αξία της ενέργειας που παράγουν:

1. Σταθμοί φορτίου αιχμής, είναι οι σταθμοί οι οποίοι βρίσκονται σε λειτουργία για μικρά χρονικά διαστήματα. Σκοπός τους είναι η κάλυψη των αναγκών όταν το σύστημα βρίσκεται σε αιχμή με ετήσιο χρόνο χρήσης από 10-15 % έως 40-50 % ανάλογα φυσικά με τις αντίστοιχες συνθήκες και την ζήτηση.
2. Σταθμοί βάσης φορτίου, είναι οι σταθμοί των οποίων η λειτουργία είναι σχεδόν συνεχή και η λειτουργία τους ετησίως κυμαίνεται μεταξύ 60-80 % έτσι ώστε να προσφέρουν την αντίστοιχη ενέργεια.

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με την οικονομία ύδατος:

1. Σταθμοί που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για παραγωγή ενέργειας
2. Βοηθητικοί σταθμοί. Οι οποίοι θέτουν σε δεύτερη μοίρα την παραγωγή ισχύος ενώ αντίθετα έχουν ως προτεραιότητα την πραγματοποίηση άλλων αναγκών (π.χ μικρές μονάδες στην έξοδο εκχειλιστών).
3. Σταθμοί πολλαπλών χρήσεων. Οι συγκεκριμένοι σταθμοί ανεξαρτήτως της παραγωγής ισχύος εκμεταλλεύονται το αποθηκευμένο νερό και για άλλες χρήσεις όπως π.χ. για ανάγκες άρδευσης και τουρισμού.

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με την περιοχή:

1. Εγκατεστημένοι σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο.
2. Εγκατεστημένοι σε περιοχές με λοφώδεις χαρακτηριστικά.
3. Εγκατεστημένοι σε ορεινές περιοχές.

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με το ύψος της υδατόπτωσης:

1. Σταθμοί χαμηλής πτώση του ύδατος:  $2 < H < 20\text{m}$ .
2. Σταθμοί μεσαίας πτώσης του ύδατος:  $20 < H < 150\text{m}$ .
3. Σταθμοί μεγάλης πτώσης του ύδατος:  $H > 150\text{m}$ .

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με την ισχύ που έχει εγκατασταθεί:

1. Μικροσταθμοί (micro), έως 100 kW.
2. Μίνι σταθμοί (mini), έως 1 MW.
3. Μικροί σταθμοί (small), από 1 MW έως 10 MW.

4. Μεσαίοι σταθμοί (medium), από 10 MW έως 100 MW.
5. Μεγάλης ισχύος σταθμοί (high capacity), από 100 MW και πάνω

Διαχωρισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών σύμφωνα με τη διάταξη τους:

1. Σταθμοί στην ροή του ποταμού.
2. Σταθμοί σε κανάλι εκτροπής.

Πλεονεκτήματα της Υδροηλεκτρικής Ενέργειας:

- Είναι ανεξάντλητη χάρη στον κύκλο του νερού.
- Είναι φιλική προς το περιβάλλον καθώς η χρήση της δεν απελευθερώνει βλαβερές ουσίες προς το περιβάλλον.
- Σε αντίθεση με άλλες περιπτώσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως π.χ η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια που η παραγωγή ενέργειας τίθεται σε αναστολή όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός σύννεφων η αντίστοιχα δεν φυσάει αέρας οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί δεν σταματούν καθώς το νερό που χρησιμοποιούν έχει ήδη αποθηκευτεί στις αντίστοιχες δεξαμενές προσφέροντας μια μεγαλύτερη σταθερότητα ως προς την παραγωγή ενέργειας.
- Διακατέχεται από ευελιξία καθώς μπορεί να ρυθμιστεί η ροή του νερού ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.
- Όταν επιλέγετε ο υδροηλεκτρικός σταθμός να κατασκευαστεί με χρήση φράγματος δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας υγρότοπου.
- Βοηθά στην μείωση της χρήσης των συμβατικών ενεργειακών πόρων.
- Συμβάλει στην ικανοποίηση και άλλων αναγκών όπως η ύδρευση, η άρδευση και ο αθλητισμός.

Μειονεκτήματα της Υδροηλεκτρικής Ενέργειας::

- Όσο σταθερή και αν είναι ως προς την παραγωγή ενέργειας λόγω της αποθήκευσης του νερού δεν παύει να είναι μια μορφή ενέργειας που εξαρτάται άμεσα από το φυσικό περιβάλλον επομένως μεγάλοι περίοδοι ξηρασίας μπορούν να αποβούν μοιραίοι και να επηρεάσουν αρνητικά την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας.
- Το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι πολύ υψηλό.
- Υπάρχουν περιορισμένα μέρη για εγκατάσταση καθώς διάφοροι παράγοντες κατέχουν σημαντικό ρόλο με κυριότερο το υψόμετρο.
- Η εγκατάσταση των σταθμών δημιουργούν περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις διότι για την δημιουργία των εγκαταστάσεων πρέπει να διακοπεί η φυσική ροή κάποιου ποταμού με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας την οποία διαπερνούσε το νερό.

## 1.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική Ενέργεια η αλλιώς γεωθερμία ονομάζεται η ενέργεια η οποία προκύπτει από την θερμότητα που υπάρχει κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της γης. Η

δημιουργία της οφείλεται στον αρχικό σχηματισμό του πλανήτη πέντε δισεκατομμύρια χρόνια πριν καθώς και στο ηλιακό πεδίο βαρύτητας.

Η γη δομείται από τρία διαφορετικά στρώματα. Το πρώτο είναι ο εξωτερικός φλοιός της (λιθόσφαιρα) που περιλαμβάνει όλα αυτά που μπορούμε να διακρίνουμε όπως π.χ. την χλωρίδα, την θάλασσα και τα βουνά. Στην συνέχεια ακολουθεί ο μανδύας που αποτελεί το εσωτερικό της τμήμα και περιέχει διάφορα μέταλλα, πετρώματα, υγρά και αέρια. Τελευταίο στρώμα της είναι ο πυρήνας ο οποίος αποτελείται από λιωμένα υλικά. Μάλιστα όσο πιο κοντά στο πυρήνα βρισκόμαστε τόσο αυξάνεται και η θερμοκρασία με το συγκεκριμένο φαινόμενο να ονομάζεται κανονική θερμική διαβάθμιση.

Η γεωθερμική ενέργεια στον πυρήνα είναι αποτέλεσμα κυρίως των ραδιενεργών υλικών που υπάρχουν εκεί. Η λιθόσφαιρα αποτελεί ένα πολύ λεπτό στρώμα, κατάσταση η οποία οδηγεί στην μετακίνηση λιθοσφαιρικών πλακών και στην εμφάνιση ρηγμάτων έχοντας ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση υπό πίεση θερμικής ενέργειας στην ατμόσφαιρα. Αυτά τα ρήγματα εκμεταλλεύτηκαν οι άνθρωποι κατασκευάζοντας γεωθερμικές εγκαταστάσεις με γεωτρήσεις σχετικά μικρού βάθους χρησιμοποιώντας την γεωθερμία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Πηγές γεωθερμίας είναι:

- Η θερμότητα που παράγεται μέσω της συμπίεσης των εσωτερικών στρωμάτων της γης.
- Η βύθιση των βαρέων μετάλλων με κατεύθυνση τον πυρήνα
- Ραδιενεργά στοιχεία π.χ. το θόριο και το ουράνιο.

Τομείς γεωθερμικών αποθεμάτων:

1. Τα υδροθερμικά αποθέματα. Διαθέτουν φυσική ροή ατμού ή θερμού νερού και χωρίζονται σε γεωθερμικά αποθέματα ξηρού ατμού( περιέχουν περισσότερο ατμό) και σε γεωθερμικά αποθέματα υγρού ατμού( περιέχουν μίγμα ατμού και νερού). Τα αποθέματα ξηρού ατμού θεωρούνται πιο αποδοτικά καθώς τα υγρού ατμού κατέχουν υψηλότερες θερμοκρασίες με αποτέλεσμα χρήση διαφόρων φίλτρων για την απομάκρυνση του νερού κάνοντας τον στρόβιλο λιγότερο αποδοτικό.
2. Τα γεωπιεστικά αποθέματα. Τα συγκεκριμένα αποθέματα σχηματίζονται από άμμο και πορώδη πετρώματα που περιέχουν νερό κάτω από υψηλά νούμερα πίεσης και θερμοκρασίας. Η ενέργειά τους προκύπτει από θερμό νερό (χρησιμοποιείται για την λειτουργία υδροστροβίλου), διαλυμένο φυσικό αέριο (χρησιμοποιείται ως καύσιμο υδρογονανθράκων) και υδραυλική πίεση (χρησιμοποιείται για την λειτουργία υδροστροβίλου παρόμοια με τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια).
3. Τα θερμά-ξηρά πετρώματα. Τα συγκεκριμένα πετρώματα θερμαίνονται από ραδιενεργά υλικά δίχως όμως να έρθουν σε επαφή με το νερό. Αποτελεί το μεγαλύτερο γεωθερμικό απόθεμα από τα τρία και ο μόνος τρόπος χρήσης της συγκεκριμένης ενέργειας είναι ο υδραυλικός θρυμματισμός.

Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας:



- A. Ανοικτού κύκλου (ή σύστημα πηγής νερού). Το συγκεκριμένο σύστημα επωφελείται από το νερό χρησιμοποιώντας το ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας και έπειτα το επιστρέφει στην γη.
- B. Κλειστού κύκλου. Το σύστημα αυτό εκμεταλλεύεται το ρευστό το οποίο μεταφέρει θερμότητα και μετακινείται μέσα σε υπόγειους πλαστικούς σωλήνες οι οποίοι περνούν κάτω από το έδαφος ή εσωτερικά μιας πηγής και το ξαναχρησιμοποιεί.

Κατηγορίες γεωθερμικών πεδίων σύμφωνα με την ισχύ:

1. **Ομαλή γεωθερμία:**  $T < 25^{\circ}\text{C}$ , απόδοση  $< 2\%$  (ψύξη-θέρμανση κτιρίων)
  2. **Χαμηλής ενθαλπίας:**  $T = 25 - 100^{\circ}\text{C}$ , απόδοση 2 - 8% (νερό οικιακής χρήσης)
  3. **Μέσης ενθαλπίας:**  $T = 100 - 150^{\circ}\text{C}$ , απόδοση 2-8% (ηλεκτροπαραγωγή με πτητικό ρευστό)
  4. **Υψηλής ενθαλπίας:**  $T > 150^{\circ}\text{C}$ , απόδοση 8-18% (ηλεκτροπαραγωγή)  
Ξηρού ατμού:  $H > 1.5 \text{ MJ/kg}$   
Υγρής φάσης:  $H > 2.5 \text{ MJ/kg}$
1. **Θερμά Ξηρά Πετρώματα**

Εικόνα 4: Τα γεωθερμικά πεδία σύμφωνα με την ισχύ τους (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ<sup>6</sup>)

Χρήσεις της γεωθερμίας:

1. Γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας. Η χρήση της αποσκοπεί κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας. Η συγκεκριμένη μορφή χρησιμοποιείται κυρίως στην γεωργική βιομηχανία, στην γεωργία, στην ιχθυοκαλλιέργεια-κτηνοτροφία και τέλος για την θέρμανση χώρων.

Πλεονεκτήματα της Γεωθερμικής Ενέργειας:

- Πρώτο και κυριότερο είναι ανανεώσιμη.
- Είναι ανεξάρτητη από καιρικά φαινόμενα.
- Είναι ευέλικτη καθώς μπορεί να συμβάλει στην παραγωγή τόσο ηλεκτρικής όσο και θερμικής ενέργειας.
- Διαθέτει μεγάλα αποθέματα.
- Ελάχιστο κόστος συντήρησης των εγκαταστάσεων.
- Μεγάλα χρονικά περιθώρια λειτουργίας των εγκαταστάσεων.
- Δεν χρειάζεται για να λειτουργήσει ορυκτά καύσιμα.

Μειονεκτήματα της Γεωθερμικής Ενέργειας:

- Ακριβό κόστος κατασκευής της αρχικής εγκατάστασης.

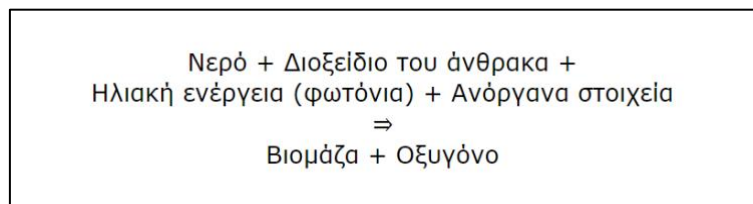
<sup>6</sup> Βλ. [8]

- Κατά την διάρκεια των γεωτρήσεων υπάρχει περίπτωση να απελευθερωθούν αέρια από το φαινόμενο του θερμοκηπίου τα οποία έχουν αποθηκευτεί κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της γης.
- Περιορισμοί ως προς την τοποθεσία με αποτέλεσμα να μην είναι ικανή η εκμετάλλευση της ενέργειας.

## 1.6 Βιοενέργεια-Πράσινη Ενέργεια (ενέργεια της βιομάζας)

Βιομάζα ορίζεται ως το οποιοδήποτε υλικό το οποίο έχει παραχθεί από κάποιον ζωντανό οργανισμό και έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας (π.χ. προϊόντα του δάσους όπως το ξύλο, απόβλητα κτηνοτροφικών και βιομηχανιών τροφίμων και υπολείμματα καλλιεργειών).

Όπως είναι ευρέως γνωστό οι φυτικοί οργανισμοί αντλούν ενέργεια από τον ήλιο. Μέσω λοιπόν της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Στην συνέχεια οι ζωικοί οργανισμοί συγκεντρώνουν την συγκεκριμένη ενέργεια με την διαδικασία της κατανάλωσης τροφής αποθηκεύοντας μάλιστα ένα μέρος της. Η συγκεκριμένη ενέργεια λοιπόν αποτελεί προϊόν της βιομάζας έπειτα φυσικά από την επεξεργασία και την χρήσης της<sup>7</sup>.



**Εικόνα 5: Ο τρόπος δημιουργίας της βιομάζας (Πηγή: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 8ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης<sup>8</sup>)**

Βασικό χαρακτηριστικό της αποτελεί ότι είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια καθώς χρησιμοποιείται για την δημιουργία της, αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια και το ότι είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ενέργειας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ. Μάλιστα βρίσκεται στην τέταρτη θέση πίσω από τον λιγνίτη, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο ως προς το μέγεθος σαν πηγή ενέργειας<sup>9</sup>.

Η συγκεκριμένη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας μάλιστα είχε διχάσει τον επιστημονικό κόσμο για το που θα έπρεπε να κατανεμηθεί ως μορφή ενέργειας. Το κυριότερο σημείο διαφωνίας μεταξύ των επιστημόνων ήταν αν το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα(CO<sub>2</sub>) που εκπέμπεται κατά την εκμετάλλευση της βιομάζας βρίσκεται στο ίδιο ποσοστό με το CO<sub>2</sub> που απορροφάται από τους φυτικούς οργανισμούς που την παράγουν.

Οι έρευνες απέδειξαν ότι η αξιοποίηση της βιομάζας δεν μπορεί να απελευθερώνει αντίστοιχο CO<sub>2</sub> με αυτό που απορροφούν οι φυτικοί οργανισμοί όμως σε σύγκριση με την χρήση ορυκτών καυσίμων παράγουν πολύ μικρότερα ποσοστά. Επιπροσθέτως τα ορυκτά καύσιμα εκπέμπουν CO<sub>2</sub> τον οποίο έχουν απορροφήσει

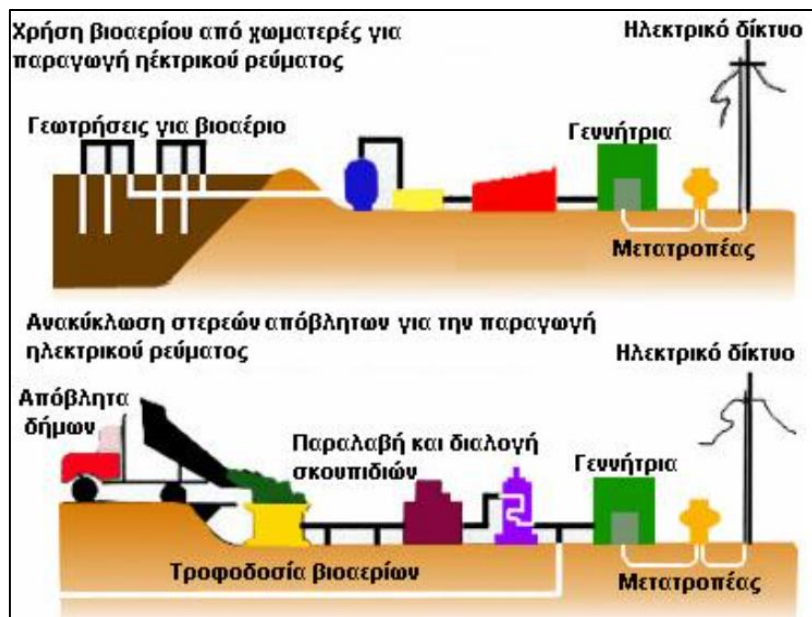
<sup>7</sup> Βλ[9]

<sup>8</sup> Βλ. [10]

<sup>9</sup> Βλ[11]

εκατομμύρια χρόνια πριν σε αντίθεση με την βιομάζα που εκπέμπει άνθρακα ο οποίος έχει δεσμευτεί πολύ πιο πρόσφατα.

Η Βιοενέργεια κατέχει υψηλή θέση στην παραγωγή και εκμετάλλευση ενέργειας πολλών χωρών ανά τον κόσμο. Από τα παλαιότερα χρόνια χρησιμοποιούνταν η καύση των ξύλων για την κάλυψη βασικών αναγκών όπως η θέρμανση και το μαγείρεμα. Στην συνέχεια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η ενέργεια της βιομάζας κατάφερε να χρησιμοποιηθεί και στους τομείς παραγωγής του ηλεκτρισμού και βιοαερίου. Στις μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων των πόλεων και στις χωματερές παράγεται βιοαέριο που στην συνέχεια μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 6: Τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της βιομάζας (Πηγή: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 8ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης<sup>10</sup>)

Οι τρεις τύποι βιομάζας:

1. Φυσική βιομάζα: Κάνει την εμφάνισή της σε φυσικά οικοσυστήματα χωρίς να έχει παρέμβει το ανθρώπινο είδος.
2. Παραγωγή βιομάζας: Ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες αποτελούν φυτά τα οποία καλλιεργούνται με κύριο σκοπό την δημιουργία βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας.
3. Υπολειμματική βιομάζα: Σε αυτόν τον τομέα ανήκουν τα οργανικά απόβλητα που δημιουργεί ο άνθρωπος όπως π.χ. απόβλητα πόλεων, γεωργικά και βιομηχανικά απόβλητα.

Πλεονεκτήματα της Βιοενέργειας:

- Είναι ανανεώσιμη πηγή, επομένως φιλική προς το περιβάλλον.
- Παράγει μικρά ποσοστά εκπομπών.
- Αποτελείται από πολλούς τομείς.

<sup>10</sup> Βλ. [10]

- Υπάρχει σε όλο τον πλανήτη.
- Βοηθάει στην ανακύκλωση καθώς χρησιμοποιεί απορρίμματα που παράγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Η χρήση της Συμβάλει στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα
- Ανοίγει νέες θέσεις εργασίας καθώς συμβάλλει και στην αγροτική ανάπτυξη

Μειονεκτήματα της Βιοενέργειας:

- Αρκετές φορές εξαιτίας της ύπαρξης υγρασίας στην βιομάζα χρειάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας έτσι ώστε η υγρασία να στεγνώσει πριν η βιομάζα μπει σε διαδικασία καύσης.
- Χρειάζεται μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος διότι η παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα βιοκαυσίμων σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Εάν οι διαδικασίες κατά τις οποίες παράγεται και χρησιμοποιείται η βιομάζα δεν είναι σωστές τότε αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των φυσικών οικοτόπων.
- Για να χρησιμοποιηθεί απαιτείται μεγάλος χώρος.
- Το κόστος συλλογής είναι υψηλό.

