



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα: ανάπτυξη ενός μοντέλου

Energy production from sea waves: developing a model



ΛΑΜΚΑΙ ΕΡΑΛΝΤΟ

ΛΑΜΠΡΟΥ ΙΑΣΩΝ- ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΜΟΥΣΤΡΟΥΦΑ ΥΠΑΠΑΝΤΗ- ΒΑΛΕΝΤΙΝΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΥΚΟΥΡΓΙΩΤΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στο τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας με κεντρικό θέμα την μελέτη των εναλλακτικών πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα την ενέργεια που παράγει η θάλασσα καθώς και την κατασκευή ενός πειραματικού μοντέλου παραγωγής υδρογόνου.

Αρχικά γίνεται αναφορά στο ενεργειακό πρόβλημα και τις επιπτώσεις που έχει τόσο σε εγχώριο όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην συνέχεια, καταγράφονται οι εναλλακτικές μορφές παραγωγής ενέργειας και δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στην ενέργεια που εκλύεται από τα κύματα, τις παλίρροιες και τους ωκεανούς. Έπειτα, αναλύεται η ιστορία του υδρογόνου, οι ιδιότητες, οι χρήσεις του και η παραγωγή του μέσω της ενέργειας που παράγεται από τη θάλασσα. Τέλος γίνεται παρουσίαση του πειραματικού μοντέλου παραγωγής υδρογόνου που συνδυάζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον κυματισμό της θάλασσας με τη διοχέτευση της ενέργειας αυτής σε μια δεξαμενή ηλεκτρόλυσης, με τελικό σκοπό την παραγωγή υδρογόνου.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Σωτήρη Λυκουργιώτη για την καθοδήγηση και την βοήθεια του κατά τη διάρκεια της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή έχει ως κεντρικό θέμα τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα την ενέργεια που παράγεται από τον κυματισμό της θάλασσας, τις παλίρροιες και την διοχέτευση της ενέργειας αυτής σε ένα σύστημα παραγωγής υδρογόνου.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε 6 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνονται αναφορές στο ενεργειακό πρόβλημα ξεκινώντας από τις απαρχές του και καταλήγοντας στο σήμερα. Περιγράφεται η κατάσταση των αποθεμάτων σε παγκόσμιο και εγχώριο επίπεδο όπως επίσης και ο βαθμός κατανάλωσης της ενέργειας τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Τέλος, καταγράφονται οι επιπτώσεις της χρήσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δίνοντας έμφαση με αυτό τον τρόπο την ανάγκη στροφής στις εναλλακτικές πηγές παραγωγής ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο υποδεικνύεται η σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές βρίσκονται σε αφθονία στο περιβάλλον και είναι πολλά υποσχόμενες. Σε αυτές ανήκει ο ήλιος, ο άνεμος, οι υδατοπτώσεις, η γεωθερμική ενέργεια, η βιομάζα και η θάλασσα. Η θάλασσα έχει θεωρηθεί πηγή ενέργειας από την εποχή του Μεσαίωνα. Τα τελευταία 50 χρόνια η μελέτη της χρήσης της είναι ξανά στο προσκήνιο καθώς είχε παραμεριστεί διότι θεωρούνταν αντισυμβαλλόμενη. Παρόλα αυτά τα εμπόδια ξεπεράστηκαν και από το τέλος της δεκαετίας του 1990 και ύστερα η ενέργεια από τους ωκεανούς θεωρείται αξιόπιστη και φθηνή. Οι τρόποι εκμετάλλευσης της ενέργειας από τη θάλασσα μπορεί να γίνει μέσω των κυμάτων, των παλιρροιών καθώς και μέσω των θερμοκρασιακών διαφορών του νερού. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της ενέργειας των ωκεανών εκτός από το ότι δεν επιβαρύνει ή μολύνει το περιβάλλον, έχει μικρό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων που χρειάζονται και έχει μεγάλη απόδοση. Τα αποθέματα ενέργειας που δημιουργούνται από τις θάλασσες είναι πολύ μεγάλα και ικανά να τροφοδοτήσουν οικισμούς βιομηχανίες καθώς και μέσα μεταφοράς. Σε μια εποχή η οποία χαρακτηρίζεται από την ενεργειακή κρίση και τα προβλήματα που δημιουργούνται από την χρήση ορυκτών καυσίμων, κάτι τέτοιο φαντάζει ιδανικό. Η ανεκμετάλλευτη αυτή, σε μεγάλο βαθμό, πηγή ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω διαφόρων έργων. Αυτά περιλαμβάνουν: μετατροπείς της κυματικής ενέργειας στις ανοικτές παράκτιες περιοχές που έχουν μεγάλης έντασης κύματα, γεννήτριες παλιρροϊκής ενέργειας καθώς και μετατροπείς θερμικής ενέργειας που συνήθως τοποθετούνται σε βαθιά τροπικά νερά. Όσον αφορά τις τεχνολογίες που αξιοποιούν την θερμική ενέργεια των ωκεανών, βασίζονται στην απόκλιση της θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ των υδάτων σε μεγάλο βάθος και των υδάτων σε μικρό βάθος. Τα νερά της επιφάνειας έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία καθώς στα μεγαλύτερα βάθη οι ακτίνες του ήλιου φτάνουν πιο δύσκολα.

Με αυτό τον τρόπο όταν το νερό εξατμίζεται οδηγείται σε ένα στρόβιλο με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια ή αφαλατωμένο νερό. Από την άλλη πλευρά η παλιρροϊκή ενέργεια δημιουργείται από τις κινούμενες μάζες νερού. Έτσι η παραγωγή της ενέργειας μέσω παλιρροιών βασίζεται στην παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος, τη δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια, τα παλιρροϊκά φράγματα και την παλιρροϊκή λιμνοθάλασσα. Η κυματική ενέργεια βασίζεται στα κύματα που παράγονται λόγω της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ανέμου και της επιφάνειας του νερού. Υπάρχουν διάφορα είδη τεχνολογίας οι οποίες αξιοποιούν με διάφορους τρόπους και σε διάφορες θέσεις, την ενέργεια από τα κύματα. Οι πιο κοινές προσεγγίσεις είναι οι σημαδούρες στο σημείο του απορροφητήρα, οι εξασθενητές επιφάνειας, οι στήλες παλλόμενου νερού και οι συσκευές υπερπήδησης των κυμάτων. Μέσω των τρόπων που περιεγράφηκαν παραπάνω μπορεί να επιτευχθεί η παραγωγή ενέργειας από τη θάλασσα και αποτελούν τους βασικούς άξονες του κεφαλαίου αυτού.

Στο τρίτο κεφάλαιο υποδεικνύεται η σημασία του υδρογόνου αφού αποτελεί το καύσιμο του μέλλοντος και οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες κάνουν εντατικοποιημένες προσπάθειες εδραίωσης του. Με μια σχετικά απλή διαδικασία που ονομάζεται ηλεκτρόλυση το νερό διασπάται σε οξυγόνο και υδρογόνο ύστερα από την χορήγηση ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ειδικά διαμορφωμένο σύστημα. Με αυτό τον τρόπο παράγεται καθαρής ποιότητας υδρογόνο. Έτσι αναλύεται η διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου, οι μέθοδοι παραγωγής του, οι χρήσεις του όπως επίσης και οι τρόποι αποθήκευσής του.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις της παραγωγής υδρογόνου από την ενέργεια της θάλασσας όπως και η εφαρμογή του στην Σκωτία. Πρόκειται για μία εφαρμογή τόσο κερδοφόρα σε οικονομικό αλλά και σε περιβαλλοντικό επίπεδο που όμως έχει μία μοναδική εφαρμογή στον κόσμο, στα νησιά Orkney στη Σκωτία. Τα Orkneys είναι ένα σύμπλεγμα 70 νησιών από αποτελούν παράδειγμα προς μίμηση στην εφαρμογή τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τους δυνατούς ανέμους και την ορμή της παλίρροιας και των κυμάτων για να παράγει την απαιτούμενη γι' αυτά τα νησιά ενέργεια. Σκοπός τους είναι η παραγωγή ενέργειας αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020. Μια αρκετά φιλόδοξη προσπάθεια που υποδεικνύει παιδιά, σεβασμό στη φύση, επιχειρηματικότητα καθώς και συνειδητοποίηση της δύναμης των αγαθών που η φύση απλόχερα έχει προσφέρει.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται θεωρητικά το πειραματικό μοντέλο παραγωγής υδρογόνου μέσω της ενέργειας που παράγεται από τον κυματισμό του νερού και αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας που παράγεται από τον τε-

χνητό κυματισμό του νερού σε μια μικρή δεξαμενή. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει ένα σύστημα που αξιοποιεί την παραγόμενη ενέργεια του πρώτου μέρους και την διοχετεύει σε ένα σύστημα ηλεκτρόλυσης που διασπά το νερό στα βασικά του στοιχεία και απομονώνει το υδρογόνο. Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής έχει υλοποιηθεί πειραματικά το δεύτερο μέρος της θεωρητικής σχεδίασης.