## 1.7 Ωκεάνια Ενέργεια

Ωκεάνια Ενέργεια ονομάζεται η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία σχηματίζεται κυρίως από τους ωκεανούς εξαιτίας της περιστροφικής ή της κατακόρυφης κίνησης των μορίων του νερού. Αποτελεί μία σχετικά νέα μορφή ενέργειας την οποία η ανθρωπότητα αποσκοπεί να εκμεταλλευτεί στο έπακρο καθώς οι ωκεανοί καταλαμβάνουν το 70% της επιφάνειας της γης και φυσικά λόγω των δυνατοτήτων της. Στην συνέχεια της συγκεκριμένης εργασίας θα αναλυθεί περαιτέρω η Ωκεάνια Ενέργεια, οι δυνατότητες της, οι εφαρμογές της και τέλος οι δυνατότητες εξέλιξής της.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Εισαγωγή στην Ωκεάνια Ενέργεια και οι δυνατότητές της

#### 2.1 Ορισμός Ωκεάνιας Ενέργειας

Όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω Ωκεάνια Ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που δημιουργείται από διάφορες περιστροφικές ή κατακόρυφες κινήσεις του νερού τόσο των ωκεανών όσο και των μεγάλων σε έκταση λιμνών. Σε αντίθεση με την υδροηλεκτρική ενέργεια τα ύδατα που βρίσκονται στις συγκεκριμένες περιοχές (ωκεανοί, μεγάλες λίμνες) δεν μπορούν να εκμεταλλευτούν με παρόμοιο τρόπο λόγω της αδυναμίας του νερού να κινηθεί με ορμή από ένα υψηλό σημείο σε ένα χαμηλότερο. Για αυτό λοιπόν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η αρχική σκέψη ήταν η εκμετάλλευση των υδάτων με τρεις διαφορετικές μεθόδους:

1. Την εκμετάλλευση της παλίρροιας.
2. Την εκμετάλλευση των διαφορετικών θερμοκρασιών του νερού μεταξύ της επιφάνειάς του και των βαθύτερων στρωμάτων.
3. Την εκμετάλλευση των κυμάτων.

Άξιο αναφοράς είναι ότι αν οι άνθρωποι καταφέρουν να εκμεταλλευτούν το πολύ μικρό ποσοστό του 0,1% της κινητικής ενέργειας που προσφέρουν οι ωκεανοί θα καταφέρει να αντλήσει πέντε φορές παραπάνω ενέργεια από αυτή που έχει ανάγκη ολόκληρος ο πλανήτης. Το συγκεκριμένο γεγονός μάλιστα κάνει εύκολα αντιληπτό τόσο την χρησιμότητα όσο και τις δυνατότητες που κατέχει η συγκεκριμένη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας και φυσικά το πόσο μπορεί να ωφελήσει την ανθρωπότητα η εξέλιξή της<sup>11</sup>.

Τη σύγχρονη εποχή η Ωκεάνια Ενέργεια έχει πάψει να υπάρχει απλά ως μια θεωρητική ιδέα. Χάρη στην εξέλιξη των διαφόρων τεχνολογικών μέσων η μαζική χρήση της παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας για την παραγωγή φιλικής προς το περιβάλλον και οικονομικής ενέργειας είναι πλέον εφικτή.

#### 2.2 Παλιρροϊκή Ενέργεια

##### 2.2.1 Ορισμός και κατηγορίες εγκαταστάσεων της Παλιρροιακής Ενέργειας

Ως παλίρροια λογίζεται η πτώση της στάθμης του νερού και η ανύψωση του δύο φορές την μέρα. Το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο συμβαίνει λόγω της έλξης που ασκείται στην υδρόσφαιρα από την Σελήνη (εξαιτίας της μικρής απόστασης από την γη) και από τον Ήλιο (εξαιτίας της μεγάλης μάζας του). Η περιστροφή της γης σε συνεργασία με τις παλιρροιακές δυνάμεις που δημιουργούνται με την συμβολή του Ήλιου και της Σελήνης είναι η αιτία της ύπαρξης της παλίρροιας<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Βλ. [12]

<sup>12</sup> Βλ. [14]

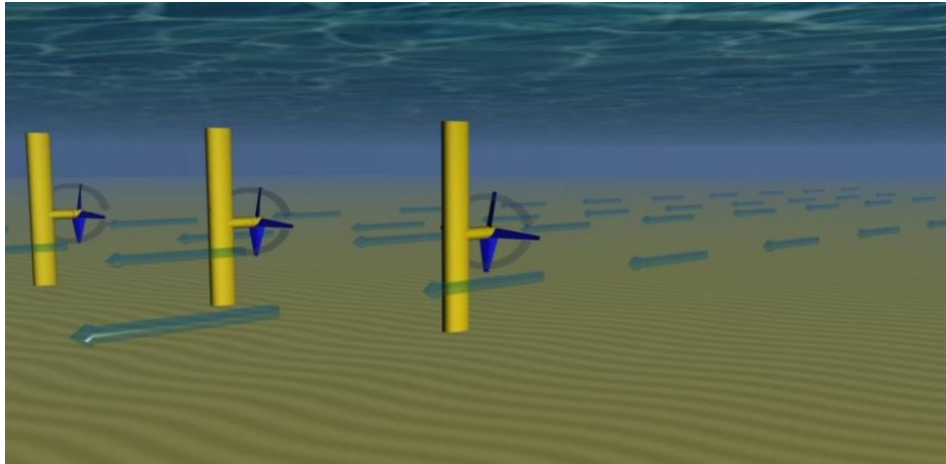




Οι δύο μεγάλες διαφορές των στρόβιλων είναι:

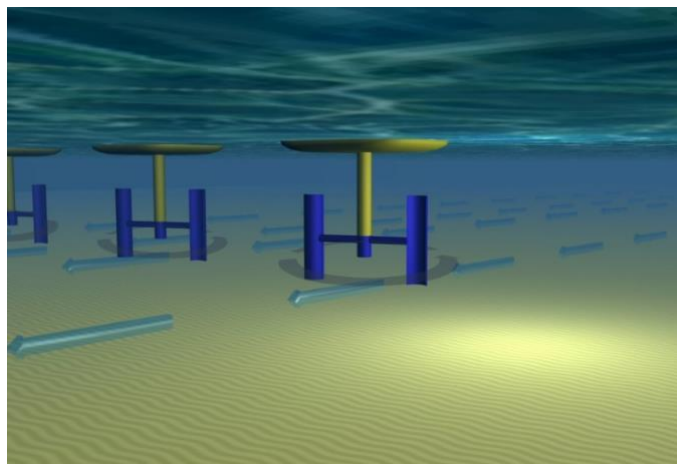
- I. Η διαφορά μεγέθους. Οι στρόβιλοι των ωκεανών είναι κατά ένα τέταρτο μικρότεροι από αυτούς που χρησιμοποιούνται στην Αιολική Ενέργεια.
- II. Σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες οι γεννήτριες των ωκεανών προκαλούν από ελάχιστη έως μηδενική ακουστική και οπτική ενόχληση.

Τα συστήματα οριζόντιου άξονα λειτουργούν πανομοιότυπα με τις συμβατικές ανεμογεννήτριες. Έχουν μεγάλη απήχηση στην Νορβηγία με τον πειραματικό στρόβιλο του Kvalsundet (εγκατεστημένη ισχύς 300kW) και αντίστοιχα στην Μεγάλη Βρετανία με τον πειραματικό στρόβιλο στο Lynmouth (εγκατεστημένη ισχύ 300kW).



Εικόνα 8: Σύστημα οριζόντιου άξονα (Πηγή: AQOUARET<sup>14</sup>)

Τα συστήματα κατακόρυφου άξονα βασίζονται στην ίδια αρχή με αυτά του οριζόντιου άξονα με διαφορά όμως την φορά περιστροφής των πτερυγίων. Βρέθηκαν στο κέντρο της προσοχής των ανθρώπων κυρίως στην άλλη άκρη του Ατλαντικού όπου δοκιμάστηκαν σε διάφορες περιοχές αλλά και στην Ιταλία όπου με την συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) κατασκευάστηκε κατακόρυφο σύστημα αξόνων συνολικής ισχύος 110kW.



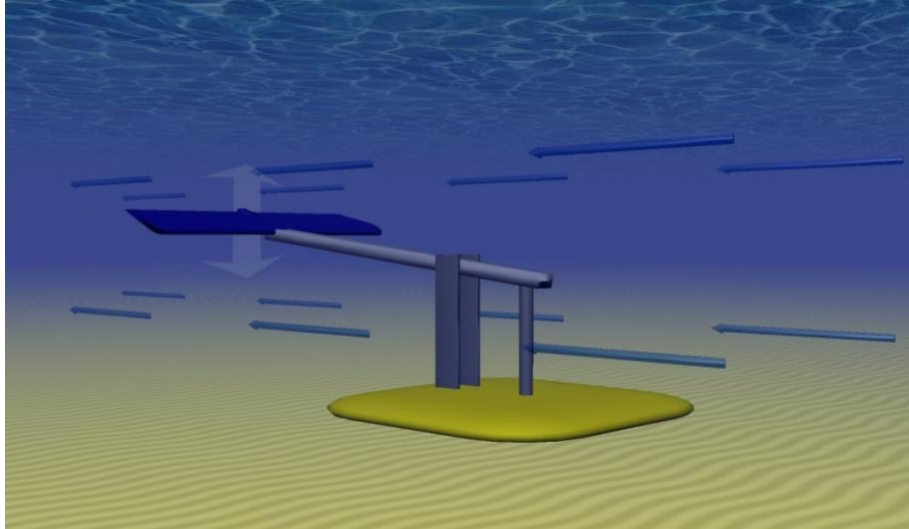
Εικόνα 9: Σύστημα κατακόρυφου άξονα (Πηγή: AQOUARET<sup>15</sup>)

---

<sup>14</sup> Βλ. [15]

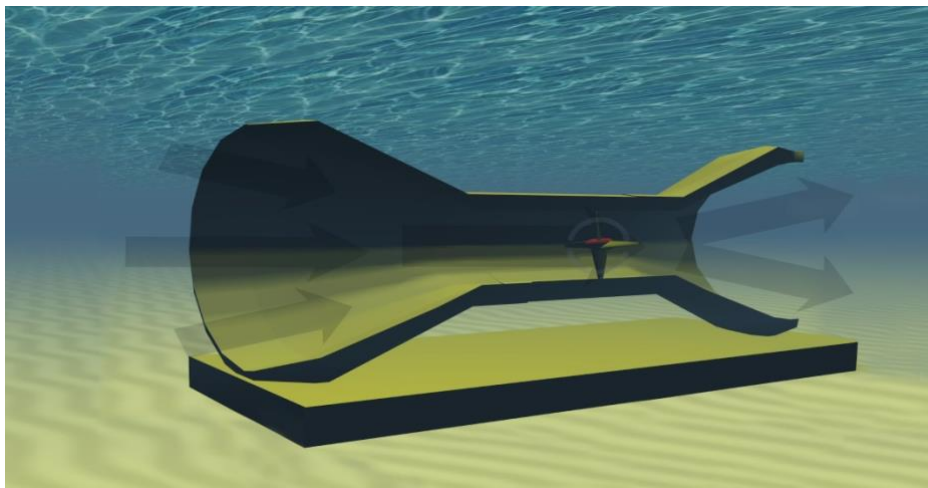
<sup>15</sup> Βλ. [15]

Εκτός από τα δύο αυτά βασικά συστήματα έχουν δημιουργηθεί τα παλινδρομικά συστήματα κίνησης τα οποία χρησιμοποιούν τις ανωστικές δυνάμεις του ύδατος μέσω υδροπτερυγίων τα οποία τοποθετούνται με κλίση στο κατάλληλο γεωγραφικό σημείο ροής του νερού. Στα νησιά Σέτλαντ έχουμε περιπτώσεις εφαρμογής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την συμβολή συστημάτων παλινδρομικής κίνησης συνολικής εγκατεστημένης ισχύς 750kW και 150kW.



**Εικόνα 10: Συστήματα παλινδρομικής κίνησης (Πηγή: AQOUARET<sup>16</sup>)**

Τέλος στο Grimsby της Βόρειας Αγγλίας έχει δοκιμαστεί ένα σύστημα συνολικής ισχύς 150kW του οποίου η μορφή μοιάζει με έναν αγωγό τύπου Venturi. Στο συγκεκριμένο σύστημα η παλιρροιακή ροή κινείται μέσω ενός αγωγού του οποίου η δουλειά είναι η συγκέντρωση της ροής και η δημιουργία διαφοράς πίεσης. Η ροή που προκύπτει έχει την δυνατότητα να κινήσει άμεσα έναν στρόβιλο ή η προκύπτουσα διαφορά πίεσης του συστήματος να κινήσει κάποιον αεροστρόβιλο.



**Εικόνα 11: Αγωγός τύπου Venturi (Πηγή: AQOUARET<sup>17</sup>)**

---

<sup>16</sup> Βλ. [15]

<sup>17</sup> Βλ. [15]



### **2.2.2 Περιοχές κατάλληλες για την εκμετάλλευση της Παλιρροιακής Ενέργειας**

Στην Ευρώπη τοποθεσίες με εξαιρετικά υψηλή παλίρροια είναι οι εκβολές του Severn στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο κόλπος του La Rannee στην Γαλλία και στην Ρωσία στην περιοχή της Μπελούσια Γκούμπα. Οι συγκεκριμένες περιοχές αναπτύσσουν μεγάλη παλίρροια με την καθημερινή άνοδο και πτώση της να είναι μεταξύ έντεκα και δεκαέξι μέτρα.

Στην Νότια Αμερική παρατηρούνται παλίρροιες άνω των τεσσάρων μέτρων στις ακτές της Χιλής ενώ στην περιοχή της Αργεντινής Puerto Gallegos η άνοδος και η κάθοδος της παλίρροιας φτάνει έως και τα δεκατέσσερα μέτρα. Τέλος στην Βραζιλία περιοχές με υψηλή παλίρροια είναι το Belem και το Sao Luis. Στο Μεξικό στην πολιτεία Baja California οι παλίρροιες φτάνουν τα δέκα μέτρα καθιστώντας την συγκεκριμένη πολιτεία κατάλληλη για τοποθέτηση εγκαταστάσεων παλιρροιακής ενέργειας. Παράλληλα βορειότερα στον Καναδά στον κόλπο Fundy οι παλίρροιες μπορούν να ξεπεράσουν τα έντεκα μέτρα δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες ώστε να είναι εκμεταλλεύσιμη η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας.

Στην Ασία περιοχές με υψηλή παλιρροιακή κινητικότητα είναι ο κόλπος της Βεγγάλης στην Αραβική Θάλασσα, η Θάλασσα της Νότιας Κίνας, η Θάλασσα του Οχότσκ και οι περιοχές κατά μήκος της ακτής της Νότιας Κορέας.

Στην Αυστραλία περιοχές όπου οι παλίρροιες ξεπερνούν τα πέντε μέτρα είναι το Port Hedland (5,18m) και το Port Darwin (5,12m).

Στην Αφρική οι τοποθεσίες δεν μπορούν να θεωρηθούν ότι πληρούν τις προϋποθέσεις. Όμως θα μπορούσαν να κατασκευαστούν εγκαταστάσεις μεσαίας κλίμακας ως προς την παραγωγή ενέργειας στις περιοχές νότια του Ντακάρ, στα νησιά Κομόρες και στην Μαδαγασκάρη.

### **2.2.3 Επιδράσεις της Παλιρροιακής Ενέργειας στο περιβάλλον**

Η περιβαλλοντική έρευνα που πραγματοποιήθηκε αρχικά είχε άμεση σχέση με τις περιβαλλοντικές αλλαγές στις τοποθεσίες που θα κατασκευάζονταν τα φράγματα, με την υποψία θνησιμότητας των ψαριών που θα παρατηρούνταν λόγω των λεπίδων καθώς και με τα εγκλωβισμένα ψάρια που θα βρίσκονταν παγιδευμένα πάνω στις συσκευές και οφειλόταν να απελευθερωθούν.

Στα νησιά Roosevelt αποφασίστηκε να υλοποιηθεί μελέτη χρησιμοποιώντας 24 διασπασμένους υδροακουστικούς αισθητήρες ακτινών (echosounder) με σκοπό την παρακολούθηση των κινήσεων των ψαριών. Το συμπέρασμα των μελετών ήταν το εξής:

1. Μικρός αριθμός ψαριών χρησιμοποιούσε την περιοχή του νερού όπου ήταν τοποθετημένες οι συσκευές.
2. Τα ψάρια που κινούνταν στην συγκεκριμένη περιοχή απέφευγαν τα σημεία που θα τα οδηγούσε σε κάποιο τραυματισμό από λεπίδα.
3. Δεν υπήρχαν στοιχεία ότι ψάρια διαπέρασαν μέσα από κάποια λεπίδα.

Από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την συμβολή της παλίρροιας είναι ότι δεν εκπέμπουν αέρια τα οποία διευρύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι παλιρροιακές εγκαταστάσεις μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορα γεωγραφικά σημεία και μπορούν να κατασκευαστούν σε αυτά τα σημεία από μια και μόνο διάταξη μέχρι και ένα σύνολο διατάξεων τα οποία θα

ξεπερνούν τις τριάντα. Επομένως είναι πολύ πιθανό στο μέλλον να δούμε ένα παλιρροιακό πάρκο τέτοιων μεγάλων διαστάσεων. Η δημιουργία μιας μεγάλης εγκατάστασης όμως θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθούν και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στην τωρινή εποχή παρόλο που προσπαθούν να γίνουν διάφορες προβλέψεις τίποτα δεν είναι βέβαιο και κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί με σιγουριά το μέγεθος των προβλημάτων που θα προκύψουν τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στους οργανισμούς που ζουν σε αυτό. Αυτό πάντως που μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα είναι ότι το μέγεθος των προβλημάτων θα εξαρτάται και από το μέγεθος της εγκατάστασης.

Παράλληλα θέμα που απασχόλησε τους επιστήμονες ήταν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του περιβάλλοντος και των παλιρροιακών εγκαταστάσεων με την τοποθέτηση του στρόβιλου στον θαλάσσιο πυθμένα. Η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να έχει διαφορετικά αποτελέσματα. Παραδείγματος χάρη οι κυματικοί στρόβιλοι πρώτης γενιάς εξαιτίας της χρησιμοποίησης μόνο πυλώνα έχουν ως αποτέλεσμα κατά την εγκατάσταση τους την διαταραχή του φυσικού περιβάλλοντος.

Αντίθετα οι στρόβιλοι δεύτερης γενιάς χρησιμοποιώντας διάφορα συστήματα αγκυροβόλησης θα δημιουργούσαν λιγότερα προβλήματα στο ζωικό βασίλειο του πυθμένα όπου θα τοποθετούνταν ενώ συγχρόνως έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε μεγαλύτερο βάθος<sup>18</sup>.

#### **2.2.4 Οικονομικές διαστάσεις της Παλιρροιακής Ενέργειας**

Οι οικονομικές προεκτάσεις εκμετάλλευσης της παλιρροιακής ενέργειας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην μετέπειτα ανάπτυξή της. Οι προεκτάσεις αυτές είναι:

- Το κόστος κατασκευής μιας παλιρροιακής εγκατάστασης: Η δημιουργία ενός σταθμού εκμετάλλευσης της παλιρροιακής ενέργειας χρειάζεται αρχικά ένα υψηλό επενδυτικό κεφάλαιο έτσι ώστε να υλοποιηθεί. Στην συγκεκριμένη επένδυση περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο κατάλληλος εξοπλισμός που απαιτείται για εκμετάλλευση των παλιρροιών.
- Η χρονική περίοδος ανάκτησης των επενδυτικών κεφαλαίων: Δηλαδή ο χρόνος που θα χρειαστεί έτσι ώστε να ανακτηθούν τα χρηματικά κεφάλαια που δαπανήθηκαν για την υλοποίηση των εγκαταστάσεων. Μάλιστα για να επιτευχθεί αυτό είναι λογικό να χρειαστούν μεγάλα χρονικά περιθώρια καθώς οι παλιρροιακές εγκαταστάσεις χρειάζονται αρκετό χρόνο για να φτάσουν στις επιδόσεις που απαιτούνται.
- Η απόδοση των εγκαταστάσεων: Αν και οι παλιρροιακή ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η συνολική της απόδοση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι σημαντικότεροι παράγοντες είναι οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην τοποθεσία που βρίσκεται ο παλιρροιακός σταθμός, η σταθερότητα και αντίστοιχα η αστάθεια των παλιρροιών και οι γεωλογικές συνθήκες.

#### **2.2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Παλιρροιακής Ενέργειας**

Πλεονεκτήματα της Παλιρροιακής Ενέργειας:

---

<sup>18</sup> Βλ. [15]

1. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και επομένως ανεξάντλητη.
2. Χαμηλό κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων.
3. Βασικότερο πλεονέκτημα την παλιρροιακής ενέργειας σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ είναι ότι οι παλίρροιες των ωκεανών αν και δεν μπορούν να ελεγχθούν απόλυτα από την ανθρώπινη τεχνολογία όπως και οι άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι προβλέψιμες και σταθερές.
4. Ελάχιστη οπτικοακουστική ρύπανση.
5. Μηδενική εκπομπή αερίων εχθρικών προς το περιβάλλον.
6. Το φυσικό φαινόμενο της παλίρροιας συμβαίνει ανεξαρτήτου εποχής

Μειονεκτήματα της Παλιρροιακής ενέργειας:

1. Υψηλό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων.
2. Αύξηση του ιζήματος και της θολότητας του νερού στις περιοχές που έχουν κατασκευαστεί οι εγκαταστάσεις.
3. Δημιουργία αρνητικών επιπτώσεων όσον αφορά τον τουρισμό και την ναυσιπλοΐα εξαιτίας των εγκαταστάσεων.
4. Μεγάλη πιθανότητα δημιουργίας προβλημάτων στην χλωρίδα και την πανίδα των περιοχών όπου εδρεύουν παλιρροιακές εγκαταστάσεις.

## 2.3 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια

### 2.3.1 Ορισμός και δυνατότητες της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας

Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια ορίζεται ως η ενέργεια η οποία παράγεται από την αποθήκευση θερμότητας στους ωκεανούς της Γης. Προέρχεται τόσο από την ακτινοβολία του Ήλιου η οποία θερμαίνει τα νερά των ωκεανών όσο και από την γεωθερμία, την θερμότητα δηλαδή που προσφέρει το εσωτερικό της γης κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της.

Η αξιοποίηση του συγκεκριμένου τύπου ενέργειας μπορεί να υλοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφορετικής θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ του νερού το οποίο βρίσκεται στην επιφάνεια (υψηλότερη θερμοκρασία) και αυτού το οποίο βρίσκεται στον πυθμένα (χαμηλότερη θερμοκρασία). Τα δύο συγκεκριμένα στρώματα παρουσιάζουν διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ 22°C και 25°C.

Αν και ακόμα βρίσκεται υπό μελέτη η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια κατέχει μεγάλες δυνατότητες και πολλά οφέλη ως προς την αξιοποίησή της. Ορισμένες από αυτές είναι:

- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των εγκαταστάσεων ΟΤΕC χρησιμοποιώντας προς όφελος το φυσικό φαινόμενο της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των υδάτων της θαλάσσιας επιφάνειας και του πυθμένα.
- Επιπροσθέτως μπορεί να ωφελήσει και στην κλιματική ρύθμιση καθώς μπορεί να ρυθμίσει την υψηλή θερμοκρασία σε περιοχές οι οποίες βασανίζονται από υπερθέρμανση.

- Η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ακόμα και στην αποθήκευση ή και την ψύξη φαρμάκων, τροφίμων και άλλων προϊόντων με την εκμετάλλευση των ψυχρών υγρών του πυθμένα.
- Η δυνατότητα να συμβάλει στην διαχείριση των υδάτινων πόρων καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή θαλάσσιου νερού και την παραγωγή γλυκού πόσιμου νερού.

Αν και η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια έχει ευοίωνες προοπτικές υπάρχουν ακόμα αρκετά εμπόδια τα οποία θα πρέπει να ξεπεραστούν και πολλοί παράγοντες οι οποίοι πρέπει να εξεταστούν όπως οι τεχνολογικές της ανάγκες και οι επιπτώσεις που θα μπορούσαν να προκληθούν στο περιβάλλον ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ευρέως.

### 2.3.2 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια και ηλεκτρισμός

Μια από τις βασικότερες δυνατότητες της ενέργειας αυτής είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την συμβολή θερμοϊδρυμάτων θαλάσσιας επιφάνειας η αλλιώς OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion). Βασικό χαρακτηριστικό των θερμοϊδρυμάτων είναι η χρησιμοποίηση θερμικών μηχανών έτσι ώστε να επιτευχθεί η μεταφορά της θερμότητας από την επιφάνεια των υδάτων στα ψυχρότερα στρώματα του πυθμένα των ωκεανών. Το πρώτο βήμα της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας από την θαλάσσια επιφάνεια έτσι ώστε να αυξηθεί και η θερμοκρασία της. Στην συνέχεια δημιουργείται το φαινόμενο της ανακυκλοφορίας. Δηλαδή τα θαλάσσια στρώματα με υψηλότερη θερμοκρασία κινούνται προς τα κατώτερα στρώματα και αντίστοιχα τα θαλάσσια στρώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία κινούνται προς τα υψηλότερα στρώματα. Η συγκεκριμένη κίνηση ονομάζεται θερμοκλινοκίνηση (thermohaline circulation) και είναι η αιτία της συνεχής κίνησης των υδάτων στους ωκεανούς. Αυτό το φυσικό φαινόμενο θέλει να εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος χρησιμοποιώντας θερμοηλεκτρικές μηχανές οι οποίες χρησιμοποιώντας τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των θαλάσσιων στρωμάτων θα καταφέρει να επιτύχει την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος<sup>19</sup>.

Γενικά μια OTEC εγκατάσταση λειτουργεί ως εξής:

1. Θερμικός εξατμιστής (Thermal Evaporator): Στο συγκεκριμένο σημείο το ζεστό νερό της επιφάνειας αξιοποιείται για την θέρμανση μιας ποσότητας διαλύτη με χαμηλό σημείο βρασμού όπως π.χ. η αμμωνία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η υψηλή θερμότητα να μεταφέρεται στον διαλύτη και το νερό να ατμοποιείται.
2. Τουρμπίνα (Turbine): Μετέπειτα από την εξάτμιση του διαλυτικού μέσου ο ατμός ο οποίος παράγεται προκαλεί την κινητοποίηση μιας τουρμπίνας. Η τουρμπίνα είναι αυτή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε μηχανική.
3. Γεννήτρια (Generator): Η μηχανική ενέργεια που έχει παραχθεί στην τουρμπίνα μεταφέρεται στην συνέχεια σε μια γεννήτρια η οποία μετατρέπει την ενέργεια σε ηλεκτρική.
4. Θερμικός συμπυκνωτής: Εφόσον πραγματοποιηθεί όλη η παραπάνω διαδικασία το κρύο νερό από τα χαμηλότερα στρώματα του πυθμένα της

---

<sup>19</sup> Βλ. [16]

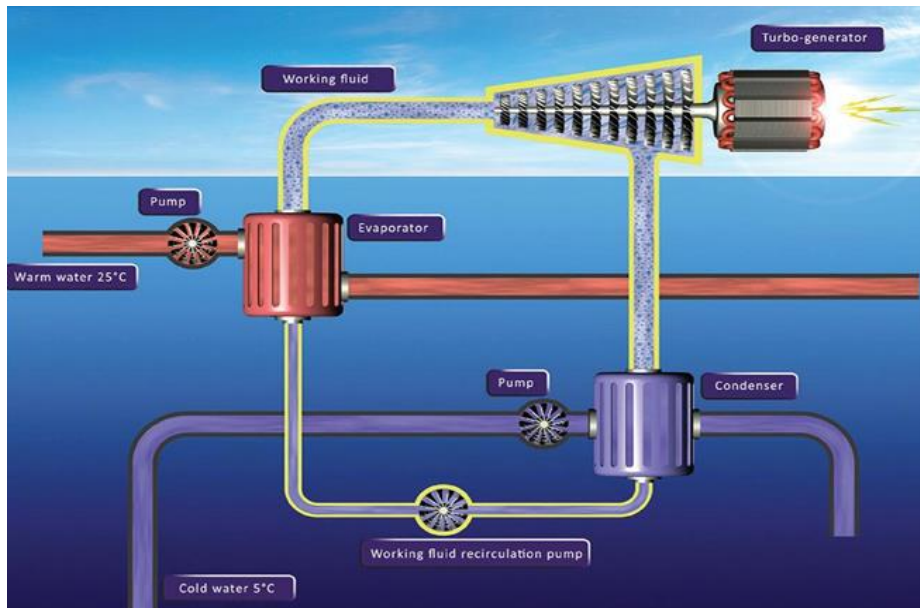
θάλασσας χρησιμοποιείται ώστε να χαμηλώσει την θερμοκρασία του ατμού που πέρασε μέσω της τουρμπίνας οδηγώντας τον πίσω σε υγρή κατάσταση.

5. Αντλία (Pump): Είναι αυτή που μεταφέρει το υγρό διαλύτη από τον θερμικό εξατμιστή στο θερμικό συμπυκνωτή για να επαναλαμβάνεται η συγκεκριμένη διαδικασία.

Οι δύο βασικοί τύποι ΟΤΕC εγκαταστάσεων είναι οι εγκαταστάσεις κλειστού κύκλου (Closed-Cycle ΟΤΕC) και οι εγκαταστάσεις ανοικτού κύκλου (Open-Cycle ΟΤΕC). Οι διαφορές μεταξύ των εγκαταστάσεων αυτών έχουν άμεση σχέση με τον τρόπο λειτουργίας και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν για την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και του πυθμένα των ωκεανών.

Πιο αναλυτικά:

1. Θερμικά μέσα και συνολικός κύκλος πραγματοποίησης της εργασίας: Στις εγκαταστάσεις κλειστού κύκλου για να μεταφερθεί η θερμότητα από το θερμό νερό της επιφάνειας στο ψυχρό νερό του πυθμένα χρησιμοποιείται ένα διαλυτικό μέσο (π.χ. αμμωνία). Ο διαλύτης αυτός δεν έχει καμία επαφή με το νερό καθώς μεταφέρεται μέσω κλειστού κυκλώματος. Αντίθετα στις εγκαταστάσεις των ανοιχτών κυκλωμάτων υπάρχει άμεση εξάτμιση του διαλύτη μέσω του ζεστού νερού ( π.χ. το διαλυτικό μέσο R-134a) που καταλήγει στην παραγωγή ατμού. Στην συνέχεια το κρύο νερό είναι αυτό που χαμηλώνει τις θερμοκρασίες του ατμού και τον μετατρέπει πάλι σε υγρό για να μπορέσει να επαναληφθεί ο αντίστοιχος κύκλος εργασιών.
2. Γεωγραφική θέση του ύφαλου: Το θετικό με τις εγκαταστάσεις κλειστού κύκλου είναι ότι έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν και σε απομακρυσμένες περιοχές των ωκεανών των οποίων η πρόσβαση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι δυσκολότερη. Το συγκεκριμένο γεγονός οφείλεται στο διαλυτικό υγρό το οποίο βρίσκεται σε εσωτερικό κύκλωμα μεταφοράς δίχως να έχει άμεση επαφή με το υδάτινο στοιχείο. Στην περίπτωση των εγκαταστάσεων ανοικτού κύκλου απαιτείται οι εγκαταστάσεις να έχουν κατασκευαστεί σε περιοχές με ευκολότερη πρόσβαση διότι ο ατμός παράγεται άμεσα από το ζεστό νερό της επιφάνειας των θαλασσών.
3. Απόδοση των εγκαταστάσεων: Τέλος οι εγκαταστάσεις κλειστού κύκλου παρουσιάζουν συνήθως υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με αυτές του ανοικτού.



Εικόνα 12: Εγκατάσταση ΟΤΕC (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ<sup>20</sup>)

### 2.3.3 Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια ως ρυθμιστής του κλίματος

Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια έχει την δυνατότητα να ρυθμίσει τις κλιματικές αλλαγές του ανθρώπινου περιβάλλοντος με διάφορους μηχανισμούς. Οι βασικότεροι τρόποι εμπλοκής της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας στην κλιματική ρύθμιση είναι οι παρακάτω:

1. Μπορεί να συμβάλει με την ενίσχυση της κυκλοφορίας των ρευμάτων των ωκεανών καθώς τα ωκεάνια ρεύματα μεταφέρουν θερμότητα επηρεάζοντας τις κλιματικές συνθήκες των περιοχών ανά τον κόσμο.
2. Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια μπορεί να βοηθήσει σημαντικά έτσι ώστε να περιοριστεί η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων των ωκεανών διατηρώντας την θερμοκρασία σε φυσιολογικά όρια.
3. Τέλος μπορεί να προσφέρει τα οφέλη της σε περιοχές όπου παρατηρείται σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας προσφέροντας τους νερό χαμηλών θερμοκρασιών από των πυθμένα των θαλασσών με αποτέλεσμα τον περιορισμό της υπερθέρμανσης.

Επιπλέον είναι άξιο αναφοράς ότι η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια δεν αποτελεί την μια και μοναδική λύση για την επίλυση των προαναφερόμενων φαινομένων καθώς και ότι χρειάζεται να εξελιχθεί και να αναπτυχθεί έτσι ώστε να αυξηθεί περαιτέρω η αποδοτικότητά της και να προσφέρει τα ανάλογα αποτελέσματα στα οποία ευελπιστούν οι επιστήμονες. Επομένως για να είναι τα θετικά αποτελέσματα εμφανή και πραγματώσιμα οφείλει να υπάρξει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση ώστε τα προβλήματα να επιλυθούν.

<sup>20</sup> Βλ. [12]

### 2.3.4 Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια, αποθήκευση και ψύξη ευαίσθητων προϊόντων

Μέσω των ψυχρών υδάτων του θαλάσσιου πυθμένα η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια μπορεί να βοηθήσει στην αποθήκευση και ψύξη ευαίσθητων προϊόντων όπως φαρμάκων και τροφίμων. Οι τρόποι που μπορεί να ωφελήσει είναι οι ακόλουθοι:

1. Αποθήκευση θερμότητας: Η θερμότητα που διοχετεύεται από τα κατώτερα στρώματα του πυθμένα των ωκεανών μπορεί να συμβάλει στην διατήρηση των προϊόντων προσδίδοντάς τους την αντίστοιχη θερμοκρασία την οποία χρειάζονται για να διατηρηθούν ακέραια.
2. Ψύξη μέσω απορρόφησης θερμότητας: Ο δεύτερος τρόπος εκτελείται μέσω της απορρόφησης θερμότητας. Κατά την απορρόφηση η θερμότητα αντλείται από ένα ψυκτικό υγρό μετατρέποντάς την σε αέρα. Έπειτα ακολουθεί η μεταφορά της θερμότητας σε ένα διαφορετικό σημείο όπου και απορροφάται από τα στρώματα του πυθμένα των θαλασσών ενώ τέλος απελευθερώνεται στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Η συγκεκριμένες διαδικασίες (αποθήκευσης και ψύξης) μπορούν να προσφέρουν πολλά οφέλη στην ανθρωπότητα διότι ανεξάρτητα από την διατήρηση ποιότητας που μπορούν να προσδώσουν σε πολλά ευαίσθητα προϊόντα που κατέχουν μεγάλη σημασία στην ανθρώπινη καθημερινότητα είναι και φιλικές προς το περιβάλλον καθώς βασίζονται στην φυσική θερμότητα των θαλασσών και όχι στην επεξεργασία προϊόντων που προκαλούν εκπομπές βλαβερών αερίων.

### 2.3.5 Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια και η συμβολή της στην διαχείριση των υδάτινων πόρων και στην παραγωγή γλυκού νερού

Η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια μπορεί να συμβάλλει τόσο στην διαχείριση των υδάτινων πόρων όσο και στην παραγωγή γλυκού νερού σε συνεργασία με την τεχνολογία που ονομάζεται Απόσταξη (Distillation).

Απόσταξη ονομάζεται η διαδικασία αφαλάτωσης του αλμυρού νερού έτσι ώστε να υπάρξει παραγωγή γλυκού νερού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, πότισμα και γενικότερα ανθρώπινες ανάγκες.

Οι τύποι τεχνολογιών απόσταξης είναι:

1. Ανταλλαγή ιόντων: Χρησιμοποιώντας ρητίνες ιόντων μπορεί επιτευχθεί η αφαίρεση των αλάτων και των ιόντων από το θαλάσσιο αλμυρό νερό και στην συνέχεια να πάρουν την θέση τους μη αλατισμένα ιόντα.
2. Αντίστροφη όσμωση: Η διαδικασία αυτή αποτελείται από μια μεμβράνη υψηλής πίεσης μέσω της οποίας το αλμυρό νερό αναγκάζεται να εισέλθει και αφού εξέλθει έχει αφήσει όλο το αλάτι πίσω.
3. Απόσταξη πολύ υψηλής θερμοκρασίας: Σε αυτόν τον τύπο απόσταξης το θαλασσινό νερό εξατμίζεται μέσω υψηλής θερμοκρασίας και στην συνέχεια ακολουθεί η ψύξη του ώστε να παραχθεί γλυκό νερό.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια σε συνδυασμό με τις διάφορες τεχνολογίες απόσταξης μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην διαχείριση των υδάτινων πόρων και την παραγωγή γλυκού νερού ιδιαίτερα σε περιοχές που παρατηρείται υψηλή έλλειψη γλυκού νερού για την κάλυψη των διάφορων ανθρώπινων αναγκών.

### **2.3.6 Περιοχές κατάλληλες για την εκμετάλλευση της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας**

Αρχικά για να μπορέσουν να δημιουργηθούν εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας οι περιοχές στις οποίες θα δημιουργηθούν αυτές οι εγκαταστάσεις οφείλουν να πληρούν κάποια από τα παρακάτω κριτήρια:

1. Μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας των υδάτων μεταξύ των θαλάσσιων στρωμάτων και της επιφάνειας των ωκεανών: Όπως αναλύθηκε και παραπάνω το συγκεκριμένο είναι το βασικότερο χαρακτηριστικό έτσι ώστε να μπορέσει ο άνθρωπος να εκμεταλλευτεί τον συγκεκριμένο τύπο ενέργειας.
2. Υψηλή ετήσια θερμοκρασία της επιφάνειας του νερού: Οι περιοχές οι οποίες έχουν το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου υψηλές θερμοκρασίες στην επιφάνεια των θαλασσών τους είναι κατάλληλες καθώς προσφέρεται μεγαλύτερη διαφορά στην θερμοκρασία μεταξύ της επιφάνειας και του πυθμένα τους.
3. Θερμικά τροπικά ύδατα. Τα θερμά τροπικά νερά των περιοχών που μάλιστα βρίσκονται κοντά στον ισημερινό δακτύλιο είναι ιδανικά για εκμετάλλευση.

Χώρες που έχουν αξιοποιήσει τα παραπάνω γεωγραφικά χαρακτηριστικά για την κατασκευή εγκαταστάσεων είναι:

1. Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και πιο συγκεκριμένα η πολιτεία της Χαβάης. Η οποία μάλιστα είναι μια από τις πρώτες περιοχές που προσπάθησε να εφαρμοστεί και να δοκιμαστεί η συγκεκριμένη τεχνολογία.
2. Η Τζαμάικα.
3. Η Βραζιλία.
4. Η Κίνα
5. Η Ινδία

Στις παραπάνω χώρες έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες καθώς και δοκιμές εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Οι ενέργειες αυτές όμως βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο με αποτέλεσμα η εφαρμογή τους να χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη και να μην μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα.