Τέλος, το έκτο κεφάλαιο υπάρχουν τα συμπεράσματα σχετικά με τις ωφέλιμες και οικονομικές ιδιότητες μιας τέτοιας εφαρμογής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	Σελίδα 9
1.2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σελίδα 10, 11
1.3. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
1.3.1. Κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο	
1.3.1.1. Μη ανανεώσιμες πηγές.....	Σελίδα 12, 13, 14
1.3.1.2. Ανανεώσιμες πηγές.....	Σελίδα 15, 16
1.3.2. Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	
1.3.2.1. Μη ανανεώσιμες πηγές.....	Σελίδα 17
1.3.2.2. Ανανεώσιμες πηγές.....	Σελίδα 17
1.4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	
1.4.1. Επιπτώσεις από την χρήση ορυκτών καυσίμων	
1.4.1.1. Επιπτώσεις από την χρήση γαιάνθρακα.....	Σελίδα 18, 19
1.4.1.2. Επιπτώσεις από την χρήση πετρελαίου.....	Σελίδα 20
1.4.1.3. Επιπτώσεις από την χρήση φυσικού αερίου.....	Σελίδα 20
1.4.2. Επιπτώσεις από την χρήση πυρηνικής ενέργειας.....	Σελίδα 20, 21
1.5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	
1.5.1. Αποθέματα πετρελαίου.....	Σελίδα 22
1.5.2. Αποθέματα γαιάνθρακα.....	Σελίδα 23
1.5.3. Αποθέματα από την χρήση φυσικού αερίου.....	Σελίδα 24
1.5.4. Αποθέματα από την χρήση πυρηνικής ενέργειας.....	Σελίδα 25
1.6. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ- ΤΡΟΦΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗ- ΓΕΣ.....	Σελίδα 26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	Σελίδα 27,28
2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σελίδα 29
2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ	
2.3.1 Εισαγωγή.....	Σελίδα 30
2.3.2 Ιστορικά στοιχεία.....	Σελίδα 30

2.3.3	Τύποι γεννητριών.....	Σελίδα 31-36
2.3.4	Τεχνολογίες κυματικής ενέργειας	
2.3.4.1	Τεχνολογίες βασισμένες σε υπεράκτιες κατασκευές (βάθος μεγαλύτερο των 40 μέτρων)	
2.3.4.1.1	Pelamis.....	Σελίδα 37, 38
2.3.4.1.2	Power Buoy.....	Σελίδα 39
2.3.4.1.3	Aws.....	Σελίδα 40
2.3.4.1.4	Salter Duck.....	Σελίδα 41, 42
2.3.4.1.5	Sea Clam.....	Σελίδα 43, 44
2.3.4.1.6	Wave Dragon.....	Σελίδα 45, 46
2.3.4.1.7	Mighty Whale.....	Σελίδα 47, 48
2.3.4.2	Τεχνολογίες βασισμένες σε επάκτιες κατασκευές	
2.3.4.2.1	Ceto.....	Σελίδα 49
2.3.4.2.2	Oyster.....	Σελίδα 50
2.3.4.2.3	Oceanlinx.....	Σελίδα 51
2.3.4.3	Τεχνολογίες βασισμένες σε παράκτιες κατασκευές....	Σελίδα 52
2.3.4.3.1	Limpex.....	Σελίδα 53, 54
2.3.4.3.2	SSG.....	Σελίδα 55
2.3.5	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας.....	Σελίδα 56
2.4	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ	
2.4.1	Εισαγωγή.....	Σελίδα 57
2.4.2	Ιστορική Αναδρομή.....	Σελίδα 58
2.4.3	Μέθοδοι παραγωγής παλιρροϊκής ενέργειας	
2.4.3.1	Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος.....	Σελίδα 58-61
2.4.3.2	Παλιρροϊκό φράγμα.....	Σελίδα 62, 63
2.4.3.3	Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια.....	Σελίδα 64
2.4.3.4	Παλιρροϊκή λιμνοθάλασσα.....	Σελίδα 65
2.4.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της παλιρροϊκής ενέργειας.....	Σελίδα 66, 67
2.5	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	Σελίδα 68-71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σελίδα 72
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	Σελίδα 72, 73
3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ.....	Σελίδα 74, 75, 76
3.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΜΕΣΩ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελίδα 77, 78
3.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ.....	Σελίδα 79
3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ.....	Σελίδα 80
3.7 ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ	Σελίδα 81
3.8 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ.....	Σελίδα 82
3.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ.....	Σελίδα 83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	Σελίδα 84- 87
4.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΣΚΩΤΙΑ-SURF Ν' TURF.....	Σελίδα 88-93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σελίδα 94
5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩ ΠΗΝΙΟΥ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ (Α' μέρος)	Σελίδα 95, 96
5.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΜΕΣΩ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ (Β' μέρος)	Σελίδα 97-114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σελίδα 115- 117

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σελίδα 118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

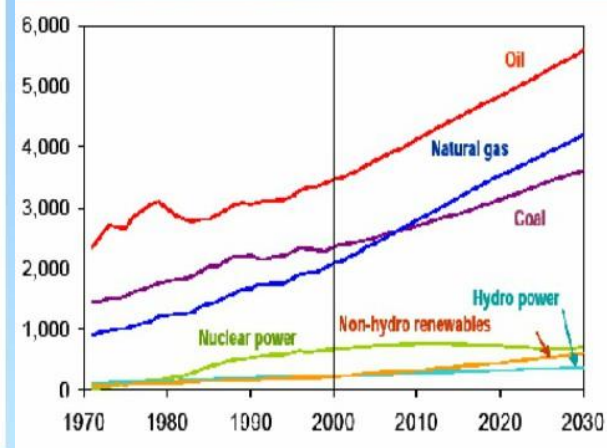
Η ανάπτυξη και η εξέλιξη του ανθρώπου είναι άμεσα συνδεδεμένη με την χρήση της ενέργειας. Από τα προϊστορικά χρόνια ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε την ενέργεια των μυών του και αργότερα των ζώων για να φτιάξει το καταφύγιο του και να βρει την τροφή του. Με την πάροδο των χρόνων κατάφερε να κατασκευάσει τα πρώτα εργαλεία από ξύλο, πέτρα και κόκκαλα. Δεν είναι τυχαίο πως οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων, όπως για παράδειγμα η λίθινη εποχή, η εποχή του σιδήρου και το χαλκού, ήταν άμεσα συνδεδεμένες με την δυνατότητα των ανθρώπων να χρησιμοποιούν τις διάφορες μορφές ενέργειας. Αργότερα η χρήση του ανέμου για ύδρευση, άρδευση, άλεση δημητριακών και θαλάσσιες μεταφορές οδήγησε στην ολοένα και μεγαλύτερη εξέλιξη του ανθρώπου. Η ανακάλυψη του τροχού, η πρώτη μηχανή και οι όλο και περισσότερες περίπλοκες κατασκευές απάλλαξαν τον άνθρωπο από τις επίμονες και δύσκολες εργασίες, κατασκευές και μεταφορές, οδηγώντας στο σημερινό τεχνολογικό θαύμα.

1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, οι ενεργειακές επεμβάσεις του ανθρώπου στη φύση δεν υπήρξαν ιδιαίτερα επιβλαβείς. Ύστερα από την βιομηχανική επανάσταση και την ολοένα και μεγαλύτερη χρήση των πρωτογενών μορφών ενέργειας, τα πράγματα άλλαξαν ριζικά. Η χρήση του πετρελαίου και των στερεών καυσίμων έγινε ακατάπαυστη σε μια προσπάθεια κάλυψης των ανθρώπινων αναγκών, παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού των αστικών κέντρων, γεγονός που επηρέασε τις ενεργειακές απαιτήσεις. Το ενεργειακό πρόβλημα άρχισε να γίνεται αντιληπτό σιγά σιγά στις αρχές της δεκαετίας του '50, με την πλήρη συνειδητοποίηση του το '73, όπου ξεκίνησε η λεγόμενη ενεργειακή κρίση. Το ενεργειακό πρόβλημα προκύπτει από τις αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις σε σχέση με τα αποθέματα τα οποία μειώνονται δραματικά. Τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

- Η άνοδος των τιμών της ενέργειας που συνεπάγει την αύξηση των υπηρεσιών και των προϊόντων. Από την ενεργειακή κρίση και μετά, οι τιμές του πετρελαίου έχουν αυξηθεί κατακόρυφα.
- Η περιορισμένη διαθεσιμότητα των ενεργειακών πόρων και η αναπόφευκτη εξάντλησή τους.
- Η αβεβαιότητα της επάρκειας και σταθερότητας των πόρων
- Η μόλυνση του περιβάλλοντος

Όλα τα παραπάνω περιγράφουν τους βασικούς άξονες της ενεργειακής κρίσης. Υπολογίζεται ότι κατά την προϊστορική εποχή η ενέργεια που χρησιμοποιούσε ο άνθρωπος ήταν ίση με 6,3MJ την ημέρα, ενώ ο σημερινός άνθρωπος σπαταλά περίπου 1000MJ, δηλαδή 150 φορές περισσότερη (Πηγή: 1lyk-vyron.att.sch.gr).



Εικόνα 1- Αυξητικές τάσεις κατανάλωσης ενέργειας ορυκτά καύσιμα και στο μέλλον

Εικόνα 2- Πρόβλεψη για εξάρτηση από

Πηγή:library.tee.gr

1.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.3.1 Κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο

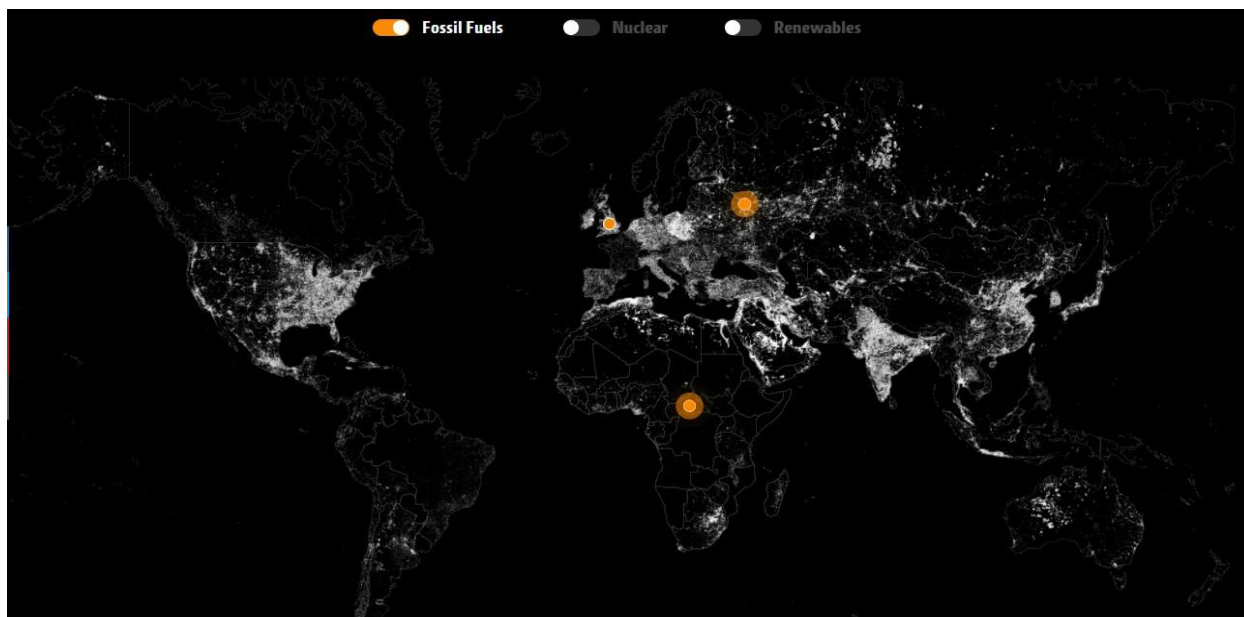
1.3.1.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Το πετρέλαιο κατέχει την πρώτη θέση (28%) και ακολουθεί ο άνθρακας (27%) και το φυσικό αέριο (26%). Στην εικόνα 1.1 απεικονίζεται η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, από πυρηνική ενέργεια και από ανανεώσιμες πηγές σε ολόκληρο τον κόσμο.



Εικόνα 3. Κατανάλωση ενέργειας στον κόσμο (Πηγή: gocompare.com)

Στην εικόνα 1.2 απεικονίζεται η κατανάλωση ενέργειας μόνο από ορυκτά καύσιμα. Οι περιοχές με το κίτρινο σημάδι αποτελούν τα μέρη με την υψηλότερη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων.



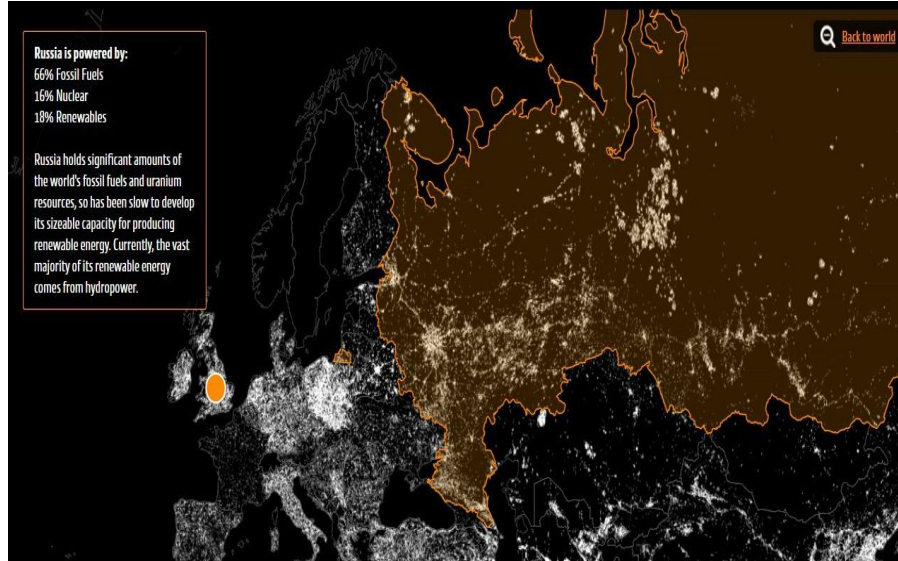
Εικόνα 4. Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στον κόσμο (Πηγή: gocompare.com)

Το Ηνωμένο Βασίλειο βασίζεται σημαντικά στην κατανάλωση των ορυκτών και της πυρηνικής ενέργειας σε ποσοστό 64% παρά το γεγονός ότι μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγεται το 16% της ενέργειας της χώρας.