### **2.3.7 Οι οικονομικές διαστάσεις της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας**

Πολλά στοιχεία είναι αυτά που πρέπει να ληφθούν υπόψη για το ποιές είναι η οικονομικές διαστάσεις δημιουργίας μιας εγκατάστασης ή εγκαταστάσεων αξιοποίησης της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας τόσο σε μια περιοχή όσο και σε μια ολόκληρη χώρα. Τα στοιχεία αυτά είναι:

1. Το κόστος κατασκευής: Η κατασκευή των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων είναι αρκετά ακριβή.
2. Το κόστος λειτουργίας: Εκτός από τα έξοδα κατασκευής οφείλεται να ληφθούν υπόψη και τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης.
3. Οι αποδόσεις των εγκαταστάσεων: Η συνολική απόδοση των εγκαταστάσεων στην αξιοποίηση της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας μπορεί να προσδιορίσει το πόσο αξιόπιστη ή όχι είναι όλη η διαδικασία



4. Η παραγωγή ενέργειας και το κέρδος που προσφέρει: Η ποσότητα της ενέργειας που μπορεί να παραχθεί και τα έσοδα που μπορεί να προσφέρει αποτελούν έναν ακόμα βασικό παράγοντα.
5. Το ποίες είναι οι κλιματικές πολιτικές του κάθε κράτους: Κάθε κράτος ακολουθεί διαφορετική προσέγγιση και έχει διαφορετικούς στόχους όσον αφορά το περιβάλλον και τον τρόπο παραγωγής ενέργειας, επομένως η κλιματική πολιτική που ακολουθεί το κάθε κράτος μπορεί να επηρεάσει άμεσα την εξέλιξη της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας.

Για να γίνει ορθή αξιολόγηση οι ενεργειακές εταιρείες-επενδυτές σε συνεργασία με επιστήμονες και την κυβέρνηση του κάθε κράτους οφείλουν να μελετήσουν τα παραπάνω στοιχεία έτσι ώστε να καταλήξουν για το αν τελικά αξίζει να ξεκινήσουν την διαδικασία κατασκευής εγκαταστάσεων οι οποίες θα εκμεταλλεύονται την Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια.

### **2.3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας**

Πλεονεκτήματα της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας:

1. Είναι ενεργειακά αποδοτική καθώς από μικρές ποσότητες νερού μπορούν να παραχθούν υψηλά ποσά ενέργειας.
2. Μπορεί να διαθέσει συνεχόμενη παραγωγή διότι μπορεί να παράγεται σε συνεχή βάση ανεξαρτήτου εποχής.
3. Σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές όπως η αιολική και η ηλιακή μπορεί να προσφέρει σταθερότητα γιατί δεν επηρεάζεται από παράγοντες όπως ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία.
4. Είναι φιλική προς το περιβάλλον. Οι εγκαταστάσεις της δεν προκαλούν ρύπους και άλλα επιβλαβή αέρια προς το περιβάλλον.
5. Αποτελεί έναν ανεξάντλητο πόρο καθώς οι θαλάσσιες θερμοκρασίες είναι ανεξάντλητες.
6. Μπορεί να συμβάλει στην προστασία του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Υπάρχουν περιπτώσεις που η Θερμική Ωκεάνια Ενέργεια βοηθά το θαλάσσιο οικοσύστημα μειώνοντας την θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων σε περιοχές που το έχουν ανάγκη.

Μειονεκτήματα της Θερμικής Ωκεάνιας Ενέργειας:

1. Το συνολικό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων είναι πολύ υψηλό ενώ συγχρόνως η δημιουργία και ο σχεδιασμός των ίδιων εγκαταστάσεων είναι αρκετά πολύπλοκος.
2. Οι εγκαταστάσεις της συγκεκριμένης ενέργειας μπορούν να λειτουργήσουν και να αποδώσουν σε πολύ συγκεκριμένα γεωγραφικά σημεία.
3. Σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας το κόστος παραγωγής είναι υψηλότερο.
4. Παρόλο που αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο θαλάσσιο οικοσύστημα όπως να επηρεάσει τις θαλάσσιες ροές, να χρειαστεί να αντληθούν μεγάλες ποσότητες νερού από τα υποστρώματα και να δημιουργήσει η συνολική διαδικασία αξιοποίησης της προβλήματα στα ζώα που κατοικούν στα θαλάσσια στρώματα.

## 2.4 Κυματική Ενέργεια

### 2.4.1 Ορισμός και δυνατότητες της Κυματικής Ενέργειας

Κυματική Ενέργεια ορίζεται ως η αξιοποίηση τόσο των κυμάτων της επιφάνειας των ωκεανών όσο και των ρευμάτων των κατώτερων στρωμάτων τους με στόχο την χρήση και μετατροπή της κινητικής τους ενέργειας σε ηλεκτρική. Η Κυματική Ενέργεια προέρχεται από φυσικά φαινόμενα της γης, όπως π.χ. ο αέρας που δημιουργεί τα κύματα και αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με ανεξάντλητους πόρους. Με τα ύδατα των Ωκεανών να καλύπτουν περισσότερο από το 71% της συνολικής επιφάνειας της Γης και το 53% του ανθρώπινου πληθυσμού να ζει σε κοντινή απόσταση από αυτούς η Κυματική Ενέργεια μπορεί να συμβάλλει άμεσα στην κάλυψη των ηλεκτρολογικών αναγκών των παράκτιων περιοχών που έχει εγκατασταθεί ο άνθρωπος.

Βασικό χαρακτηριστικό της Κυματικής Ενέργειας αποτελεί το ότι στην επιφάνεια των υδάτων η ταλαντευτική κίνηση είναι υψηλότερη σε σύγκριση με τα κατώτερα στρώματα που όσο πλησιάζει προς τον πυθμένα μειώνεται. Τα μηχανήματα τα οποία έχουν την ικανότητα να εκμεταλλευτούν την ενέργεια που μας προσφέρουν τα κύματα ονομάζονται μετατροπείς κυματικής ενέργειας (WEC). Η χρήση τους γίνεται με διαφορετικούς τρόπους όπως π.χ. με πλωτά συστήματα, με χρησιμοποίηση κινητήρων ή άλλων μηχανισμών που διαθέτουν την δυνατότητα άντλησης ενέργειας από τις κινήσεις των υδάτων.

Την σημερινή εποχή υπάρχουν περισσότεροι από 150 μετατροπείς κυματικής ενέργειας όμως μόνο το 20% από το σύνολο των συσκευών έχει φτάσει σε επίπεδο να δοκιμαστεί κάτω από κανονικές συνθήκες. Η παραπάνω πληροφορία κάνει εύκολα αντιληπτό ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκεται ακόμα σε στάδιο εξέλιξης καθώς παρουσιάζονται συνεχώς νέες προκλήσεις και εμπόδια που επηρεάζουν την ανάπτυξη της.

Κατάλληλες περιοχές για χρήση των συσκευών WEC και εκμετάλλευσης των κυμάτων αποτελούν η δυτικές ακτές της Ευρωπαϊκής Ηπείρου, πιο συγκεκριμένα οι ακτές βόρεια του Ηνωμένου Βασιλείου και της Ιρλανδίας και οι ακτές της Πορτογαλίας και της Ισπανίας καθώς επίσης και οι ακτές που συναντά ο Ειρηνικός Ωκεανός τόσο στην Βόρεια Αμερική όσο και στην Νότια Αμερική. Τέλος οι ακτές της Νοτίου Αφρικής, της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας είναι απολύτως κατάλληλες τοποθεσίες για την αξιοποίηση του συγκεκριμένου τύπου ενέργειας.



**Εικόνα 13: Καταλληλότητα τοποθεσιών ανάλογα το μέγεθος του αριθμού για χρήση συσκευών MEC για αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ <sup>21</sup>)**

#### 2.4.2 Εγκαταστάσεις Κυματικής Ενέργειας

Αρχικά οι εγκαταστάσεις της Κυματικής Ενέργειας χωρίζονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα της απόστασής τους από τις ακτές. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Τεχνολογίες ακτογραμμής
- Παράκτιες τεχνολογίες
- Υπεράκτιες τεχνολογίες

Οι τεχνολογίες ακτογραμμής κατασκευάζονται και τοποθετούνται είτε σε κοντινά σημεία από τις ακτές είτε παράκτια σε μια περιοχή με σκοπό την αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας που προσφέρουν τα κύματα έτσι ώστε να μετατραπεί σε ηλεκτρική. Διαθέτουν εύκολη πρόσβαση με αποτέλεσμα και η εγκατάστασή τους να είναι ευκολότερη και το κόστος κατασκευής-λειτουργίας μικρότερο σε σχέση με τις άλλες δύο τεχνολογίες (όπως π.χ η απόστασεις των υποθαλάσσιων καλωδίων). Βασικό μειονέκτημά τους είναι ότι η δυναμικότητα της Κυματικής Ενέργειας είναι πολύ μικρότερη στην ακτογραμμή.

Οι παράκτιες εγκαταστάσεις τοποθετούνται μέχρι και πεντακόσια μέτρα μακριά από την ακτογραμμή σε βάθος του νερού από είκοσι έως σαράντα μέτρα. Η διαφορά τους με τις τεχνολογίες ακτογραμμής είναι ότι το κόστος κατασκευής-λειτουργίας είναι υψηλότερο όμως παρουσιάζουν καλύτερες αποδόσεις λόγω του ότι δέχονται μεγαλύτερα κύματα.

Οι υπεράκτιες κατασκευές τοποθετούνται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από την ακτογραμμή και το βάθος του νερού ξεπερνά τα σαράντα μέτρα. Ενώ μπορούν να παρέχουν μεγάλες αποδόσεις λόγω των ισχυρών κυμάτων των περιοχών όπου εγκαθίστανται παρουσιάζουν ένα σημαντικό μειονέκτημα. Το μειονέκτημα αυτό σε σχέση με τις άλλες δύο τεχνολογίες είναι ότι χρειάζονται εξαιτίας της μεγάλης απόστασης από τις ακτές πολλά μέτρα υποθαλάσσιων καλωδίων για την μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος με το κόστος να ανέρχεται κατά πολύ σε σύγκριση με τις άλλες

<sup>21</sup> Βλ. [12]

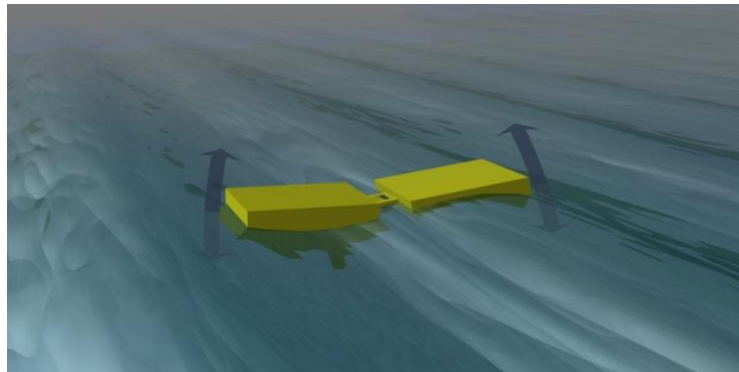
τεχνολογίες. Χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής είναι ότι τοποθετούνται πολλές μικρές συσκευές μαζί σε κοντινές αποστάσεις δίνοντας την εικόνα ενός κυματικού πάρκου το οποίο έχει την δυνατότητα να προσφέρει υψηλή ηλεκτρική ισχύ στην έξοδό του.

Οι συσκευές οι οποίες έχουν την δυνατότητα να μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική κατηγοριοποιούνται επίσης ανάλογα με τις τεχνικές που ακολουθούν έτσι ώστε να μπορέσουν να αξιοποιήσουν την ενέργεια που προσφέρουν τα κύματα. Οι διαφορετικές τεχνικές είναι οι εξής:

- Τεχνολογίες υπέρβασης
- Τεχνολογίες ταλαντευόμενης στήλης ύδατος
- Τεχνολογίες οριζόντιας κίνησης
- Τεχνολογίες κατακόρυφης ταλάντωσης
- Τεχνολογίες αρθρώσεων

Αναφορά συσκευών μετατροπής της κυματικής ενέργειας σε ηλεκτρική:

**Attenuator:** Οι συγκεκριμένες πλωτές συσκευές οι οποίες μάλιστα είναι και μεγάλες σε μέγεθος εγκαθίστανται κοντά στην ακτή. Η κίνηση των κυμάτων οδηγεί τις συσκευές αυτές σε κατακόρυφη κίνηση. Έπειτα η κατακόρυφη κίνηση τους ενεργοποιεί μηχανισμούς που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε μηχανική και τέλος μέσω συνήθως μιας γεννήτριας σε ηλεκτρική. Παράδειγμα τέτοιου είδους συσκευής αποτελεί το Pelamis ενώ παλαιότερα υπήρξε σε στάδιο σχεδιασμού η συσκευή MCCabe Wave Pump και το επίπεδο σκάφος Cockerel

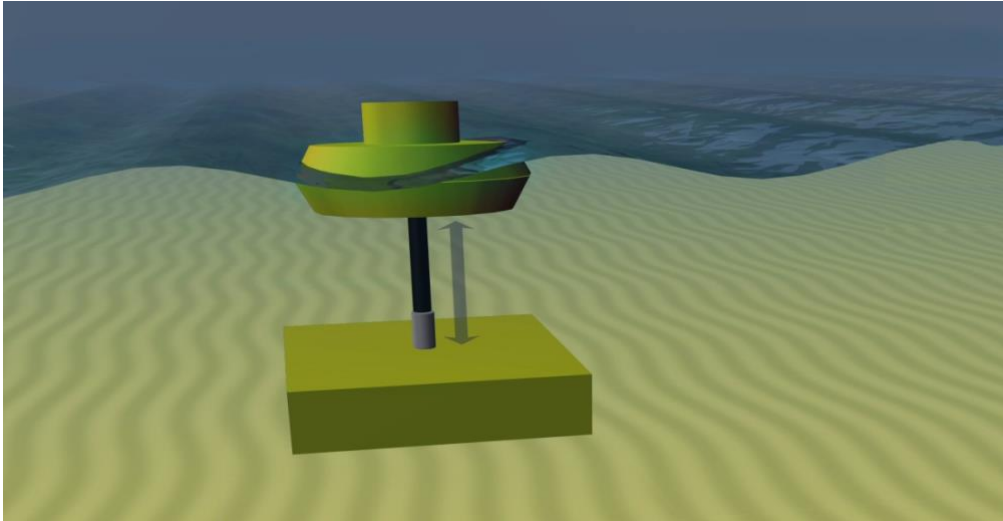


Εικόνα 14: Attenuator (Πηγή: EMEC<sup>22</sup>)

**Point Absorber:** Οι συσκευές αυτές περιλαμβάνουν μια σταθερή βάση η οποία έχει τοποθετηθεί στον θαλάσσιο πυθμένα και μια κινητή συσκευή η οποία μετακινείται προς τα πάνω και προς τα κάτω αντίστοιχα με την κίνηση των κυμάτων. Η συγκεκριμένη κίνηση μετατρέπεται στην συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράδειγμα συσκευής με πολλά κοινά χαρακτηριστικά αποτελεί το SeaRev.

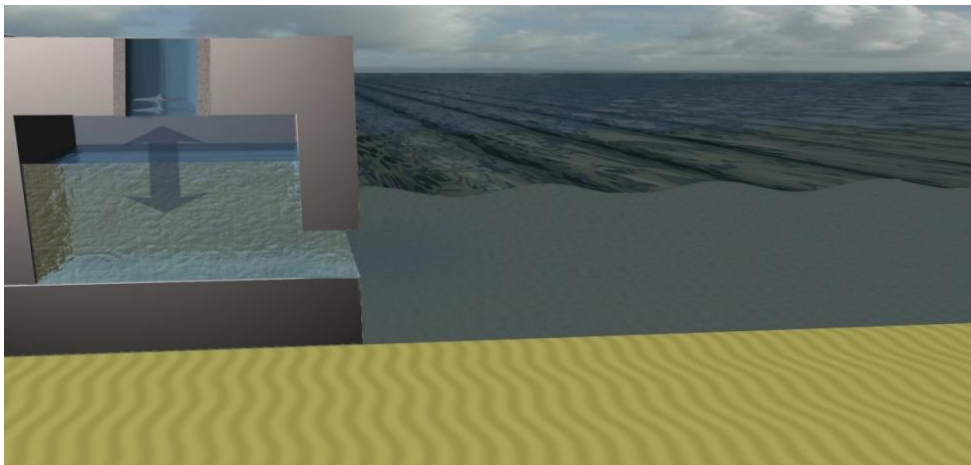
---

<sup>22</sup> Βλ. [17]



**Εικόνα 15: Point Absorbers (Πηγή: EMEC<sup>23</sup>)**

**Oscillating Water Columns:** Το σύστημα αυτό βρίσκεται μερικά βυθισμένο στο νερό και αποτελείται από μια κολόνα που ανυψώνεται και κατεβαίνει αντίστοιχα με την κίνηση των κυμάτων. Η μεταβολές της πίεσης που δημιουργεί η κίνηση της κολόνας είναι αυτή που μετατρέπει στην συνέχεια την υπάρχουσα ενέργεια σε ηλεκτρική. Παραδείγματα συσκευών παρόμοιου τύπου αποτελούν το Sperboy, το MRC και ο αγωγός Backward Bent τύπου OE Buoy.



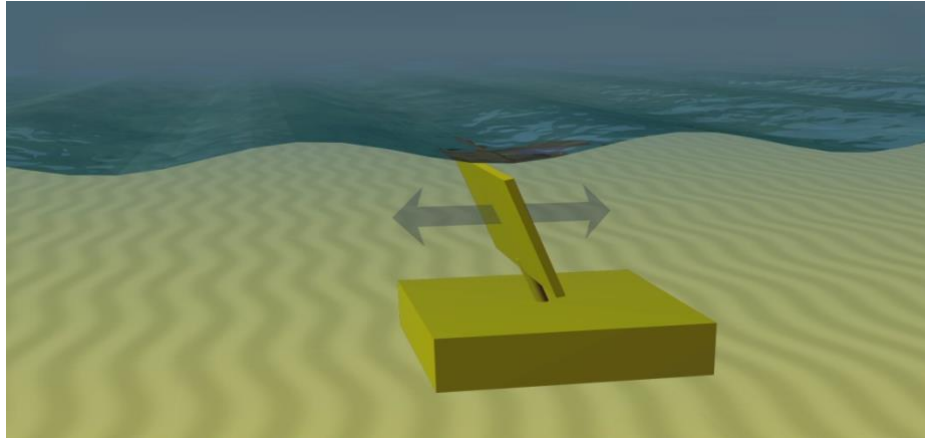
**Εικόνα 16: Oscillating water Column (Πηγή: EMEC<sup>24</sup>)**

**Oscillating Wave Surge Converters:** Αυτή είναι μια συσκευή η οποία είναι κοντά στην επιφάνεια του νερού. Βρίσκεται τοποθετημένη πάνω σε έναν βραχίονα και κινείται οριζόντια πάνω στην επιφάνεια του νερού. Η συγκεκριμένη κίνηση εκμεταλλεύεται την κίνηση των κυμάτων για να προσφέρει στο τέλος ηλεκτρική ενέργεια. Παραδείγματα αυτής της τεχνικής αποτελούν το Waveroller και το Oyster.