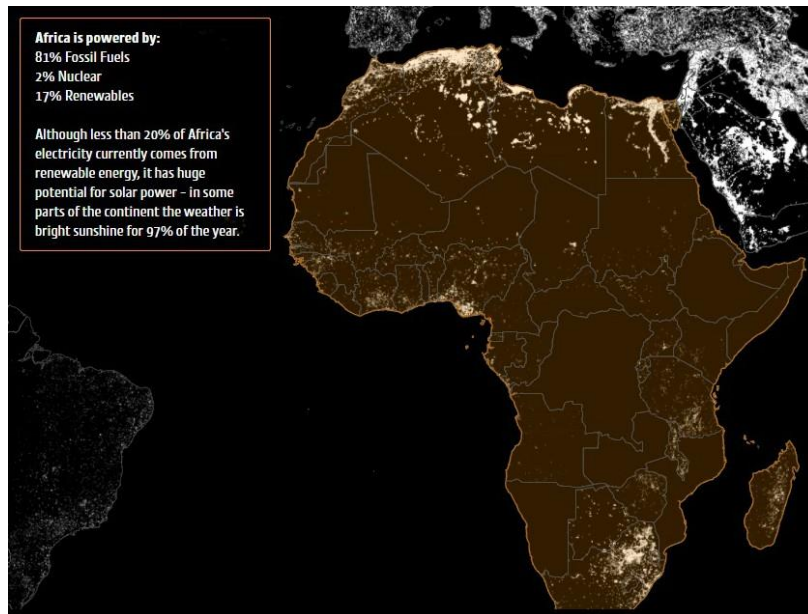
Εικόνα 5 Κατανάλωση ενέργειας στο Ηνωμένο Βασίλειο (Πηγή: gocompare.com)

Η κατανάλωση ενέργειας στη Ρωσία βασίζεται κατά 66% σε ορυκτά καύσιμα καθώς διαθέτει τις μεγαλύτερες ποσότητες ορυκτών στον κόσμο. Επίσης διαθέτει και σημαντικά αποθέματα ουρανίου πράγμα που κάνει πιο δύσκολη την στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



Εικόνα 6. Κατανάλωση ενέργειας στη Ρωσία (Πηγή: gocompare.com)

Το μέρος με το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης ορυκτών καυσίμων είναι η Αφρική με ποσοστό 81%. Παρά το ότι έχει το ιδανικό υπόβαθρο για την χρήση ενέργειας από τον ήλιο αφού σε κάποια σημεία της ηπείρου ο δυνατός ήλιος εμφανίζεται το 97% του έτους, η χρήση ανανεώσιμων πηγών δεν είναι διαδεδομένη.

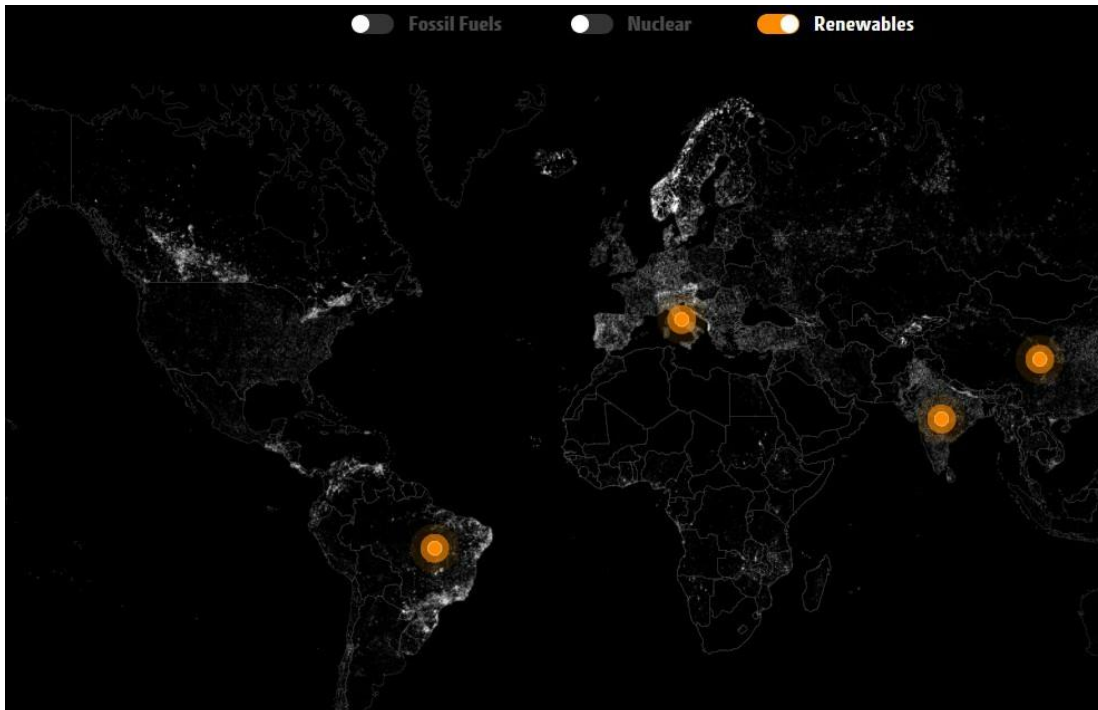


Εικόνα 7. Κατανάλωση ενέργειας στην Αφρική (Πηγή: gocompare.com)

1.3.1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η παγκόσμια δυνατότητα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας έφτασε επίπεδα ρεκόρ το 2014, επιτρέποντας στην οικονομία να αναπτυχθεί χωρίς να υπάρχουν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Σύμφωνα με έκθεση που δημοσίευσε το δίκτυο πολιτικής ανανεώσιμης ενέργειας, η αύξηση οφείλεται στους νέους στόχους που τέθηκαν από χώρες όπως η Κίνα και οι ΗΠΑ. Οι πολιτικές για πράσινη ενέργεια και η εφαρμογή των νέων μέτρων πολλαπλασιάζονται συνεχώς. Η παραγωγική ικανότητα από την ηλιακή, την αιολική και την υδροηλεκτρική ενέργεια αυξήθηκε κατά 8,5% από το 2015. Οι ανανεώσιμες πηγές ήταν υπεύθυνες για το 20% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας το 2014 καλύπτοντας το 23% της ζήτησης. Οι επενδύσεις για την πράσινη ενέργεια αυξήθηκαν κατά 36% το 2014 φτάνοντας τα 131 δισεκατομμύρια δολάρια. Η Κίνα είναι υπεύθυνη για το 63% των επενδύσεων. Ο τομέας της ηλιακής ενέργειας αναπτύχθηκε με ταχύτερο ρυθμό λόγω της πολύ μεγάλης πτώσης του κόστους και στη συνέχεια ακολούθησε η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. (Πηγή <http://hellasnrg.gr/el/announcement/nea-aiolika-0>)

Στην παρακάτω φωτογραφία 1.6 απεικονίζεται η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κόσμο ενώ με κίτρινο σημάδι τα μέρη με την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.



Εικόνα 8. Κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κόσμο (Πηγή: gocompare.com)

Η Βραζιλία αντλεί κατά κύριο λόγο την ενέργεια που καταναλώνει από ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 77%. Η υδροηλεκτρική ενέργεια κατέχει την βασική θέση ανάμεσα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως επίσης και η χρήση ζαχαρότευτλων ως βιοκάυσιμο.



Εικόνα 9. Κατανάλωση ενέργειας στην Βραζιλία (Πηγή: gocompare.com)

Ένα ακόμη παράδειγμα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί η Ιταλία με ποσοστό 40%. Κύρια πηγή ενέργειας για την Ιταλία όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές είναι ο ήλιος και ακολουθούν ο άνεμος και η υδροηλεκτρική ενέργεια.

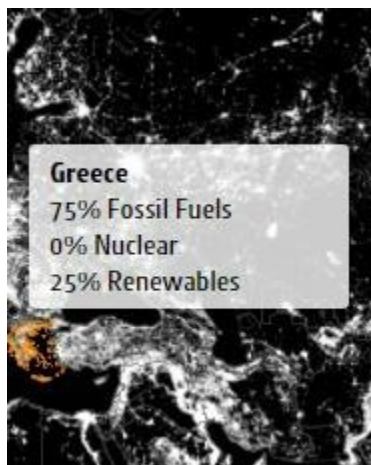


Εικόνα 10. Κατανάλωση ενέργειας στην Ιταλία (Πηγή: gocompare.com)

1.3.2 Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

1.3.2.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η κυριότερη μορφή καυσίμου στην Ελλάδα είναι ο εγχώριος λιγνίτης που καλύπτει το 55,9% του συνόλου της παραγωγής. Η χρήση του πετρελαίου γίνεται κυρίως στις νησιώτικες εγκαταστάσεις καθώς και στην ηπειρωτική χώρα.