---

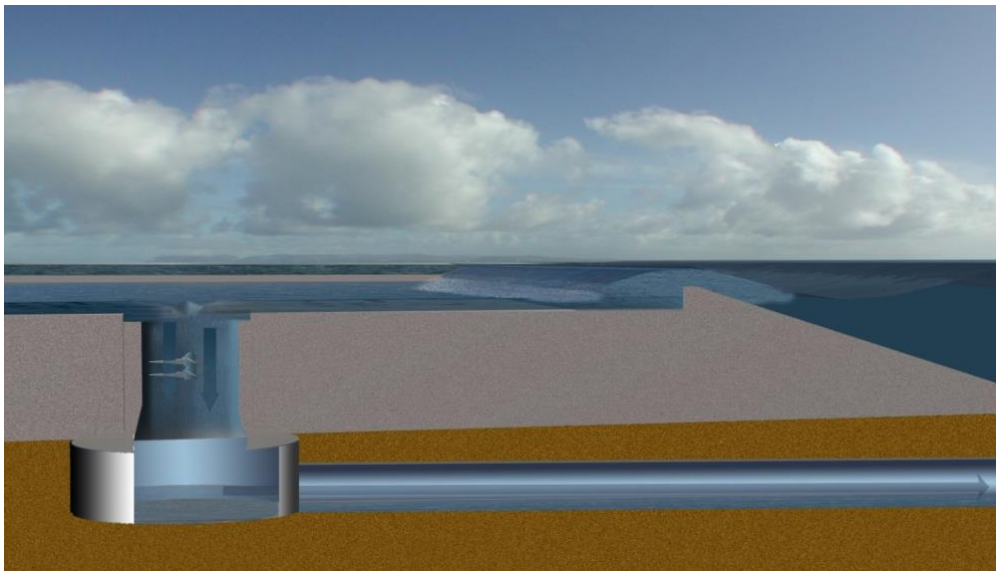
<sup>23</sup> Βλ. [17]

<sup>24</sup> Βλ. [17]



**Εικόνα 17: Oscillating Wave Surge Converters (Πηγή: EMEC<sup>25</sup>)**

**Overtopping Device:** Η συσκευή αυτή περιέχει έναν τοίχο πάνω από τον οποίο περνούν τα ύδατα των κυμάτων τα οποία αποθηκεύονται σε μια δεξαμενή. Στην συνέχεια εντός της δεξαμενής δημιουργείται μια ποσότητα νερού η οποία απελευθερώνεται ξανά πίσω στην θάλασσα με την συμβολή συμβατικών στροβίλων χαμηλής κεφαλής που βρίσκονται τοποθετημένοι στο πυθμένα της δεξαμενής. Για να συγκεντρωθεί η ενέργεια των κυμάτων οι συσκευές μπορούν να χρησιμοποιήσουν συλλέκτες ενώ το μεγάλο τους μέγεθος αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό τους λόγω της δεξαμενής που εμπεριέχει. Επίσης έχουν την δυνατότητα να επιπλέουν όπως το Wave Dragon το οποίο αποτελεί τον μεγαλύτερο μετατροπέα ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίο αναπτύσσεται. Παράδειγμα μιας Overtopping Device είναι η συσκευή TAPChan στο Toftestallen της Νορβηγίας.



**Εικόνα 18: Overtopping Device (Πηγή: EMEC<sup>26</sup>)**

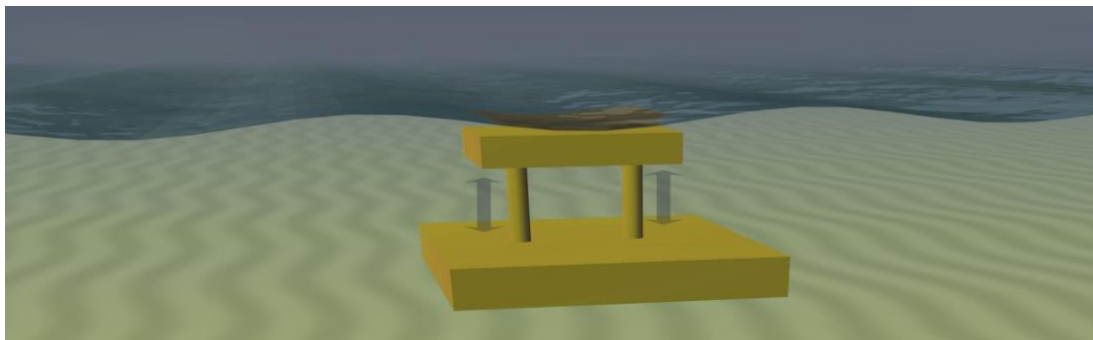
**Submerged Pressure Differential:** Πρόκειται για μια συσκευή η οποία βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από την ακτή και είναι προσκολλημένη στο πυθμένα της θάλασσας. Η κινήσεις των κυμάτων προκαλούν την συνεχή άνοδο και την πτώση της στάθμης του νερού πάνω από το σημείο που είναι τοποθετημένη η συσκευή

<sup>25</sup> Βλ. [17]

<sup>26</sup> Βλ. [17]



αναγκάζοντας την να κινείται κατακόρυφα μαζί με τα κύματα. Όταν η συγκεκριμένη συσκευή έχει σχεδιαστεί ειδικά για θαλάσσια χρήση προσφέρει υψηλές αποδόσεις όσον αφορά την απορρόφηση της ενέργειας που προσφέρουν τα κύματα. Παράδειγμα παρόμοιας συσκευής και μάλιστα αναγνωρισμένης αποτελεί το AWS (Archimedes Wave Swing) το οποίο παρουσιάζει υψηλές αποδόσεις απορρόφησης. Τέλος άλλη συσκευή της ίδιας κατηγορίας μπορεί να θεωρηθεί το Waverotor.



**Εικόνα 19: Submerged Pressure Differential (Πηγή: EMEC<sup>27</sup>)**

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες συσκευών αξιοποίησης της Κυματικής Ενέργειας που διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται έτσι ώστε να επιτευχθεί η μετατροπή της κινητικής ενέργειας των κυμάτων σε μηχανική και έπειτα σε ηλεκτρική. Όμως η κεντρική ιδέα εφαρμογής τους δεν διαφέρει κατά πολύ όπως φυσικά και το αποτέλεσμα που επιδιώκουν. Γενικότερα δεν υπάρχει ακόμα μια κοινή κατηγοριοποίηση η οποία να έχει γίνει αποδεκτή από την διεθνή κοινότητα έρευνας και ανάπτυξης (RTD) λόγω διαφορετικών χαρακτηριστικών των συσκευών η λόγω διαφορετικής τοποθεσίας στην οποία δρα η κάθε μια. Ο διαχωρισμός των παραπάνω παραδειγμάτων γίνεται για την ευκολότερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους καθώς και τον λόγο που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία.

#### **2.4.3 Περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις της Κυματικής Ενέργειας**

Αν και ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυτό δεν αναιρεί ότι η αξιοποίηση της Κυματικής Ενέργειας δεν μπορεί να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις προς το περιβάλλον και προς τους οργανισμούς που αναπτύσσονται και ζουν σε αυτό. Φυσικά σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα τα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που δημιουργεί η εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων δεν μπορεί να συγκριθεί καθώς μπορούν να περιοριστούν με μεγαλύτερη ευκολία.

Οι περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την εκμετάλλευση της Κυματικής ενέργειας είναι η εξής:

1. Αρνητική επίδραση προς τον θαλάσσιο κόσμο: Οι εγκαταστάσεις που θα δημιουργηθούν μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Οι κατασκευές αυτές υπάρχει περίπτωση με την εγκατάστασή τους να απομακρύνουν το ζώα που δρούσαν στην συγκεκριμένη περιοχή καθώς και να εμποδίζουν την μετακίνησή τους γενικότερα.
2. Μεταβολές στις θαλάσσιες και τις παράκτιες ζώνες: Με την κατασκευή των εγκαταστάσεων μπορεί να αναγκαστούν να τροποποιηθούν περιοχές τόσο της

---

<sup>27</sup> Βλ. [17]

θαλάσσιας όσο και της παράκτιας χλωρίδας ενώ μπορεί να μη μπορούν να εκτελεστούν διάφορες ανθρώπινες θαλάσσιες δραστηριότητες (π.χ το ψάρεμα).

3. Επίδραση στα πτηνά: Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οι εγκαταστάσεις αυτές να επηρεάσουν την αλληλεπίδραση των πτηνών με το υπόλοιπο περιβάλλον. Η συγκεκριμένη επίπτωση είναι υψηλής σημασίας αν αναλογιστεί κανείς το πόσες παράκτιες περιοχές με σπάνια είδη πτηνών είναι υψηλής περιβαλλοντολογικής σημασίας.
4. Δημιουργία προβλημάτων στην θαλάσσια κυκλοφορία: Η κατασκευή μεγάλων συσκευών αξιοποίησης της Κυματικής Ενέργειας μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην μετακίνηση των σκαφών στις περιοχές που είναι τοποθετημένες. Το συγκεκριμένο γεγονός δημιουργεί άμεσα την ανάγκη λήψης αντίστοιχων μέτρων αντιμετώπισης
5. Επιρροή στην θαλάσσια αιολική κυκλοφορία: Οι μεγάλες εγκαταστάσεις μπορούν να επηρεάσουν την κυκλοφορία των ανέμων και επομένως και των ρευματικών κινήσεων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα οι εγκαταστάσεις αυτές να σημειώνουν χαμηλότερες αποδόσεις.

Για να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω αρνητικές επιπτώσεις το ανθρώπινο προσωπικό που εκτελεί τις έρευνες οφείλει να εφαρμόσει προσεκτικό σχεδιασμό και να λάβει υπόψη του την προστασία του περιβάλλοντος εκτός του οικονομικού κέρδους. Πέραν του προσεκτικού σχεδιασμού το υπεύθυνο προσωπικό έχει υποχρέωση να εκτελεί συνεχείς παρακολουθήσεις των εγκαταστάσεων και να τις αξιολογεί έτσι ώστε να μην προκύψουν προβλήματα λόγω κακής συντήρησης και χρήσης.

#### **2.4.4 Οι οικονομικές διαστάσεις της Κυματικής Ενέργειας**

Οι οικονομικές διαστάσεις των εγκαταστάσεων της Κυματικής Ενέργειας αποτελούν ένα αδιαμφισβήτητο σημαντικό τομέα όσον αφορά την ανάπτυξή της. Η ορθή αξιολόγηση των οικονομικών απαιτήσεων των εγκαταστάσεων αυτών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και την διάδοσή τους. Οι οικονομικές διαστάσεις της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας είναι:

1. Κόστος κατασκευής: Οι συσκευές οι οποίες συμβάλλουν στην αξιοποίηση της Κυματικής Ενέργειας έχουν αρκετά υψηλό κόστος κατασκευής και αυτό συμβαίνει διότι εκτός των υπηρεσιών που πρέπει να προσφέρουν οφείλουν να είναι ανθεκτικές και να αντέχουν στις δύσκολες θαλάσσιες συνθήκες.
2. Κόστος συντήρησης: Λόγω των δυσκολιών πρόσβασης και των αυστηρών θαλάσσιων μέτρων που υπάρχουν το κόστος συντήρησης παρουσιάζεται και αυτό ακριβό. Κατάσταση η οποία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις διάφορες εταιρείες και να μην ενασχοληθούν με τον συγκεκριμένο τύπο ενέργειας.
3. Κόστος παραγωγής: Το κόστος παραγωγής έχει να κάνει με τον τρόπο διαχείρισης και εξαγωγής της ενέργειας από τις αντίστοιχες συσκευές των εγκαταστάσεων. Γενικότερα το κόστος παραγωγής της Κυματικής Ενέργειας σε σχέση με άλλες μορφές είναι πιο ακριβό.
4. Κέρδος ενέργειας: Το κέρδος που προσφέρει η εκμετάλλευση της Κυματικής Ενέργειας πρέπει να μπορεί να ανταγωνιστεί τις υπόλοιπες μορφές έτσι ώστε να μπορέσει να προσεγγίσει και να πείσει τελικά τις διάφορες εταιρείες να ασχοληθούν με την ανάπτυξή της.



5. **Επιδοτήσεις και Υποστήριξη:** Ανά τον κόσμο αρκετές χώρες προσφέρουν επιδοτήσεις για να προτρέψουν τους μεγάλους επενδυτές και τις εταιρείες τους να επενδύσουν πάνω στον συγκεκριμένο τύπο ενέργειας μειώνοντας έτσι τα οικονομικά εμπόδια που μπορούν να προκύψουν κατά της δημιουργία των εγκαταστάσεων.
6. **Βιομηχανική ανάπτυξη:** Με την κατασκευή αντίστοιχων συσκευών θα δημιουργηθούν καινούργιες θέσεις εργασίας σε αρκετούς τομείς όπως π.χ της κατασκευής και της συντήρησης των εξοπλισμών με αποτέλεσμα την γενικότερη ανάπτυξη της βιομηχανίας.

Η οικονομική εξέταση της Κυματικής Ενέργειας είναι εξαρτώμενη από διάφορους παράγοντες. Κάποιοι από αυτούς είναι οι τεχνολογικές εξελίξεις, η κρατική χρηματοδότηση, και υποστήριξη και φυσικά οι συνθήκες της κάθε περιοχής γεωγραφικά. Ανεξάρτητα όμως από όλα τα παραπάνω η Κυματική Ενέργεια αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη ενέργεια φιλική προς το περιβάλλον και με πολλά περιθώρια ανάπτυξης.

#### **2.4.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Κυματικής Ενέργειας**

Η Κυματική Ενέργεια έχει να παρουσιάσει πολλά πλεονεκτήματα καθώς αποτελεί μια ελκυστική μορφή ενέργειας. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της είναι τα εξής

1. Είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Δεν μπορεί να εξαντληθεί καθώς προέρχεται από την φυσική κίνηση των κυμάτων.
2. Δεν παρουσιάζει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και άλλων βλαβερών ουσιών προς το περιβάλλον κατά την διάρκεια παραγωγής ενέργειας σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα
3. Παρουσιάζει υψηλό ενεργειακό δυναμικό καθώς τα κύματα με την συνεχή κίνησή τους έχουν την δυνατότητα να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας (ιδιαίτερα σε περιοχές με πολύ ισχυρά κύματα).
4. Σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας π.χ Ηλιακή τα κύματα και οι κινήσεις τους μπορούν να προβλεφθούν ευκολότερα με αποτέλεσμα η παραγωγή ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν να είναι συνεχόμενη.
5. Ακόμα έχουν την δυνατότητα να μπορούν να συνδυαστούν και με άλλες μορφές ενέργειας όπως π.χ. τα συστήματα wavestar τα οποία μπορούν να συνδυάσουν Κυματική με Αιολική ενέργεια σε μία συσκευή.
6. Σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας αφήνουν μικρότερα αποτυπώματα στο περιβάλλον. Παραδείγματος χάρη στην Υδροηλεκτρική ενέργεια χρειάζεται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων (εγκαταστάσεις που αλλάζουν πολύ το φυσικό τοπίο και επηρεάζουν τους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν σε αυτό).
7. Με την δημιουργία των εγκαταστάσεων ανοίγουν νέες θέσεις εργασίας και συμβάλλουν γενικότερα στην ανάπτυξη των περιοχών που είναι κοντά τους.

Εκτός από τα πολλά πλεονεκτήματα η Κυματική ενέργεια παρουσιάζει και αρκετά μειονεκτήματα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

1. Παρουσιάζουν υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης καθώς όπως προαναφέρθηκε παραπάνω οι περιοχές που προβλέπεται να κατασκευαστούν

οι εγκαταστάσεις σε συνδυασμό και με τον παράγοντα του θαλασσινού νερού που οφείλουν να αντιμετωπίσουν ανεβάζει πολύ το κόστος.

2. Αν και αποτελεί μια ΑΠΕ δεν αποκλείεται να μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα τόσο στο θαλάσσιο ζωικό βασίλειο που θα τοποθετηθούν οι συσκευές όσο και στην θάλασσα.
3. Αν και τα κύματα σε σύγκριση με άλλες μορφές ενέργειας παρουσιάζουν μεγαλύτερη σταθερότητα δεν αποκλείεται να παρουσιάσουν διακυμάνσεις με αποτέλεσμα η παραγωγή να μην είναι συνεχής.
4. Εκτός από την μετατροπή της ενέργειας των κυμάτων σε ηλεκτρική η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τις θαλάσσιες συσκευές στο ανθρώπινο πολιτισμό χρειάζεται την δημιουργία περισσότερων υποδομών οι οποίες παρουσιάζουν πολλές δυσκολίες κατά την κατασκευή και εγκατάστασή τους.
5. Ακόμα μπορούν να υπάρξουν βλάβες ή ακόμα χειρότερα και καταστροφές των συσκευών λόγω ακραίων καιρικών συνθηκών.
6. Τέλος οι εγκατάσταση των συσκευών μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις υπόλοιπες ανθρώπινες δραστηριότητες που διαδραματίζονται στην θάλασσα( π.χ. αλιεία, θαλάσσια σπορ) διότι εμποδίζουν την διεξαγωγή τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Σύγκριση μεταξύ της Ωκεάνιας Ενέργειας και των υπόλοιπων ανανεώσιμων πηγών

#### 3.1 Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Ηλιακή Ενέργεια

Η Ωκεάνια Ενέργεια σε σχέση με την Ηλιακή αποτελούν δύο διαφορετικές μορφές ενέργειας αν και ανήκουν και οι δύο αντίστοιχα στην οικογένεια των ΑΠΕ. Οι μορφές αυτές μπορούν να συγκριθούν με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

1. Πηγή ενέργειας: Όπως και προαναφέρθηκε παραπάνω η Ωκεάνια Ενέργεια προέρχεται από την αξιοποίηση της ενέργειας που προσφέρουν οι ωκεανοί ενώ η Ηλιακή ενέργεια πηγάζει από την ενέργεια που προσφέρει ο ήλιος. Επομένως οι δύο αυτές μορφές έχουν ως στόχο την εκμετάλλευση ενέργειας από δύο εντελώς διαφορετικές πηγές που για να αξιοποιηθούν χρειάζονται εντελώς διαφορετικές τοπικές συνθήκες και εγκαταστάσεις.
2. Διαθεσιμότητα: Λόγω της συνεχής ροής των ωκεανών η Ωκεάνια Ενέργεια αποτελεί μια σχετικά σταθερή πηγή ενέργειας σε αντίθεση με την Ηλιακή που μπορεί να εκμεταλλευτεί μόνο κατά την διάρκεια της μέρας και επιπρόσθετα επηρεάζεται και από τις καιρικές συνθήκες (π.χ βροχή και συννεφιά) της κάθε περιοχής οι οποίες φυσικά δεν μπορούν να ελεγχθούν από τον άνθρωπο.
3. Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών προς το περιβάλλον: Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί ότι και οι δύο πηγές ενέργειας δεν είναι επιβλαβείς προς το περιβάλλον καθώς για να επιτευχθεί η μετατροπή τους στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις δεν χρειάζεται η χρήση κάποιου καυσίμου.
4. Τεχνολογική πρόοδος: Η Ωκεάνια Ενέργεια βρίσκεται ακόμα σε μεταβατικό στάδιο και εξελίσσεται συνεχώς καθώς οι τεχνολογίες που την αφορούν βρίσκονται ακόμα υπό μελέτη μέχρι να επιτευχθούν οι αντίστοιχοι στόχοι ώστε να αποτελεί μια κερδοφόρα μορφή ενέργειας τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά. Αντίθετα η Ηλιακή Ενέργεια είναι πλέον γνώριμη στον άνθρωπο με τις εγκαταστάσεις της να έχουν εξαπλωθεί σε ολόκληρο τον κόσμο και να είναι λειτουργικά στην διάθεση της ανθρωπότητας.
5. Κόστος: Το κόστος των εγκαταστάσεων αξιοποίησης της Ωκεάνιας Ενέργειας συγκριτικά με αυτών της Ηλιακής παραμένει πολύ υψηλότερο εξαιτίας των γεωγραφικών σημείων που πρέπει να βρίσκονται οι συσκευές (μέσα στο νερό) αλλά και των συνθηκών που οφείλουν να αντέχουν (θαλασσινό νερό). Όμως όσον αφορά το λειτουργικό κομμάτι και την παραγόμενη ενέργεια που μπορούν να προσφέρουν έχουν την δυνατότητα να συγκριθούν με αυτές της Ηλιακής Ενέργειας ακόμα και να τις ξεπεράσουν.

Πέρα από την σύγκριση των δύο πηγών υπάρχει και η δυνατότητα συνδυασμού τους. Ο συνδυασμός τους θα προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα όπως την βελτίωση της συνολικής απόδοσης και την εξασφάλιση μεγαλύτερης σταθερότητας ως προς την παραγωγή ενέργειας ενώ τέλος το περιβάλλον δεν θα επιβαρύνεται από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τρόπος συνδυασμού των δύο μορφών ενέργειας είναι τα υβριδικά συστήματα.