Εικόνα 11. Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα (Πηγή: gocompare.com)

1.3.2.2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Στην Ελλάδα, η ενέργεια αποτελεί τον μοχλό της ανάπτυξης της οικονομίας καθώς διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά για να εκμεταλλευτεί επαρκώς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερο από 2700 ώρες τον χρόνο, ενώ στην ηπειρωτική Ελλάδα και νησιωτική Ελλάδα επικρατούν δυνατοί άνεμοι σε συνεχή βάση. Η μορφολογία του εδάφους βοηθά την δημιουργία υδροηλεκτρικών έργων. Επίσης από την γεωργική παραγωγή υπάρχουν αρκετά αποθέματα για την παραγωγή βιομάζας. Τέλος, η Ελλάδα είναι προικισμένη με την ενέργεια του υπεδάφους, τη γεωθερμία.

1.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμμετέχει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε μεγάλο βαθμό και οι επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον είναι πολλές. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται τα ορυκτά καύσιμα δηλαδή ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, όπως επίσης και η πυρηνική ενέργεια.

1.4.1 Επιπτώσεις από την χρήση ορυκτών καυσίμων

1.4.1.1 Επιπτώσεις από την χρήση γαιάνθρακα

Οι επιπτώσεις από την χρήση του γαιάνθρακα εμφανίζονται κατά τη διαδικασία εξόρυξής του και κατά την καύση του.

ΕΞΟΡΥΞΗ

Όταν εκτελείται εξόρυξη του γαιάνθρακα δημιουργούνται πολύ μεγάλες τρύπες, καταστρέφοντας έτσι το φυσικό τοπίο. Εκτός από το αισθητικά άσχημο θέαμα, η εξόρυξη συνοδεύεται από σωματιδιακή ρύπανση, αφού ρυπογόνα σωματίδια αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Το τοπίο μετά την καταστροφή του δεν μπορεί να επανέλθει στην αρχική του μορφή. Επιπλέον, μετά την εξόρυξη του γαιάνθρακα είναι αναγκαίος ο καθαρισμός του με μεγάλες ποσότητες νερού, δημιουργώντας έτσι υγρά απόβλητα.

ΚΑΥΣΗ

Όσον αφορά το κομμάτι της καύσης του άνθρακα, παρατηρείται έκλυση αέριων και στερεών ρύπων. Αυτά τα στερεά και αέρια υπολείμματα, απόβλητα δηλαδή της καύσης, περιέχουν τοξικές ουσίες καθώς και σε μερικές περιπτώσεις ραδιενεργά στοιχεία. Το πιο σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η δημιουργία του διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί την κατά κύριο λόγο αιτία δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα του πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα πριν 100 χρόνια υπολογίστηκε περίπου σε 270 ppmv με ετήσιο ρυθμό αύξησης των 1,5 ppmv. Σύμφωνα με τις προβλέψεις των ειδικών, ο ρυθμός αύξησης των συγκεντρώσεων, θα έχει προκαλέσει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 1,5-6 βαθμούς κελσίου μέχρι το έτος 2030. Έως τώρα η

αύξηση της θερμοκρασίας υπολογίζεται σε 0,3-0,6 βαθμούς κελσίου κυρίως το χειμώνα και την άνοιξη. Οι βασικότερες συνέπειες της αύξησης της θερμοκρασίας είναι οι εξής:

1. Αλλαγή του κλίματος της γης, που περιλαμβάνει την μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεως από τον ισημερινό προς τον βορρά και η ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης. Αυτό θα οδηγήσει αναπόφευκτα στην αλλαγή των διαφόρων τύπων βλάστησης τόσο στις γεωργικές όσο και στις δασικές εκτάσεις. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, σε περιοχές όπως η Καβάλα, η Θάσος, το Ηράκλειο, ο Πύργος, η Ζάκυνθος κ.ά. από το 1982 και μετά το ετήσιο ύψος της βροχής βρίσκεται συνεχώς κάτω από το μέσο όρο.
2. Άνοδος της στάθμης των θαλασσών. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την τήξη των πάγων. Η άνοδος της στάθμης κατά 50cm έως 150cm μπορεί φαινομενικά να μοιάζει μικρή, αλλά στην πραγματικότητα έχει σημαντικές συνέπειες, αφού πολλές περιοχές που βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της θάλασσας θα μπορούσαν να πλημμυρίσουν.
3. Φαινόμενο El Nino. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται από αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων στον κεντρικό και ανατολικό Ειρηνικό ωκεανό με αποτέλεσμα την πρόκληση πολύ δυνατών ανέμων, πλημμυρών και ξηρασιών. Επίσης το El Nino επηρεάζει την πορεία των καιρικών συνθηκών στη Μεσόγειο και τις βροχοπτώσεις στην περιοχή.

Μια άλλη βασική συνέπεια της καύσης του γαιάνθρακα είναι το φαινόμενο της όξινης βροχής. Κατά την καύση του γαιάνθρακα προκαλούνται εκπομπές οξειδίων του θείου και του αζώτου, τα οποία με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας σχηματίζουν οξέα και στη συνέχεια με το νερό της βροχής επιστρέφουν στη γη με τη μορφή της όξινης βροχής. Η όξινη βροχή είναι υπεύθυνη για την καταστροφή των δασών, λιμνών και μνημείων.

1.4.1.2 Επιπτώσεις από την χρήση πετρελαίου

Το πετρέλαιο οφείλει το σχηματισμό του, στους νεκρούς φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς. Η σημασία του είναι μεγάλη γιατί αποτελεί την βασική πηγή ενέργειας. Το 1/3 του πετρελαίου που καταναλώνεται σε παγκόσμια κλίμακα εξάγεται από αποθέματα που υπάρχουν στην θάλασσα. Πολλές φορές όμως χιλιάδες τόνοι διαφεύγουν με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις για το περιβάλλον. Κάποια συστατικά του πετρελαίου περιέχουν ενώσεις οι οποίες είναι τοξικές για πολλά θαλάσσια ζώα και προκαλούν διαταραχές στη φυσιολογία των οργανισμών και ανωμαλίες στην ανάπτυξη των ψαριών. Επιπλέον το πετρέλαιο προσκολλάται εύκολα στα παράκτια φυτά και η παλίρροια αδυνατεί να τα ξεπλύνει. Τα φύλλα κιτρινίζουν και μέσα σε λίγες μέρες νεκρώνονται. Ανάλογα με το μέγεθος της ρύπανσης τα φυτά μπορούν να ξαναβγάλουν νέα φύλλα μέσα σε 3 εβδομάδες, αν η ρύπανση είναι μικρή, ενώ στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν η ρύπανση είναι μεγάλη, τότε νεκρώνονται τελείως. Όσον αφορά το πλαγκτόν, το πετρέλαιο δρα ως δηλητήριο αφού παρεμποδίζει την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του. Τέλος, η δημόσια υγεία δεν μένει αναίμακτη από τις επιπτώσεις του πετρελαίου. Οι τροφικές αλυσίδες επηρεάζονται και δεν μπορούν να αποκλειστούν οι μακροχρόνιες επιπτώσεις όπως τα φαινόμενα βιοσυσσώρευσης καρκινογόνων ουσιών.

1.4.1.3 Επιπτώσεις από την χρήση φυσικού αερίου

Αν και η χρήση του φυσικού αερίου έχει πολύ μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, παρόλα αυτά αποτελεί ένα μίγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση. Δεν παύει όμως να αποτελεί το φυσικότερο συμβατικό καύσιμο.

1.4.2 Επιπτώσεις από την χρήση πυρηνικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια ενέργειας παραγόμενης από πυρηνική σχάση δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού η πυρηνική σχάση δεν είναι καύση. Η πυρηνική ενέργεια είναι λοιπόν μια λύση στο πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Όμως η πυρηνική σχάση έχει ως αποτέλεσμα μεταξύ άλλων και τη παραγωγή ισοτόπων και την αποδέσμευση ακτινοβολιών, που είναι άκρως επικίνδυνες και συνεχίζουν να εκπέμπονται για πολλά χρόνια. Επιπλέον, η πυρηνική αντίδραση σχάσης, εκτός από τη ραδιενέργεια που εκπέμπει αφήνει και ραδιενεργά κατάλοιπα, τα οποία συνεχίζουν να εκπέμπουν βλαβερές ακτινοβολίες για πάρα πολλά χρόνια. Η διαχείριση των ραδιενεργών καταλοίπων είναι πρόβλημα το οποίο δεν έχει αντιμετωπιστεί και είναι λόγος μόνιμης αντίδρασης από το κοινό και καταφανούς αμηχανίας από μέρους των τεχνικών και των υπευθύνων. Τέλος, το ίδιο το πυρηνικό εργοστά-

σιο έχει μια ορισμένη διάρκεια λειτουργίας, μετά την οποία όλα τα στοιχεία του μέχρι το τελευταίο τούβλο και την τελευταία βίδα εκπέμπουν επικίνδυνα ποσά ραδιενέργειας. Επομένως η παραγωγή ενέργειας μέσω πυρηνικής σχάσης δεν είναι αποδεκτή από οικολογική άποψη.

1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Είναι βέβαιο ότι οι υπάρχουσες ποσότητες των συμβατικών ενεργειακών πηγών θα εξαντληθούν. Αυτό που μένει αναπάντητο και μπορεί να κριθεί κατά προσέγγιση είναι η διάρκεια για την οποία ο άνθρωπος θα συνεχίσει να εκμεταλλεύεται τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Άλλωστε γι' αυτό ονομάζονται μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

1.5.1 Αποθέματα πετρελαίου

Η BP σε μια πρόσφατη έρευνα που αφορούσε τα πετρελαϊκά αποθέματα υπολόγισε ότι η διάρκεια τους προβλέπεται για ακόμη μισό αιώνα. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμάται η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών για 53 χρόνια, σύμφωνα με τον ρυθμό υπάρχουσας κατανάλωσης. Παρόλα αυτά οι εκτιμήσεις ποικίλουν για τους εξής λόγους:

-Είναι δύσκολο να εκτιμηθούν τα διαθέσιμα αποθέματα καθώς πέραν των δυσκολιών στις μετρήσεις, σε συγκεκριμένες φτωχές χώρες οι μετρήσεις αυτές δεν είναι αξιόπιστες και δίνουν εδώ και χρόνια τους ίδιους αριθμούς. Οι χώρες που θέλουν να αυξήσουν την στρατηγική τους σημασία παρουσιάζουν πιο μεγάλους αριθμούς ενώ οι χώρες που δεν μπορούν να συμβαδίσουν με την πίεση για αυξημένη παραγωγή, παρουσιάζουν μικρότερα νούμερα.

-Είναι επίσης δύσκολο να καθοριστεί ο ρυθμός αύξησης της ζήτησης καθώς αν πολλές χώρες επενδύσουν σε ήπιες μορφές ενέργειας τότε η ζήτηση του πετρελαίου θα συνεχιστεί με αργούς ρυθμούς.

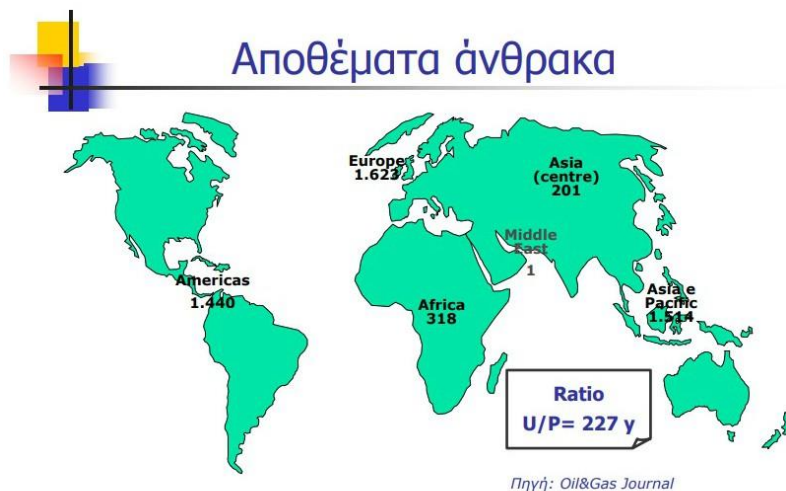


5

Εικόνα 12. Αποθέματα πετρελαίου (Πηγή: Oil&Gas Journal)

1.5.2 Αποθέματα γαιάνθρακα

Σχεδόν κάθε χώρα στον πλανήτη διαθέτει αποθέματα γαιάνθρακα. Παρόλα αυτά μόνο σε 70 χώρες η εξόρυξη του αποτελεί εμπορική δραστηριότητα. Σύμφωνα με τις μελέτες τα αποθέματα αυτά επαρκούν για τα επόμενα 164 χρόνια.



5 φορές αφθονότερο από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (5.098 δις βαρέλια πετρελαίου) και πιο ομοιόμορφα διασκορπισμένο ανά τον χάρτη.

Εικόνα 13. Αποθέματα άνθρακα (Πηγή: Oil&Gas Journal)

1.5.3 Αποθέματα φυσικού αερίου

Στον τομέα του φυσικού αερίου παίζονται πολλά παιχνίδια διεθνώς όποτε για τα μόνα πράγματα που μπορούμε να είμαστε σίγουροι είναι ότι τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου κυμαίνονται ανάμεσα σε 185-200 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα με μέσο χρόνο εξάντλησης τα 55 χρόνια περίπου αν η κατανάλωση συνεχιστεί με τους παρόντες ρυθμούς. Όσον αφορά στις χώρες εντός ΟΟΣΑ, η κατανάλωση καταγράφει αύξηση, ωστόσο οι ρυθμοί της αύξησης στις τρεις βασικές περιοχές του ΟΟΣΑ (ΗΠΑ, ΕΕ, Ιαπωνία) είναι χαμηλότεροι, κυρίως λόγω του κορεσμού των συγκεκριμένων χωρών αλλά και της υψηλής συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρώπη. Ωστόσο, αυτές οι αγορές του ΟΟΣΑ παραμένουν συγκριτικά μεγάλες. Για παράδειγμα, η ζήτηση στις ΗΠΑ, οι οποίες θα συνεχίσουν να αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή του καυσίμου, ξεπερνά κατά πολύ την αντίστοιχη της Κίνας το 2035. Στην περίπτωση της Ευρώπης στο σύνολό της, οι προοπτικές για τη ζήτηση αερίου παραμένουν υποτονικές. Ειδικά στην περίπτωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις βασικές αιτίες για τις χαμηλές προβλέψεις, περιλαμβάνονται αφενός το αδύναμο οικονομικό περιβάλλον και αφετέρου οι υψηλές τιμές του φυσικού αερίου. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης οι χαμηλές τιμές του άνθρακα και η μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ. (Πηγή: energypress.gr)



- Συνολικά αποθέματα αερίου αντίστοιχα με 994 δις βαρέλια πετρελαίου.
- Μερικώς διαφοροποιημένη κατανομή στον χάρτη απ' το πετρελαίο.