Σε γεωγραφικά σημεία όπου υπάρχει η δυνατότητα εκμετάλλευσης τόσο της Ωκεάνιας όσο και της Ηλιακής Ενέργειας μπορεί να γίνει χρήση υβριδικών συστημάτων που θα αντλούν Ηλιακή Ενέργεια κατά την διάρκεια της μέρας και Ωκεάνια όλο το εικοσιτετράωρο. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το νησί Tetiaroa Atoll στον Ειρηνικό Ωκεανό. Στο συγκεκριμένο μέρος ένα τεχνολογικό σύστημα OTEC αξιοποιεί την θερμότητα των ωκεανών για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια ενώ συγχρόνως κάνει χρήση ηλιακών πάνελ για την παραγωγή επιπλέον ηλεκτρικής ενέργειας κατά την διάρκεια της μέρας.

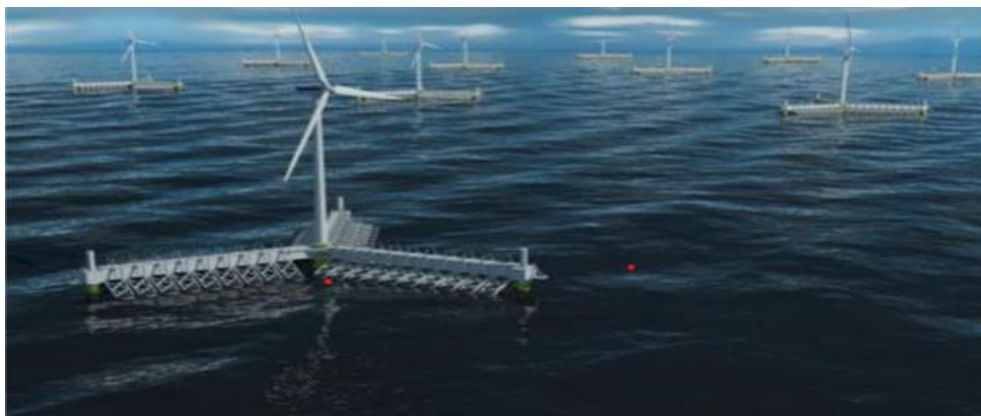
Ο συγκεκριμένος συνδυασμός πηγών ενέργειας βρίσκεται ακόμα υπό εξέλιξη. Αν όμως μελλοντικά γίνουν οι κατάλληλες μελέτες οι δυνατότητες των εγκαταστάσεων αυτών θα αυξηθούν με αποτέλεσμα να γίνουν πιο διαδεδομένες.

### **3.2 Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Αιολική Ενέργεια**

Η Ωκεάνια και η Αιολική ενέργεια αποτελούν δύο διαφορετικούς τρόπους εκμετάλλευσης της ενέργειας που παρέχει η φύση στην ανθρωπότητα. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται καθώς και οι τεχνολογίες διαφέρουν αισθητά όμως το τελικό αποτέλεσμα που επιδιώκουν και οι δύο είναι το ίδιο. Η ανάλυση των παρακάτω κριτηρίων είναι απαραίτητη για την σύγκριση των δύο αυτών πηγών:

1. Πηγή ενέργειας: Η Αιολική Ενέργεια χρησιμοποιεί την κινητικότητα του αέρα που περιστρέφει τις ανεμογεννήτριες ώστε να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα η Ωκεάνια Ενέργεια έχει να κάνει με την κινητική ενέργεια που παρέχουν τα ύδατα των ωκεανών.
2. Διαθεσιμότητα: Η αλήθεια είναι ότι η Ωκεάνια Ενέργεια μπορεί να επηρεαστεί θετικά από την κίνηση των ανέμων και όταν αυτοί είναι δυνατοί να ανέβει και η παραγωγή της. Γενικά σαν ενέργεια διαθέτει μεγαλύτερη σταθερότητα από την Αιολική καθώς η δεύτερη εξαρτάται άμεσα από την δυναμικότητα και την σταθερότητα των ανέμων ενώ η ωκεανοί παρουσιάζουν συνεχόμενη ροή που αν και με διακυμάνσεις δεν σταματούν.
3. Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών προς το περιβάλλον: Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί ότι και οι δύο κατά την αποθήκευση και μετατροπή της ενέργειας δεν εκπέμπουν ούτε αέρια ούτε και ουσίες που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το περιβάλλον.
4. Τεχνολογική πρόοδος: Συγκριτικά με την ενέργεια που παρέχουν οι άνεμοι η Ωκεάνια Ενέργεια είναι μια νέα μορφή ενέργειας η οποία βρίσκεται ακόμα υπό ανάπτυξη και οι τεχνολογίες της δεν έχουν φτάσει ακόμα στο σημείο που επιθυμούν οι ερευνητές. Από την άλλη μεριά η Αιολική Ενέργεια είναι πλέον ευρέως γνωστή και χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο.
5. Κόστος: Οι κατασκευές των εγκαταστάσεων της Ωκεάνιας Ενέργειας τείνουν να είναι ακριβότερες από αυτές της Αιολικής όμως με τις κατάλληλες μελέτες θα μπορούν να προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς οι ωκεανοί έχουν μεγαλύτερο σταθερότητα από τους ανέμους.

Ανεξάρτητα από την σύγκριση μεταξύ τους υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού των δύο μορφών ενέργειας με τα συστήματα WaveStar έτσι ώστε να επιτευχθεί η κατασκευή συσκευών με μεγαλύτερες αποδόσεις που θα μπορούν να προσφέρουν μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας προς εκμετάλλευση.



**Εικόνα 20:** Σύστημα WaveStar που συνδυάζει Ωκεάνια με Αιολική ενέργεια (Πηγή: Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης ΤΕΙ ΔΜ<sup>28</sup>)

### **3.3 Η Ωκεάνια Ενέργεια συγκριτικά με την Υδροηλεκτρική Ενέργεια.**

Είναι δύο διαφορετικές μορφές ενέργειας που όμως έχουν έναν κοινό παράγοντα το νερό. Αν και τα ύδατα παρουσιάζονται και στην Ωκεάνια και στην Υδροηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιούνται με διαφορετικό τρόπο ώστε να επιτευχθεί η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα κριτήρια σύγκρισης των δύο μορφών ενέργειας είναι τα παρακάτω:

1. Πηγή ενέργειας: Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια των υδάτων των ποταμών ή λιμνών μέσω υδροηλεκτρικών φραγμάτων ενώ η Ωκεάνια Ενέργεια χρησιμοποιεί τα ύδατα των ωκεανών.
2. Διαθεσιμότητα: Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί η σταθερότητα καθώς το νερό βρίσκεται και στις δύο περιπτώσεις σε συνεχή ροή και δεν εξαρτάται από καιρικές συνθήκες τις οποίες το ανθρώπινο δυναμικό δεν μπορεί ούτε να επηρεάσει ούτε να τις προβλέψει πλήρως.
3. Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών προς το περιβάλλον: Ακόμα ένα κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι κατά την εκμετάλλευση των υδάτων δεν απελευθερώνεται καμία επιβλαβής ουσία προς το περιβάλλον με αποτέλεσμα να είναι και οι δύο απόλυτα φιλικές προς το περιβάλλον.
4. Τεχνολογική πρόοδος: Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια αποτελεί μια ώριμη μορφή ενέργειας η οποία έχει δοκιμαστεί και αναπτυχθεί κατάλληλα ώστε να καλύπτει τις ανάγκες για τις οποίες άρχισε να χρησιμοποιείται. Αντίθετα η Ωκεάνια Ενέργεια βρίσκεται ακόμα σε μεταβατικό στάδιο καθώς εξελίσσεται συνεχώς και ακόμα δεν έχει φτάσει στα επίπεδα που επιθυμούν οι επιστήμονες.
5. Κόστος: Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι μια ενέργεια που δεν χρειάζεται κάποιο πολύ υψηλό κόστος για την κατασκευή των εγκαταστάσεων ενώ το κόστος της ενέργειας των ωκεανών παραμένει αρκετά υψηλό τόσο για την κατασκευή των εγκαταστάσεων όσο και για την συντήρησή τους.

Για την κάλυψη μεγαλύτερων ενεργειακών αναγκών δύναται να γίνει συνδυασμός των δύο αυτών μορφών ενέργειας. Τα συστήματα τα οποία συνδυάζουν τις παραπάνω μορφές ενέργειας είναι τα Hydrokinetic Energy Systems (Υδροκίνητα

---

<sup>28</sup> Βλ. [12]

Ενεργειακά Συστήματα). Η συγκεκριμένη συσκευή παρομοιάζεται με μια μεγάλη τουρμπίνα και τοποθετείται στον πυθμένα της θάλασσας χρησιμοποιώντας την ροή του ωκεάνιων ρευμάτων για την παραγωγή ενέργειας. Κατάλληλα σημεία για την τοποθέτηση των συγκεκριμένων συσκευών είναι η περιοχή του κόλπου Hudson Bay και του κόλπου Bay of Fundy στον Καναδά καθώς και τα παράλια της Σκωτίας. Αν και οι συνεργασία των δύο αυτών πηγών μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση της απόδοσης παραγωγής ενέργειας η τεχνολογία αυτή βρίσκεται ακόμα σε αναπτυξιακό στάδιο και δεν έχει κάποια μόνιμη εφαρμογή.

### **3.4 Η Ωκεάνια Ενέργεια σε σύγκριση με την Γεωθερμική Ενέργεια**

Η ενέργεια των ωκεανών και αυτή της γεωθερμίας είναι δύο διαφορετικές πηγές ενέργειας που ανήκουν στην οικογένεια των ΑΠΕ με διαφορετικές πηγές άντλησης της ενέργειας καθώς και διαφορετικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεών τους. Τα κριτήρια σύγκρισής τους είναι τα εξής:

1. Πηγή ενέργειας: Η πηγές που χρησιμοποιεί η κάθε μορφή είναι εντελώς διαφορετικές καθώς η Ωκεάνια Ενέργεια χρησιμοποιεί τα ύδατα των ωκεανών ενώ η γεωθερμία χρησιμοποιεί την θερμότητα που παράγεται στο εσωτερικό της γης.
2. Διαθεσιμότητα: Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί ότι και οι δύο παρουσιάζουν σταθερότητα στις αποδόσεις τους καθώς η ροή των υδάτων των ωκεανών είναι συνεχόμενη και η θερμότητα του εσωτερικού της γης ανανεώνεται συνεχώς.
3. Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών προς το περιβάλλον: Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι δύο κατά την αξιοποίησή τους δεν απελευθερώνουν επικίνδυνα αέρια το οποία μπορούν να επιβαρύνουν το περιβάλλον.
4. Τεχνολογική πρόοδος: Η τεχνολογία της Γεωθερμικής Ενέργειας έχει αναπτυχθεί σε ένα αρκετά επιθυμητό επίπεδο σε αντίθεση με την Ωκεάνια Ενέργεια η οποία αν και εξελίσσεται συνεχώς βρίσκεται ακόμα σε αρκετά πρώιμο στάδιο
5. Κόστος: Το κόστος των εγκαταστάσεων της Ωκεάνιας Ενέργειας είναι αρκετά υψηλότερο από αυτών της γεωθερμίας λόγω των δύσκολων συνθηκών που οφείλουν να αντιμετωπίσουν καθημερινά στον θαλάσσιο χώρο αλλά και των τοποθεσιών που πρέπει να τοποθετηθούν.

Λόγω της μεγάλης διαφοράς των χαρακτηριστικών των συγκεκριμένων ενεργειών (διαφορετικές πηγές άντλησης ενέργειας, διαφορετικές τοποθεσίες αξιοποίησης, διαφορετικά χαρακτηριστικά των συσκευών) δεν έχει βρεθεί τρόπος συνδυασμού των παραπάνω μορφών ενέργειας.

### **3.5 Η Ωκεάνια Ενέργεια σε σύγκριση με την Βιοενέργεια**







Η Ωκεάνια Ενέργεια και η Βιοενέργεια αν και χαρακτηρίζονται και οι δύο ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν πολλές διαφορές όπως οι διαφορές στις πηγές που αξιοποιούνται και ο διαφορετικός τρόπος άντλησής τους. Η σύγκριση μεταξύ τους γίνεται με την αναφορά των παρακάτω κριτηρίων:

1. Πηγή ενέργειας: Η Ωκεάνια Ενέργεια προέρχεται από τα φυσικά φαινόμενα που παρουσιάζουν οι ωκεανοί όπως π.χ θαλάσσια ρεύματα και κύματα ενώ η Βιοενέργεια παράγεται από βιολογικά υλικά όπως π.χ. ξύλο, βιολογικά απόβλητα και καλλιέργειες βιομάζας.
2. Διαθεσιμότητα: Στον τομέα της διαθεσιμότητας των πηγών αξιοποίησης η Ωκεάνια Ενέργεια παρουσιάζει ικανοποιητικότερα αποτελέσματα καθώς τα ύδατα των ωκεανών δεν σταματούν ποτέ να κινούνται και δεν χρειάζονται ανθρώπινη παρέμβαση ενώ αντίθετα στην Βιοενέργεια η βιομάζα θέλει συνεχή ανανέωση η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με την καλλιέργεια νέων φυτών.
3. Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών προς το περιβάλλον: Ως ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και οι δύο δεν παρουσιάζουν σημαντικά αρνητικές επιπτώσεις προς το περιβάλλον όπως επιβλαβή αέρια. Όμως όπως προαναφέρθηκε παραπάνω η Ωκεάνια Ενέργεια μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τους θαλάσσιους οργανισμούς ενώ η Βιοενέργεια οφείλει να εκμεταλλεύεται με βιώσιμες πρακτικές και ορθή διαχείριση των πόρων.
4. Τεχνολογική πρόοδος: Σε αντίθεση με την Ωκεάνια Ενέργεια η οποία βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο η ενέργεια της βιομάζας είναι ευρέως διαδεδομένη και διαθέσιμη για χρήση.
5. Κόστος: Την σημερινή εποχή που ακόμα η ενέργεια των ωκεανών βρίσκεται σε στάδιο εξέλιξης η Βιοενέργεια είναι οικονομικά πιο ωφέλιμη και στην παραγωγή και στην κατασκευή των εγκαταστάσεών της.

Ανεξάρτητα από την σύγκρισή τους έχουν γίνει προσπάθειες συνδυασμού των δύο παραπάνω πηγών όμως η μεγάλη διαφορά μεταξύ τους σε όλους τους τομείς κάνουν την συγκεκριμένη διαδικασία αρκετά πολύπλοκη με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν μέχρι στιγμής εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας που να τις συνδυάζουν.

### **3.6 Τελικό συμπέρασμα των παραπάνω συγκρίσεων**

Δυστυχώς δεν μπορεί να υπάρξει ακόμα ένα τελικό συμπέρασμα για το αν η Ωκεάνια Ενέργεια είναι αποδοτικότερη και συμφέρει σε σχέση με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς βρίσκεται ακόμα σε στάδιο μελέτης και εξέλιξης. Επίσης για να μπορέσει να δοθεί μια αξιόπιστη απάντηση στις παραπάνω συγκρίσεις οι παραπάνω μορφές ενέργειας θα έπρεπε να αξιοποιούν την ίδια πηγή και να χρησιμοποιούνται αν όχι στα ίδια σε παρόμοια γεωγραφικά σημεία. Ανεξάρτητα όμως από όλα αυτά και με βάση τις πληροφορίες που έχουν παρουσιαστεί το τελικό συμπέρασμα είναι ότι στο παρόν χρονικά σημείο αν και η Ωκεάνια Ενέργεια διαθέτει πολλές δυνατότητες και η εκμετάλλευσή της μπορεί να φτάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα παραγωγής οφείλει να ξεπεράσει ακόμα πολλά εμπόδια. Το κριτήριο το οποίο μπορεί να αποτρέψει κάποια μεγάλη εταιρία να ασχοληθεί με την αξιοποίηση της σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ είναι τόσο το κόστος των εγκαταστάσεών της όσο και η δυσκολία κατασκευής τους (λόγω του γεωγραφικού τους σημείου). Επομένως για να γίνει πιο ελκυστική πρέπει να ανεβάσει τους ρυθμούς αποδοτικότητάς της ως προς την παραγωγή ενέργειας έτσι ώστε το ακριβό κόστος κατασκευής και συντήρησης των εγκαταστάσεών της να μην μπαίνει εμπόδιο ως προς την ενασχόληση των κυβερνήσεων και των εταιριών μαζί της. Άλλωστε αποτελεί μια μορφή ενέργειας η οποία χαρακτηρίζεται από την υψηλή διαθεσιμότητα που έχει και την σταθερότητα που μπορεί να προσφέρει ως προς τους ρυθμούς παραγωγής σε σχέση με τις άλλες ΑΠΕ.

<p><b>Ηλιακή ενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Ήλιος</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Φωτοβολταϊκά, ηλιακή θερμική ενέργεια</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και Ψύξη</b></p>	<p><b>Αιολική ενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Άνεμος</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Ανεμογεννήτριες</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια</b></p>	<p><b>Θαλάσσια ενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Κύματα, παλίρροιας</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Φράγματα, παλιρροϊκά φράγματα</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια</b></p>	<p><b>Υδροηλεκτρική ενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Ύδατα</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Υδροηλεκτρικοί σταθμοί</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια</b></p>	<p><b>Γεωθερμική ενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Γη</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και αντλίες θερμότητας</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και Ψύξη</b></p>	<p><b>Βιοενέργεια</b></p>  <p>Πηγή: <b>Βιομάζα, απόβλητα</b></p> <p>Τεχνολογίες: <b>Καύση βιομάζας, μονάδες παραγωγής βιοαερίου, βιοκαύσιμα</b></p> <p>Εφαρμογές: <b>Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και Ψύξη, Μεταφορές</b></p>
---	--	---	--	--	--

Εικόνα 21: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Πηγή: Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο<sup>29</sup>)

<sup>29</sup> Βλ. [18]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Η Ωκεάνια Ενέργεια ανά τον κόσμο και η μελλοντική εξέλιξή της

#### 4.1 Οι πρώτες χώρες που ασχολήθηκαν ενεργά με την Ωκεάνια Ενέργεια

Η χώρα που ασχολήθηκε πρώτη με την Ωκεάνια Ενέργεια ήταν η ευρωπαϊκή χώρα της Γαλλίας. Το 1966 ιδρύθηκε το πρώτο πρόγραμμα για την έρευνα και την ανάπτυξη της ενέργειας των ωκεανών με ονομασία "Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives" (CEA). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είχε ως στόχο την ανάπτυξη του πρώτου πειράματος πυρηνικής θερμικής ενέργειας σε θαλάσσια ύδατα στον κόλπο του Μον Σαιν Μισέλ στην βόρεια Γαλλία το 1967. Το παραπάνω πείραμα ήταν αυτό που έκανε την αρχή έτσι ώστε περισσότεροι επιστήμονες ανά τον κόσμο να ασχοληθούν με την ανάπτυξη της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας η οποία ονομάζεται Ωκεάνια Ενέργεια<sup>30</sup>.

Έπειτα από την Γαλλία την σκυτάλη πήραν οι Η.Π.Α και το Ηνωμένο Βασίλειο οι οποίες εργάστηκαν πάνω στην μελέτη και την εξέλιξη της ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν στην ανθρωπότητα οι ωκεανοί. Οι Η.Π.Α πραγματοποίησαν έρευνες και τεχνολογικά πειράματα κυρίως στον κλάδο της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας ενώ το Ηνωμένο Βασίλειο ασχολήθηκε κυρίως με την εκμετάλλευση των παλιρροιών και της υπερϊώδους ενέργειας.

Οι παραπάνω τρεις χώρες ήταν αυτές που πρωτοπόρησαν στον τομέα της Ωκεάνιας Ενέργειας. Με τις μελέτες αλλά και με τα πειράματα που πραγματοποίησαν έπεισαν και άλλες χώρες να ακολουθήσουν το παράδειγμά τους και να ασχοληθούν με τις δυνατότητες της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας.