6

Εικόνα 14. Αποθέματα Φυσικού Αερίου (Πηγή: Oil&Gas Journal)

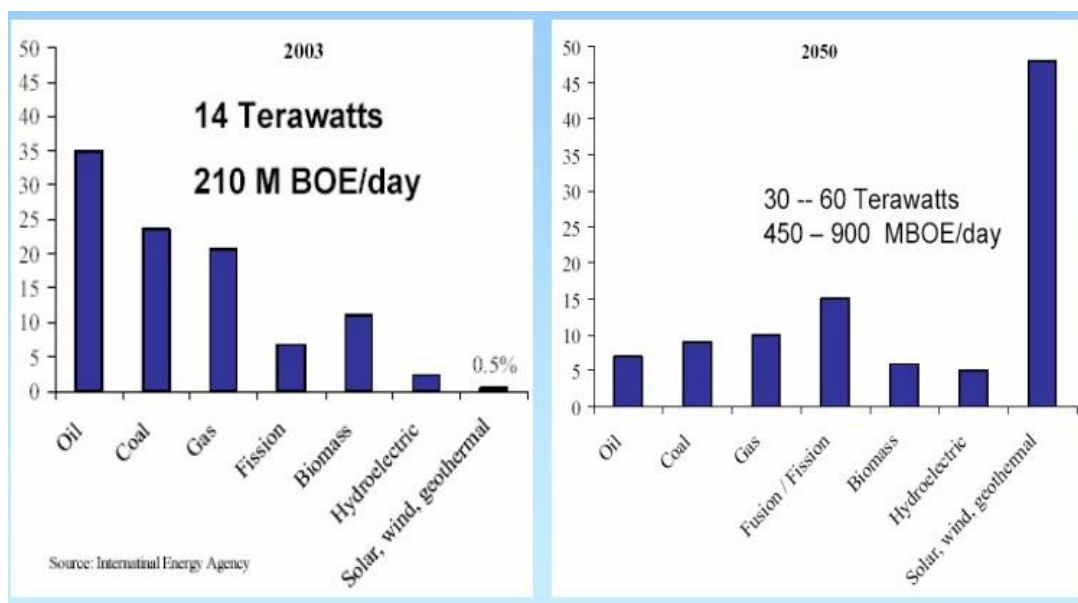
1.5.4 Αποθέματα πυρηνικής ενέργειας

Τον Δεκέμβριο του 2006 ανέλυσαν την κατάσταση της πυρηνικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, δημοσιεύοντας το Uranium Resources and Nuclear Energy report (www.emergywatchgroup.org). Η μελέτη αναφέρει ότι οποιαδήποτε πρόβλεψη για την κατασκευή εγκαταστάσεων πυρηνικής ενέργειας θα πρέπει να βασιστεί στην ανάλυση των αποθεμάτων ορυκτού ουρανίου και την κατανάλωση των νέων αντιδραστήρων. Η ανάλυση των στοιχείων των αποθεμάτων ουρανίου οδηγεί στην εκτίμηση ότι τα αποθέματα που μέχρι σήμερα έχουν ανακαλυφθεί δεν εγγυώνται την προμήθεια ουρανίου για περισσότερα από τριάντα χρόνια. Έντεκα χώρες έχουν ήδη εξαντλήσει τα αποθέματά τους. Στο σύνολο 2,3 μέγα-τόνοι έχουν ήδη παραχθεί. Προς το παρόν μόνο μία χώρα (ο Καναδάς) έμεινε να έχει αποθέματα πετρωμάτων με περιεκτικότητα πάνω από 1% σε καθαρό ουράνιο. Τα περισσότερα αποθέματα σε άλλες χώρες έχουν περιεκτικότητα κάτω από 0,1%. Τα δύο τρίτα των αποθεμάτων είναι κάτω του

0,06%. Τα αποδεδειγμένα αποθέματα με κόστος εξόρυξης κάτω του κόστους των 40 \$/kg U θα εξαντληθούν τα επόμενα 30 χρόνια αν συνεχιστεί η παρούσα ζήτηση. Το κόστος της εξόρυξης νέων πιθανολογούμενων ποσοτήτων θα εκτοξευθεί πάνω από 130 \$/kg U. (Πηγή :kathimerini.gr)

1.6 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ-ΣΤΡΟΦΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όλα τα παραπάνω περιγράφουν το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο προκύπτει από την εξάρτηση που υπάρχει από τα ορυκτά καύσιμα. Για να λυθεί λοιπόν το πρόβλημα αυτό θα πρέπει να μειωθεί αισθητά η χρήση των ορυκτών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, των ακραίων καιρικών φαινομένων καθώς και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μια τέτοια αλλαγή είναι αναγκαίο να βασιστεί πρωτίστως στην αλλαγή της ατομικής συμπεριφοράς και της αλόγιστης σπατάλης των διάφορων μορφών ενέργειας, αλλά και στην διάδοση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το παγκόσμιο συμβούλιο ενέργειας(world energy council-wec), που είναι μια διεθνής κοινοπραξία για την προώθηση της αιεφόρου ενέργειας, καθιστά θεμελιώδες βήμα το να καταστούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαθέσιμες και προσεγγίσιμες σε όλους. Οι ήπιες μορφές ενέργειας δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τις συμβατικές αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλο βαθμό και να μειώσουν δραστικά τη σοβαρότητα της κατάστασης. Την τελευταία δεκαετία έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση, οπότε το μέλλον του πλανήτη είναι ελπιδοφόρο .



Εικόνα 15.Στόχοι για τις ΑΠΕ (Πηγή: International Energy Agency)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ονομάζουμε τις μη ορυκτές ενεργειακές πηγές που υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον. Οι ΑΠΕ είναι πρακτικά ανεξάντλητες και δεν είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. Για την εκμετάλλευσή τους δεν χρειάζεται καμία ενεργητική παρέμβαση, όπως για παράδειγμα εξόρυξη, άντληση ή καύση. Πρόκειται απλά για την εκμετάλλευσή της ροής που υπάρχει ήδη στη φύση. Στο σύνολο αυτών των πλεονεκτημάτων συγκαταλέγεται και το γεγονός ότι δεν μπορούν να εξαντληθούν σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και συντήρηση, και επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις. Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι οι εξής:

1. Ήλιος - ηλιακή ενέργεια, δηλαδή το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφώνται από κάποια στοιχεία και ενώσεις στη γη και μετατρέπονται στη συνέχεια σε άλλες μορφές ενέργειας.
2. Άνεμος-αιολική ενέργεια, δηλαδή η εκμετάλλευσή της ενέργειας του ανέμου. Σήμερα αυτό επιτυγχάνεται μέσω των ανεμογεννητριών.
3. Υδατοπτώσεις-Υδραυλική ενέργεια, δηλαδή η μετατροπή της δυναμικής του νερού από τις λίμνες και της κινητικής ενέργειας των ποταμών, σε ηλεκτρική ενέργεια.
4. Γεωθερμία-γεωθερμική ενέργεια. Η γεωθερμία αποτελεί μια ήπια ενεργειακή και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης και αφορά κυρίως τη θέρμανση των θερμοκηπίων.
5. Βιομάζα, δηλαδή το σύνολο των αποβλήτων και των υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία (φυτικές και ζωικές ουσίες), τη δασοκομία καθώς και το βιοποικοδομίσιο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, στην ουσία όποιο υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο.
6. Θάλασσες. Η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από την θάλασσα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες :

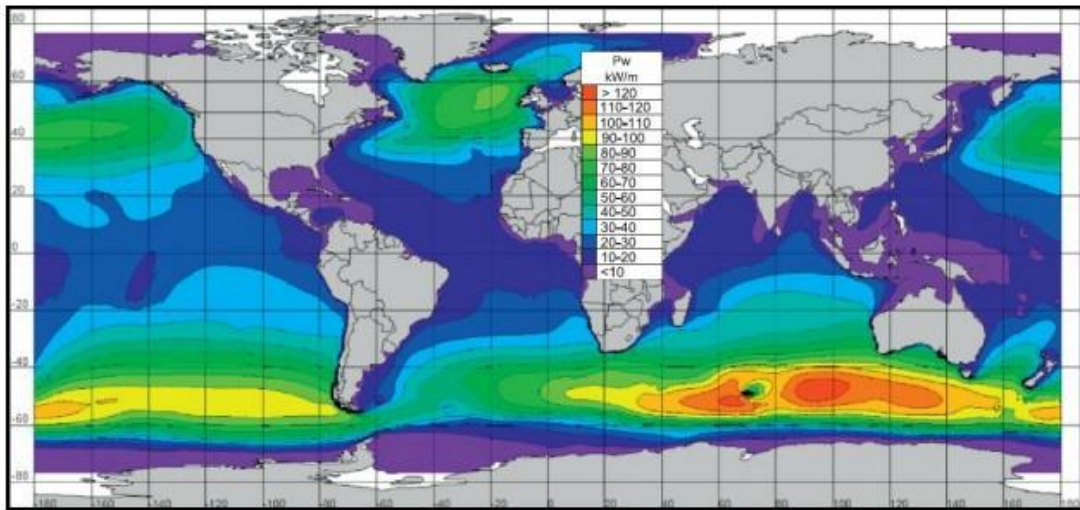
- Ενέργεια από τα κύματα, δηλαδή η εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των κυμάτων της θάλασσας.