Οι χώρες που πείστηκαν να ακολουθήσουν το παράδειγμα των πρωτοπόρων χωρών να ασχοληθούν ενεργά με την Ωκεάνια Ενέργεια καθώς αναγνώρισαν τις δυνατότητες που έχει είναι οι ακόλουθες:

1. Κίνα: Η Κίνα πλέον θεωρείται μια από τις χώρες η οποία έχει επενδύσει σημαντικά στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης ενέργειας καθώς έχει δημιουργήσει πολλά προγράμματα μελέτης και έχει κατασκευάσει αρκετές εγκαταστάσεις κυρίως στον κλάδο των θερμικών διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των στρωμάτων της θάλασσας και της αξιοποίησης των παλιρροιών.
2. Ιαπωνία: Η Ιαπωνία συμπεριλαμβάνεται στις χώρες οι οποίες ασχολούνται ενεργά στην ανάπτυξη της ενέργειας των ωκεανών. Η συγκεκριμένη χώρα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της στην αξιοποίηση της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας ενώ ακόμα προσπαθεί να δημιουργήσει αιολικές εγκαταστάσεις πάνω στο νερό οι οποίες θα μπορούν να συνεργάζονται με αυτές της Ωκεάνιας Ενέργειας.
3. Καναδάς: Ακόμα μια χώρα η οποία έχει εισχωρήσει δυνατά σε αυτόν τον ενεργειακό τομέα είναι ο Καναδάς ο οποίος έχει εξελίξει τεχνολογικές συσκευές οι οποίες τοποθετούνται τόσο πάνω στο νερό όσο και στον πυθμένα του. Οι συγκεκριμένες συσκευές μάλιστα έχουν τοποθετηθεί τόσο στον Ειρηνικό όσο και στον Ατλαντικό Ωκεανό,

<sup>30</sup> Βλ. [19]

4. Αυστραλία: Μια ακόμα χώρα με αρκετά ανεπτυγμένα ερευνητικά προγράμματα είναι και η Αυστραλία. Η χώρα αυτή ασχολείται κυρίως με την ανάπτυξη της εκμετάλλευσης των παλιρροιών και τον συνδυασμό Ωκεάνιας και Αιολικής ενέργειας.

Φυσικά εκτός από τις παραπάνω και άλλες χώρες ασχολούνται ενεργά με την ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας παράδειγμα τέτοιων χωρών είναι οι σκανδιναβικές χώρες (Νορβηγία, Σουηδία και Δανία) οι οποίες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας εξαιτίας της γεωγραφικής τους θέσης και των μεγάλων σε έκταση ακτογραμμών που τις περιβάλλει. Όμως οι παραπάνω είναι αυτές οι οποίες αρχικά είχαν επενδύσει περισσότερο τόσο σε μελέτη όσο και οικονομικά στην εξέλιξή της.

#### 4.2 Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις της Ωκεάνιας Ενέργειας

Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις Ωκεάνιας Ενέργειας ανά τον κόσμο είναι συνήθως σχεδιασμένες πρωτοποριακά καθώς δεν υπάρχουν παρόμοιές τους και βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο. Κάποιες από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις είναι οι παρακάτω:

- MeyGen, Σκωτία: Το MeyGen είναι ένα από τα μεγαλύτερα προγράμματα εκμετάλλευσης της παλιρροιακής ενέργειας στον κόσμο. Βρίσκεται στην Σκωτία και αποτελείται από πολλές παλιρροιακές συσκευές οι οποίες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της κινητικής ενέργειας που προσφέρει η παλίρροια.
- Sihwa Lake Tidal Power Station, Νότια Κορέα: Ο συγκεκριμένος τύπος παλιρροιακού σταθμού βρίσκεται στην Νότια Κορέα και αποτελεί τον μεγαλύτερο σταθμό στο είδος του.
- Swansea Bay Tidal Lagoon, Ηνωμένο Βασίλειο: Ο συγκεκριμένος τύπος εγκατάστασης βρίσκεται στην λιμνοθάλασσα Swansea Bay στην Ουαλία του Ηνωμένου Βασιλείου και έχει σχεδιαστεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια εκμεταλευόμενος την αλλαγή της παλίρροιας.
- Rance Tidal Power Station, Γαλλία: Το Rance Tidal Power Station βρίσκεται εγκατεστημένο στην βόρεια περιοχή της Γαλλίας ενώ είναι ένας από τους πρώτους παλιρροιακούς σταθμούς στον κόσμο ο οποίος μάλιστα λειτουργεί από το μακρινό 1966 και παράγει ηλεκτρική ενέργεια μέσω των παλιρροιών του ποταμού Rance.
- East River Tidal Energy Project, Η.Π.Α: Οι εγκαταστάσεις αυτές βρίσκονται στην Νέα Υόρκη και κάνει χρήση των παλιρροιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος των εγκαταστάσεων αυτών είναι η μελέτη των δυνατοτήτων ως προς την παραγωγή ενέργειας του ποταμού East River.
- Ocean Renewable Power Company (ORPC), Η.Π.Α.: Η συγκεκριμένη εταιρεία ασχολείται με τον τομέα της παλιρροιακής ενέργειας και έχει δημιουργήσει εγκαταστάσεις στον ποταμό Penobscot στο Μέιν.

Ανεξάρτητα από τις παραπάνω εγκαταστάσεις οι οποίες αναφέρθηκαν υπάρχουν και άλλες εγκαταστάσεις τοποθετημένες ανά τον κόσμο οι οποίες αξιοποιούν είτε την ενέργεια των κυμάτων είτε αυτή της παλίρροιας είτε την διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ των θαλάσσιων στρωμάτων. Όμως τα περισσότερα από αυτά είναι ακόμα σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης ή παρέχουν μικρή ποσότητα παραγόμενης

ενέργειας. Δεν πρέπει άλλωστε να ξεχνάει κανείς ότι η Ωκεάνια Ενέργεια βρίσκεται ακόμα σε στάδιο εξέλιξης και ότι με τις σωστές μελέτες θα μπορεί στο μέλλον να προσφέρει μεγάλες ποσότητες παραγόμενης ενέργειας προς τις ανθρώπινες κοινωνίες οι οποίες θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν την παραγόμενη αυτή ενέργεια για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών. Κάποιες από τις λειτουργικές μονάδες αξιοποίησης της Ωκεάνιας Ενέργειας είναι:

1. Της εταιρίας 40South Energy στην Marine Di Pisa της Ιταλίας με χωρητικότητα της εγκατάστασης στα 50 kW (δημιουργήθηκε 2018).
2. Της εταιρίας Albatern στο Isle of Muck του Ηνωμένου Βασιλείου με χωρητικότητα της εγκατάστασης στα 22 kW (δημιουργήθηκε το 2014).
3. Της εταιρίας Eco Wave Power στην περιοχή του Γιβλαρταρ με τις εγκαταστάσεις να ανήκουν στην Ισπανία με χωρητικότητα στα 500 kW (δημιουργήθηκε το 2016).
4. Της εταιρίας Wavegen στο Mutriku της Ισπανίας με χωρητικότητα της εγκατάστασης στα 300 kW (δημιουργήθηκε το 2011)
5. Της εταιρίας Seabased στο Sotenas της Σουηδίας με την χωρητικότητα της εγκατάστασης να φτάνει τα 3 MW (δημιουργήθηκε το 2015)<sup>31</sup>.

#### **4.3 Η Ωκεάνια Ενέργεια στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα ανά καιρούς έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες και έχουν γίνει δοκιμές εφαρμογής αρκετών προγραμμάτων που αφορούν την δημιουργία εγκαταστάσεων αξιοποίησης της Ωκεάνιας Ενέργειας. Όμως μέχρι σήμερα δεν έχει μπορέσει να κατασκευαστεί και να χρησιμοποιηθεί κάποια εγκατάσταση μεγάλου βεληνεκούς η οποία να μπορεί να παράγει ικανές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος.

Γενικότερα η Ωκεάνια Ενέργεια στην Ελλάδα βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης και θεωρείται μέχρι και στην παρούσα περίοδο ως αντικείμενο έρευνας παρά εφαρμογής. Υπάρχουν φυσικά τεχνολογικά έργα μικρής κλίμακας τα οποία μελετούν την παλιρροιακή ενέργεια και τις διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των διαφορετικών θαλάσσιων στρωμάτων χωρίς όμως η αποδόσεις τους να καταλαμβάνουν υψηλά επίπεδα παραγωγής.

Ένα πρόγραμμα που αφορά άμεσα την Ωκεάνια Ενέργεια στην Ελλάδα είναι το πρόγραμμα Ocean Power Synergy (OPSY). Αποτελεί ένα καθαρά ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο αναπτύχθηκε στην βαλκανική χώρα της Μεσογείου με σκοπό την εξέταση και την εξέλιξη της ενέργειας των ωκεανών. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα δημιουργήθηκε για την μελέτη του δυναμικού της θαλάσσιας ενέργειας της Ελλάδας και φυσικά την ανάπτυξη των κατάλληλων τεχνολογικών μέσων ώστε να είναι εκμεταλλεύσιμη. Όσον αφορά το τεχνολογικό κομμάτι το OPSY επικεντρώνεται κυρίως στις παλιρροιακές αντλίες και στην κατασκευή αιολικών εγκαταστάσεων πάνω στα ύδατα με σκοπό τον συνδυασμό των δύο μορφών ενέργειας έτσι ώστε οι συσκευές να προσφέρουν μεγαλύτερες και σταθερότερες αποδόσεις. Τέλος το πρόγραμμα Ocean Power Synergy δεν λειτουργεί μεμονωμένα καθώς συνεργάζεται με διάφορους επιστημονικούς φορείς, εταιρείες και πανεπιστημιακά ιδρύματα τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό.

Επίσης άλλο ένα πρόγραμμα που υπάρχει στην Ελλάδα και αφορά την ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας είναι το Πρόγραμμα Παλιρροιακής Ενέργειας στην Μάνη

---

<sup>31</sup> Βλ. [20]

(MANERGY). Όπως αναφέρει και ο τίτλος του παραπάνω προγράμματος, ασχολείται με την εκμετάλλευση της ενέργειας που προσφέρουν οι παλίρροιες των θαλασσών. Το ίδιο εδρεύει στη Μάνη της Πελοποννήσου στην Νότια Ελλάδα και χρησιμοποιεί παλιρροιακές αντλίες των οποίων η λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή των αντλιών νερού για να μπορέσει να αξιοποιήσει την ανύψωση και την πτώση των υδάτων με στόχο την μετατροπή της κινητικής ενέργειας που προσφέρουν οι παλίρροιες σε ηλεκτρική. Όπως και το OPSY έτσι και το MANERGY αποτελεί ένα σύνολο εταιριών και πανεπιστημιακών ιδρυμάτων τα οποία συνεργάζονται με κοινό στόχο την ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας στην συγκεκριμένη περιοχή.

Ανεξάρτητα από τα δύο παραπάνω προγράμματα στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετές περιοχές κατάλληλες για την εκμετάλλευση της ενέργειας των ωκεανών ενώ έχουν εφαρμοστεί αρκετές έρευνες για την εκμετάλλευση της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας χωρίς όμως οι παραπάνω μελέτες να φτάσουν στο επίπεδο δημιουργίας κάποιας εγκατάστασης. Κάποιες από αυτές τις περιοχές είναι:

1. Οι Κυκλάδες (Παλιρροιακή Ενέργεια σε συνδυασμό με Αιολική Ενέργεια).
2. Η Ρόδος και η Κρήτη (Παλιρροιακή Ενέργεια).
3. Η περιοχή του Πηλίου ( συνδυασμός Ωκεάνιας και Αιολικής ενέργειας).
4. Τα νησιά του Ιονίου Πελάγους και η δυτική ακτογραμμή της Ελλάδας (ύπαρξη ισχυρών θαλάσσιων ρευμάτων).

Είναι πιθανόν στον μέλλον με την ανάπτυξη των τεχνολογικών μέσων και με την αυξημένη ζήτηση που θα παρουσιάζει η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας λόγω των δυνατοτήτων της να κατασκευαστούν στην Ελλάδα μεγαλύτερα έργα που θα αξιοποιούν την Ωκεάνια Ενέργεια καθώς πληρεί τις προϋποθέσεις. Όμως τα προγράμματα αυτά οφείλουν να σέβονται το περιβάλλον και να μην προβούν στην δημιουργία εγκαταστάσεων οι οποίες θα βλάπτουν το περιβάλλον και την βιωσιμότητα του θαλάσσιου ζωικού βασιλείου<sup>32</sup>.

#### **4.4 Η αύξηση των επενδύσεων της Ωκεάνιας Ενέργειας την σημερινή εποχή**

Από την πρώτη στιγμή που εμφανίστηκε η Ωκεάνια Ενέργεια στην ζωή των επιστημόνων μέχρι και σήμερα παρουσιάστηκαν σημαντικές εξελίξεις όσον αφορά την μελέτη και την ανάπτυξη της. Τα υψηλά επίπεδα ενέργειας που έχει και η δυνατότητα να τα προσφέρει στην ανθρωπότητα την έχουν κάνει μια από τις θελκτικότερες μορφές ενέργειας στον πλανήτη με όλο και παραπάνω χώρες να επενδύουν στην εξέλιξή της. Το ποιές χώρες συνέβαλαν ώστε να διαδοθεί και στον υπόλοιπο κόσμο αναλύθηκε παραπάνω όμως την σημερινή εποχή με την ανάπτυξη των τεχνολογικών μέσων δόθηκε στον επιστημονικό κόσμο η ευκαιρία, οι κυρίως θεωρητικές μελέτες που υπήρχαν να μπορούν πλέον να γίνουν πράξη είτε βαίνουν σε επιτυχία είτε σε αποτυχία.

Σήμερα η Κίνα αποτελεί μια από τις κορυφαίες χώρες με βάση τις επενδύσεις που έχει κάνει με σκοπό την ανάπτυξη της ενέργειας των ωκεανών. Το κράτος αυτό ανεξάρτητα από την ενασχόληση του με τους διάφορους τομείς που αφορούν την Ωκεάνια Ενέργεια (κυματική ενέργεια, παλιρροιακή ενέργεια, διαφορά θερμοκρασιών των στρωμάτων της θάλασσας) προσπαθεί να συνδυάσει την Ωκεάνια με την Αιολική ενέργεια με στόχο τις υψηλότερες αποδόσεις των συσκευών.

---

<sup>32</sup> Βλ. [22]

Επίσης Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο και Η.Π.Α συνεχίζουν την καλή παράδοση που έχουν με αυτή την πηγή ενέργειας (ήταν οι πρώτες χώρες που ασχολήθηκαν με την εκμετάλλευσή της). Οι χώρες αυτές με συνεχείς μελέτες και εφαρμογές προσπαθούν όλο και περισσότερο να βρουν τρόπους να καταφέρουν να αξιοποιήσουν τις μεγάλες ποσότητες ενέργειας που παρέχει στον κόσμο το συγκεκριμένο φυσικό μέσο έτσι ώστε να καλύψουν καθημερινές ανάγκες της ανθρωπότητας χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά το περιβάλλον.

Τέλος η Νορβηγία η οποία βρίσκεται σε ένα γεωγραφικό σημείο το οποίο κατέχει πολλά πλεονεκτήματα όσον αφορά την ενασχόληση του κράτους αυτού με την Ωκεάνια Ενέργεια έχει δημιουργήσει πολλά προγράμματα και προσπαθεί να δημιουργήσει αντίστοιχα τεχνολογικά μέσα τα οποία θα μπορέσουν να εκμεταλλευτούν την συγκεκριμένη γεωγραφική θέση

Ανεξάρτητα από τα παραπάνω κράτη, μετά το 2021 παρατηρείται ραγδαία αύξηση των επενδύσεων πάνω στην ενέργεια των ωκεανών σε ολόκληρο τον κόσμο. Στην Ευρώπη οι εγκαταστάσεις που αφορούν την παλιρροιακή ενέργεια αυξήθηκαν κατά μεγάλο ποσοστό λόγω της αύξησης του επενδυτικού ενδιαφέροντος που σημειώνεται<sup>33</sup>.

Με βάση τα στοιχεία που παρέδωσε η Ocean Energy Europe το 2022 η χωρητικότητα των νέων υποδομών στην ήπειρο της Ευρώπης κατάφερε να φτάσει τα 2,2 MW έναντι των μόλις 260 kW του 2020 ενώ παράλληλα η χωρητικότητα της ενέργειας μέσω των κυμάτων (κυματική ενέργεια) τριπλασιάστηκε φτάνοντας τα 681 kW. Σε παγκόσμιο επίπεδο το 2021 ολοκληρώθηκαν εγκαταστάσεις 1,38 MW κυματικής ενέργειας ενώ συγχρόνως η συνολική ισχύς των καινούργιων εγκαταστάσεων που αφορούν την παλιρροιακή ενέργεια έφτασαν τα 3,12 MW. Συνολικά την ίδια χρόνια οι εγκαταστάσεις που αξιοποιούν την κυματική ενέργεια φτάνουν συνολικά τα 1,4 MW ενώ οι εγκαταστάσεις που αξιοποιούν την παλιρροιακή ενέργεια τα 11,5 MW. Σε σχέση με το 2020 το 2021 παρουσιάστηκε αύξηση των επενδύσεων στην συγκεκριμένη μορφή ενέργεια κατά 50% με το ποσό που δαπανήθηκαν να αγγίζουν τα εβδομήντα εκατομμύρια ευρώ σύμφωνα πάντα με την Ocean Energy Europe. Όπως δήλωσε και ο Διευθύνων Σύμβουλος της Ocean Energy Europe, Remi Gruet “Η ανάπτυξη νέων απανθρακοποιημένων, εγχώριων και προσιτών πηγών ενέργειας δεν είναι πλέον πολυτέλεια-είναι αναγκαιότητα” στηρίζοντας τον λόγο τον οποίο δαπανήθηκαν αυτά τα ποσά για την ανάπτυξη της ενέργειας των ωκεανών. Για να αναλογιστεί ο οποιοσδήποτε την βαρύτητα που έχει δοθεί στην ανάπτυξη της ενέργειας αυτής αρκεί η εγκατάσταση ενός παλιρροιακού στροβίλου βάρους 680 τόνων ο οποίος τον Ιούλιο του 2021 τέθηκε σε λειτουργία καθώς ξεκίνησε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Orkney βόρεια της Σκωτίας<sup>34</sup>.

#### **4.5 Τα σενάρια ανάπτυξης της Ωκεάνιας Ενέργειας στο μέλλον**

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω η Ωκεάνια Ενέργεια έχει πολλές δυνατότητες οι οποίες χρήζουν αξιοποίησης. Τις δυνατότητες αυτές διάφορα κράτη ανά τον κόσμο επιθυμούν να τις εκμεταλλευτούν στο έπακρο και να αντλήσουν όσο περισσότερη ποσότητα ενέργειας μπορούν. Αυτό θα συμβεί με την δημιουργία νέων τεχνολογικών μέσων τα οποία θα έχουν την ικανότητα να προσφέρουν υψηλότερες αποδόσεις επομένως και υψηλότερο κέρδος τόσο ενεργειακό όσο και οικονομικό.

---

<sup>33</sup> Βλ. [23]

<sup>34</sup> Βλ. [24]

Γενικότερα μετά το 2020 ξεκίνησε μια ραγδαία αύξηση των επενδύσεων στον συγκεκριμένο τομέα. Σε παγκόσμιο επίπεδο υπολογίζεται στην καλύτερη περίπτωση η αύξηση της χωρητικότητας των εγκαταστάσεων στα 2.9 GW εκ των οποίων το 92% (τα 2,6 GW) να βρίσκονται στην Ευρώπη. Πιο συγκεκριμένα πολλά κράτη της γηραιάς ηπείρου έχουν κοινά συμφέροντα και αποφάσισαν να συνεργαστούν έτσι ώστε να επιτευχθεί η ανάπτυξη των εγκαταστάσεων με στόχο να γίνει η Ωκεάνια Ενέργεια πιο προσιτή και αξιοποιήσιμη προσφέροντας έτσι ενεργειακό κέρδος. Αυτό που επιθυμεί η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι:

- Έως το 2025 100,000 σπίτια να λειτουργούν με την συνεισφορά της ενέργειας που παρέχουν οι ωκεανοί.
- Έως το 2030 η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων να έχει αυξηθεί στα 3GW.
- Έως το 2050 η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων να έχει αυξηθεί στα 100GW.

Γι αυτό προορίζει να επενδύσει αρχικά μέχρι το 2030 τριακόσια εκατομμύρια ευρώ για επιστημονικές μελέτες και δημιουργία εγκαταστάσεων προσπαθώντας με αυτό τον τρόπο να προσελκύσει μεγάλους επενδυτές να επενδύσουν στην συγκεκριμένη μορφή διασφαλίζοντας τους επίσης ότι τα κεφάλαια τους δεν πρόκειται να χαθούν καλύπτοντας τους τεχνολογικούς κινδύνους που υπάρχουν.

Πιο συγκεκριμένα, στην Γαλλία (η πρώτη χώρα που ξεκίνησε να μελετά την ενέργεια των ωκεανών) ξεκίνησαν συζητήσεις μεταξύ της γαλλικής βιομηχανίας και της κυβέρνησης. Η κυβέρνηση λοιπόν παρουσίασε νέες καινοτόμες ευκαιρίες για τους προσφερόμενους επενδυτές υποστηρίζοντας ότι θα συμβάλλουν τα μέγιστα εάν αυτοί ασχοληθούν με την ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας. Επίσης με το πρόγραμμα Programme d'investissements d'Avenir υπάρχει υποστήριξη με άμεση χρηματοδότηση σε νέα καινοτόμα συστήματα τα οποία αφορούν την Ωκεάνια Ενέργεια. Οι δημιουργοί των συστημάτων αυτών έχουν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν απευθείας με το γαλλικό Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος (ADEME) για να αναδείξουν τις ιδέες τους με το υπουργείο να μπορεί να καλύψει μέρος των συνολικών δαπανών.

Στην Ισπανία δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα το οποίο σκοπεύει να φτάσει η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων της παλιρροιακής και της κυματικής ενέργειας στα 60 MW. Παράλληλα στόχος είναι να δαπανηθούν από το 2023 και μετά διακόσια εκατομμύρια ευρώ στην ανάπτυξη νέων τεχνολογικών μέσων και στην μελέτη κατασκευής εγκαταστάσεων οι οποίοι συνδυάζουν Ωκεάνια και Αιολική ενέργεια

Η Ιταλία επιδίωξε την δημιουργία προγράμματος το οποίο προβλέπει δαπάνη εφτακοσίων εκατομμυρίων ευρώ όμως το συγκεκριμένο σχέδιο δεν έπεισε ούτε τεχνολογικά ούτε με τα χρονικά περιθώρια που παρουσίασε το συγκεκριμένο κράτος την Ocean Energy Europe (OEE) και το πρόγραμμα δεν χρηματοδοτήθηκε ποτέ με αποτέλεσμα τα σχέδια ωκεάνιων εγκαταστάσεων στην Μεσόγειο να ακυρωθούν.

Εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου από τα τέλη του 2021 δημιούργησε μια καινούρια συμφωνία η οποία προβλέπει την ενίσχυση των εταιρειών ή των επενδυτών οι οποίοι ασχολούνται με την παλιρροιακή ενέργεια με εικοσιοκτώ εκατομμύρια τετρακόσιες χιλιάδες ευρώ τον χρόνο για τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια. Προσεγγίζοντας έτσι πολλούς επενδυτές να ασχοληθούν με την Ωκεάνια Ενέργεια.

Ο Καναδάς συνεχίζει να υποστηρίζει έμπρακτα την Ωκεάνια Ενέργεια διαθέτοντας πολλές επιδοτήσεις για την κατασκευή εγκαταστάσεων στην Nova Scotia. Μεγάλος αριθμός ευρωπαϊκών εταιρειών έχουν επιλεγεί για να κατασκευάσουν τα

συγκεκριμένα έργα με αρκετές από αυτές τις εταιρίες να θέλουν πλέον να μετακινηθούν μόνιμα στον Καναδά.

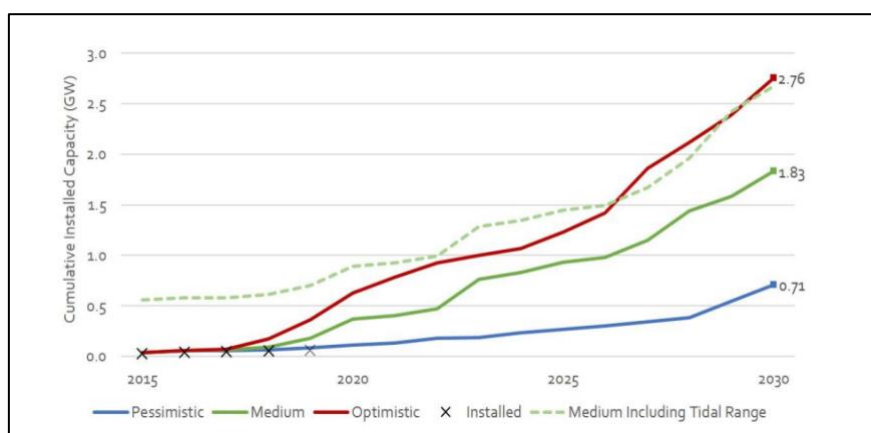
Οι Η.Π.Α προσπαθούν να ανταγωνιστούν την Ευρωπαϊκή Ένωση η οποία βρίσκεται σε πολύ υψηλότερο επίπεδο και στις επενδύσεις αλλά και τεχνολογικά. Για αυτό το λόγο σκοπεύουν να αυξήσουν σημαντικά τις δημόσιες επενδύσεις στην συγκεκριμένη μορφή ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα εγκρίθηκε νομοσχέδιο με το οποίο θα πραγματοποιηθεί επένδυση η οποία θα φτάνει τα πεντακόσια εξήντα επτά εκατομμύρια ευρώ για την ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας μεταξύ του 2021 και του 2025. Με αυτό τον τρόπο οι Η.Π.Α επιδιώκουν να ανταγωνιστούν την ΕΕ στον τομέα της Ωκεάνιας Ενέργειας.

Τέλος η Κίνα σκοπεύει να συνεχίσει τις μεγάλες επενδύσεις της σε όλους τους τομείς της Ωκεάνιας Ενέργειας με το Five Year Plan μεταξύ 2021 και 2025 υποστηρίζοντας διάφορα μεγάλα έργα παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας. (Πηγή: Ocean Energy Europe<sup>35</sup>)

Η εταιρία DG-MARE προχώρησε στην δημιουργία προγράμματος με ονομασία Market Study on Ocean Energy με το οποίο επιθυμούσε να προβλέψει την συνολική ανάπτυξη της Ωκεάνιας Ενέργειας στον κόσμο μέχρι το 2030. Οι παραπάνω προβλέψεις έγιναν στηριζόμενες την συνολική εξέλιξη της Ωκεάνιας Ενέργειας όλα αυτά τα χρόνια και με βάση τα προγράμματα που έχει προγραμματιστεί να δημιουργηθούν στο άμεσο μέλλον. Από τις προβλέψεις αυτές προέκυψαν τρία διαφορετικά σενάρια:

1. Το απαισιόδοξο (προβλέπεται μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ στα 705 MW από την αξιοποίηση της παλιρροιακής ενέργειας ενώ από την κυματική ενέργεια προβλέπεται εγκατεστημένη ισχύ στα 70 MW).
2. Το μεσαίο
3. Το αισιόδοξο (προβλέπεται μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ στα 2.388 MW από την αξιοποίηση της παλιρροιακής ενέργειας ενώ από την κυματική ενέργεια προβλέπεται εγκατεστημένη ισχύ στα 494 MW).

Το πιο πιθανό σενάριο που πρόκειται να συμβεί είναι το δεύτερο με βάση φυσικά την τρέχουσα κατάσταση και οι αριθμοί της ισχύς που πρόκειται να εγκατασταθεί να βρίσκεται κάπου στην μέση.



Εικόνα 22: Προβλέψεις ανάπτυξης της Ωκεάνιας Ενέργειας μέχρι το 2030 (Πηγή: DTOCEAN+<sup>36</sup>)

<sup>35</sup> Βλ. [25]

<sup>36</sup> Βλ [20]

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κερδίζουν συνεχώς έδαφος ως προς την ανάπτυξη και χρησιμοποίηση τους σε σχέση με τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ραγδαία εξέλιξη των τεχνολογικών συσκευών και της τεχνολογίας γενικότερα σε συνδυασμό με την ανάγκη εύρεσης νέων τρόπων παραγωγής ενέργειας καθώς οι ορυκτές ενεργειακές πηγές έχουν ημερομηνία λήξης, συνέβαλε στο έπακρο ώστε η αξιοποίηση αυτών των μορφών ενέργειας να γίνει πιο θελκτική, τόσο παραγωγικά όσο και οικονομικά. Με αυτόν τον τρόπο ο άνθρωπος κατάφερε προοδευτικά να αξιοποιεί φυσικές μορφές ενέργειας οι οποίες κατά την εκμετάλλευσή τους δεν προκαλούν επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και επομένως στις ανθρώπινες κοινωνίες ενώ παράλληλα έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν αυξημένα ποσά ενέργειας με τα οποία ο άνθρωπος διευκολύνει την καθημερινότητά του. Από της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η τελευταία που έκανε την εμφάνισή της είναι αυτή της Ωκεάνιας Ενέργειας. Η συγκεκριμένη μορφή αν και βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο ανάπτυξης συγκριτικά με τις υπόλοιπες και η ενασχόληση με αυτή απαιτεί χρήση υψηλών χρηματικών ποσών είναι πολλά υποσχόμενη καθώς χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα απόδοσης, σημαντικό χαρακτηριστικό αν αναλογιστεί κανείς το πόσο απρόβλεπτη είναι η φύση και τα φαινόμενά της και επιπλέον βρίσκεται σε αφθονία σε όλο τον πλανήτη Γη.

Από τους τρεις βασικούς κλάδους της Ωκεάνιας Ενέργειας (παλιρροιακή ενέργεια, κυματική ενέργεια, διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των θαλάσσιων στρωμάτων) αυτός με την περισσότερη ανάπτυξη και τις περισσότερες κατασκευές εγκαταστάσεων είναι ο κλάδος της παλιρροιακής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει διότι πέραν του ότι οι παλιρροιακές δυνάμεις είναι πιο προσβάσιμες και εμφανείς σε αρκετές περιοχές του κόσμου οι τεχνολογική της ανάπτυξη βρίσκεται σε πιο ώριμο στάδιο συγκριτικά με τις άλλες δύο με αποτέλεσμα να προσφέρουν υψηλότερες αποδόσεις και να επιτυγχάνουν τους στόχους για τους οποίους δημιουργήθηκαν χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι και οι άλλοι δύο κλάδοι με την πάροδο του χρόνου και με τις κατάλληλες μελέτες δεν πρόκειται να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα. Επομένως η αιτία που η παλιρροιακή ενέργεια είναι πιο διαδεδομένη από την κυματική ενέργεια και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των στρωμάτων της θάλασσας δεν είναι το μεγαλύτερο δυναμικό που διαθέτει συγκριτικά με τις άλλες δύο αλλά η πιο εξελιγμένη τεχνολογία που κατέχει προς το παρόν ο άνθρωπος για να μπορέσει να την εκμεταλλευτεί.

Ήδη πολλές χώρες έχουν οργανώσει ερευνητικά προγράμματα για την ανάπτυξη της και επενδύουν υπέρογκα ποσά στις μελέτες και στην κατασκευή κατάλληλων συσκευών οι οποίες μπορούν να την αξιοποιήσουν. Τα αποτελέσματα αυτών των προγραμμάτων είναι αρκετά ενθαρρυντικά καθώς δείχνουν ότι στο μέλλον θα υπάρχει η δυνατότητα άντλησης σημαντικής ενεργειακής ποσότητας από την συγκεκριμένη πηγή η οποία ξεπερνά σε δυνατότητες όλες τις υπόλοιπες. Μάλιστα ενώ βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο οι συγκρίσεις με τις πιο ώριμες μορφές ενέργειας έχουν ήδη ξεκινήσει και δείχνουν ότι μελλοντικά η Ωκεάνια Ενέργεια θα καταφέρει να τις ξεπεράσει δίνοντας την δυνατότητα κάλυψης πολλών ενεργειακών αναγκών του πλανήτη.

Για να στεφθούν με επιτυχία τα παραπάνω ερευνητικά προγράμματα πολλές χώρες (κυρίως της ευρωπαϊκής ηπείρου) αποφάσισαν να συνεργαστούν μεταξύ τους ώστε να επισπεύσουν την υλοποίηση των προγραμμάτων αυτών για το κοινό καλό ενώ



φυσικά δεν λείπει και ο ανταγωνισμός μεταξύ κρατών για το ποιά χώρα θα πρωταγωνιστήσει στον συγκεκριμένο τομέα και θα ωφεληθεί περισσότερο οικονομικά. Ένα παράδειγμα αυτού του ανταγωνισμού είναι μεταξύ Η.Π.Α και ΕΕ. Βλέποντας οι Ηνωμένες Πολιτείες την ραγδαία ανάπτυξη των επιστημονικών προγραμμάτων που αφορούν την Ωκεάνια Ενέργεια στην γηραιά ήπειρο και κατανοώντας το οικονομικό όφελος που θα έχει έσπευσε να επενδύσει σημαντικά κονδύλια στις μελέτες και τις κατασκευές αντίστοιχων εγκαταστάσεων.

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα κατανοητό το πόσο μεγάλο ρόλο προετοιμάζεται να διαδραματίσει τα επόμενα χρόνια η Ωκεάνια Ενέργεια όσον αφορά την ενεργειακή κάλυψη του πλανήτη καθώς τα κράτη έχουν αντιληφθεί τις δυνατότητες που έχει τόσο τώρα που βρίσκεται ακόμα σε στάδιο ανάπτυξης πόσο μάλλον όταν θα έχει γίνει πια μια ώριμη μορφή ενέργειας με πλήρως λειτουργικές εγκαταστάσεις σε ολόκληρο τον κόσμο. Ακόμα φυσικά δεν μπορεί να πει κανείς με σιγουριά ότι αποτελεί την καλύτερη μορφή αξιοποιήσιμης ενέργειας διότι οι εγκαταστάσεις της δεν έχουν φτάσει ακόμα τα επίπεδα που επιθυμεί ο επιστημονικός κόσμος και επιπλέον θα πρέπει να φτάσει ή να υπερκαλύψει τα επίπεδα αξιοποίησης άλλως μορφών ενέργειας. Όμως με βάση την δυναμική και την σταθερότητα που την διακατέχει αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη μορφή ενέργειας η οποία οφείλει να εξελιχθεί και να χρησιμοποιηθεί στο έπακρο καθώς θα συμβάλει στα μέγιστα ώστε να ανεξαρτητοποιηθεί ο κόσμος από την χρήση των μη ανανεώσιμων μορφών ενέργειας οι οποίες είναι επιβλαβείς προς το περιβάλλον.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι οι μελέτες που γίνονται από τους επιστήμονες για την εξέλιξη της παραγωγής Ωκεάνιας Ενέργειας οφείλουν να γίνονται με σύνεση προστατεύοντας πρώτα από όλα το περιβάλλον και όλους τους οργανισμούς που ζουν μέσα σε αυτό σεβόμενοι κανόνες και αποφεύγοντας τη χρήση μέσων και τακτικών που μπορούν να δημιουργήσουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στις ανθρώπινες κοινωνίες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ενέργεια και Πράσινη Συμφωνία, διαθέσιμο από: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal\\_el](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_el)
- [2] Μ. Τζαννέ, IENE: Και όμως το 1973 το ποσοστό του άνθρακα στην παγκόσμια οικονομία ήταν μικρότερο από ότι σήμερα, New Money 30/10/2021
- [3] Αξιοποίηση Ηλιακής Ενέργειας, 49ο Γενικό Λύκειο Αθηνών, διαθέσιμο από: [http://49lyk-athin.att.sch.gr/AJIOPOIHSI\\_ENERDEIAS.htm](http://49lyk-athin.att.sch.gr/AJIOPOIHSI_ENERDEIAS.htm)
- [4] Περιβάλλον και Διαχείριση Ενέργειας, Ηλιακή Ενέργεια, διαθέσιμο από: <http://www.allaboutenergy.gr/HliakiEnergeia.html>
- [5] Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης, Αιολική Ενέργεια, ΤΕΙ ΔΜ, διαθέσιμο από: [https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/3\\_APE\\_Aioliki\\_Energeia.pdf](https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/3_APE_Aioliki_Energeia.pdf)
- [6] Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, διαθέσιμο από: <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/aioliki/>
- [7] Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, ΤΕΙ ΔΜ, διαθέσιμο από: [https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/2\\_APE\\_Ydroilektriki\\_Energeia.pdf](https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/2_APE_Ydroilektriki_Energeia.pdf)
- [8] Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης, Γεωθερμική Ενέργεια, ΤΕΙ ΔΜ, διαθέσιμο από: [https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/6\\_APE\\_Geothermia.pdf](https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/6_APE_Geothermia.pdf)
- [9] Αγρίνιο Culture, Βιομάζα: Η ανανεώσιμη πηγή που διχάζει τους επιστήμονες διαθέσιμο από: <https://www.agriniculture.gr/2014/01/22/βιομάζα-η-ανανεώσιμη-πηγή-ενέργειας-π/>
- [10] Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 8ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης, διαθέσιμο από: [http://users.sch.gr/kpara/ape2009\\_10/biomaza.html](http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/biomaza.html)
- [11] PK ENERGY, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Η βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, διαθέσιμο από: <https://www.pk-energy.gr/η-βιομάζα-ως-ανανεώσιμη-πηγή-ενέργεια/>
- [12] Δ. Τσιαμήτρος, Δ. Στημονιάρης, Ωκεάνια Ενέργεια, ΤΕΙ ΔΜ, διαθέσιμο από: [https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/4\\_APE\\_Okeania\\_Energeia.pdf](https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/EE137/ΘΕΩΡΙΑ/4_APE_Okeania_Energeia.pdf)
- [13] Γαλάζια οικονομία: Η παραγωγή καθαρής ενέργειας από τον ωκεανό, ecozen 18/06/2022, διαθέσιμο από: <https://ecozen.gr/2022/06/galazia-oikonomia-i-paragogi-katharis-energeias-apo-ton-okeano/>
- [14] D. Palomino, Παλιρροιακή ενέργεια, διαθέσιμο από: <https://www.renovablesverdes.com/el/energia-mareomotriz/>
- [15] AQUARET, Delivering knowledge and understanding, διαθέσιμο από: [http://www.aquaret.com/index77d5.html?option=com\\_content&view=article&id=137&Itemid=280&lang=fr](http://www.aquaret.com/index77d5.html?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=280&lang=fr)

- [16] Α. Σούρπη, Θερμική Ενέργεια των Ωκεανών: Μια Ανανεώσιμη Πηγή “Ελπίδας”, Ενέργεια & Περιβάλλον, Οικονομία 29/03/2018.
- [17] EMEC, The European Marine Energy Centre Ltd, διαθέσιμο από: <https://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>
- [18] Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές για βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη, διαθέσιμο από: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/renewable-energy-5-2018/el/>
- [19] CEA, From research to industry, διαθέσιμο από: <https://www.cea.fr/english/Pages/Welcome.aspx>
- [20] H. Jeffrey, DTOCEAN+, Advanced Design Tools for Ocean Energy Systems Innovation, Development and Deployment, The University of Edinburgh, διαθέσιμο από: <https://www.research.ed.ac.uk/en/projects/dtoceanplus-advanced-design-tools-for-ocean-energy-systems-innova-2>
- [21] Ocean Energy Systems, Oes Annual Report: An Overview of Ocean Energy Activities in 2022, 2023
- [22] G. Lavidas, Energy and socio-economic benefits from the development of wave energy in Greece, Netherlands, 2017
- [23] R. Collombet, D. Cagney, Ocean Energy Europe, Last stop to 2025 A 2022 Action Plan to deliver on the Offshore Strategy’s Ocean Energy Target, 2022
- [24] Σημαντική αύξηση των επενδύσεων στην ωκεάνια ενέργεια, Insider, 20/03/2022
- [25] Ocean Energy Europe, 2030 Ocean Energy Vision: Industry analysis of future deployments, costs and supply chains, Tethys Engineering 13/10/2020.