-Παλιρροϊκή ενέργεια. Η βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό καθώς ανεβαίνει αποθηκεύεται και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει από μια τουρμπίνα με αποτέλεσμα να παράγει ηλεκτρισμό.

-Ενέργεια των ωκεανών, από διαφορά θερμοκρασίας στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος. Η εκμετάλλευση της διαφοράς αυτής ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού επιτυγχάνεται μέσω των θερμικών κύκλων.

2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις πιο σημαντικές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας είναι η θάλασσα. Η θάλασσα καλύπτει τα τρία τέταρτα του πλανήτη και μπορεί να προσφέρει ενέργεια μέσω των κυμάτων, της παλίρροιας, των ποταμών, των θερμοκρασιακών διαφορών καθώς και μέσω των ρευμάτων. Η ετήσια παραγωγή ενέργειας μέσω των κυμάτων μπορεί να ανταγωνιστεί την ετήσια παραγωγή πυρηνικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας. Στην παρακάτω εικόνα του άτλαντα φαίνεται η παγκόσμια κατανομή ενέργειας από τους ωκεανούς. Οι βόρειες και νότιες ζώνες θερμοκρασίας, αποτελούν τα ιδανικά μέρη για την αξιοποίηση της ενέργειας από τη θάλασσα. Οι άνεμοι αυτών των ζωνών είναι αρκετά δυνατοί το χειμώνα.

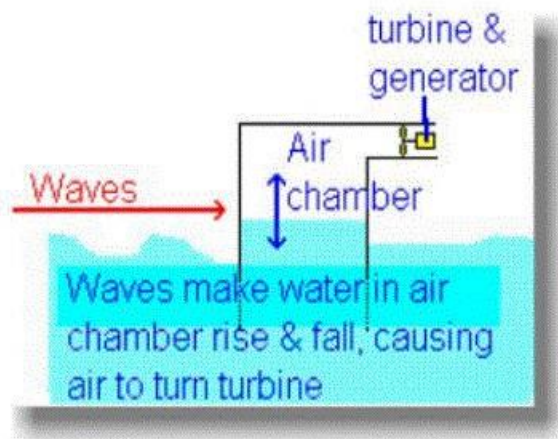


Εικόνα 16. Παγκόσμια κυματική ενέργεια σε kW/m (Πηγή: hal.archives-ouvertes.fr)

2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

2.3.1 Εισαγωγή

Θαλάσσιο κύμα είναι η μεταφορά ενέργειας από τα κύματα που βρίσκονται στην επιφάνεια του ωκεανού και η σύλληψη αυτής της ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Μια κατασκευή η οποία μπορεί να αντλήσει την παραγόμενη ενέργεια των κυμάτων ονομάζεται μετατροπέας κυματικής ενέργειας (wave energy converter, wec). Παρά το γεγονός ότι από πολύ παλιά έχει υποδειχθεί η σημασία της κυματικής ενέργειας, δεν χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό. Τα κύματα παράγονται από το πέρασμα του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Όσο τα κύματα διαδίδονται πιο αργά από την ταχύτητα του ανέμου, ακριβώς πάνω από τα κύματα, υπάρχει μεταφορά ενέργειας από τον άνεμο προς τα κύματα. Η διαφορά της πίεσης αέρα μεταξύ του ανάντη και της υπήνεμης πλευράς του κύματος, αναγκάζουν το νερό να πάει στην τάση διάτμησης που προκαλεί την ανάπτυξη των κυμάτων. Το ύψος του κύματος εξαρτάται από την ταχύτητα με την οποία φυσάει ο άνεμος, από το βάθος καθώς και από την τοπογραφία που έχει ο πυθμένας της θάλασσας. Οι συσκευές που παράγουν ενέργεια από τα κύματα χρησιμοποιούν την κίνηση του νερού καθώς και το νερό από τα κύματα που εισέρχεται σε διάφορους τύπους δεξαμενών για να περιστρέψουν γυροσκόπια και να παράγουν ηλεκτρισμό μέσω γεννητριών.



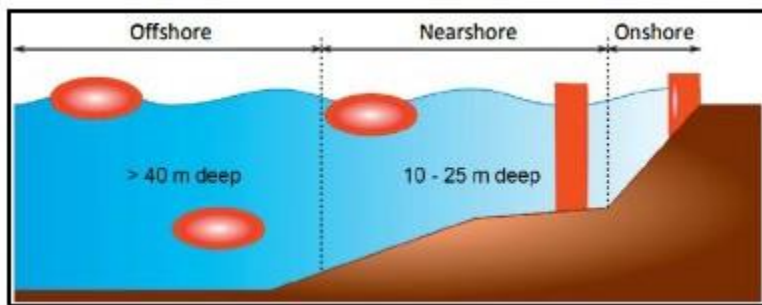
Εικόνα 17. Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

2.3.2 Ιστορικά στοιχεία

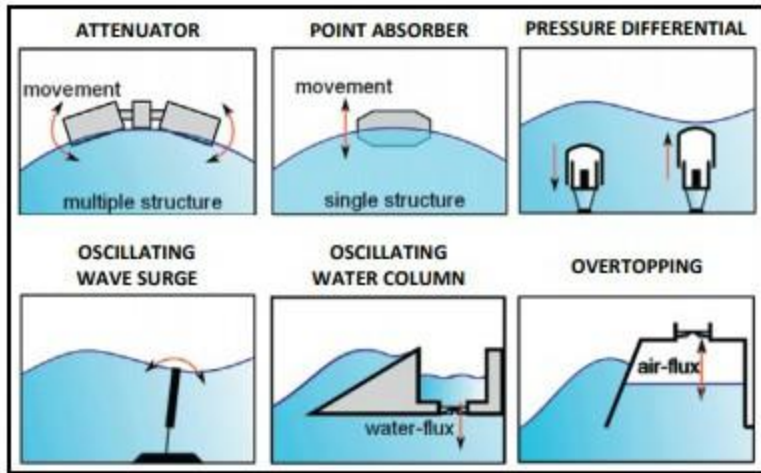
Η έρευνα για τα οφέλη της ενέργειας από τη θάλασσα ξεκίνησε για πρώτη φορά περισσότερο από 200 χρόνια πριν. Ο Γάλλος μαθηματικός Pierre Simon Girard συνεργασία με τον γιο του, αναγνωρίζονται ως αυτοί οι οποίοι δημιούργησαν την πρώτη πατέντα που εκμεταλλευόταν τα κύματα για την παραγωγή ενέργειας το 1799. Ο Yoshio Mesuda, θεωρείται ο πατέρας των μοντέρνων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από τα κύματα, με σπουδές στην Ιαπωνία από το 1940. Ανέπτυξε ένα σύστημα με σημαδούρες, το οποίο χρησιμοποιούσε την ενέργεια των κυμάτων και ήταν επενδυμένο με μια τουρμπίνη αέρα, η οποία αργότερα ονομάστηκε ταλαντευόμενη στήλη νερού. Αυτές οι σημαδούρες χρησιμοποιούνταν στην Ιαπωνία το 1965 και ύστερα στην Αμερική. Από τότε έχουν δημιουργηθεί πολλά και διαφορετικά μοντέλα.

2.3.3 Τύποι γεννητριών

Οι μετατροπείς κυματικής ενέργειας κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την τοποθεσία στην οποία έχουν εγκατασταθεί και με τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η απόσπαση της κυματικής ενέργειας. Όσον αφορά την τοποθεσία στην οποία βρίσκονται υπάρχουν οι παράκτιες, επάκτιες(βάθος 10-25 μέτρα) και υπεράκτιες κατασκευές (βάθος >40 μέτρα). Ανάλογα με τον τρόπο απόσπασης της ενέργειας υπάρχουν 6 διαφορετικοί τύποι κατασκευών: εξασθενητής κυματισμών(attenuator-A), (αξονοσυμμετρικός) σημειακός απορροφητής (point absorber-PA), Παλλόμενοι μετατροπείς των κυματικών κλυδωνισμών (Oscillating wave surge converter-OWSC), Παλλόμενη υδάτινη στήλη(Oscillating water column-OWC), Συσσκευή υπερακόντισης (Overtopping device-OT), Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης(Submerged pressure differential-DP)

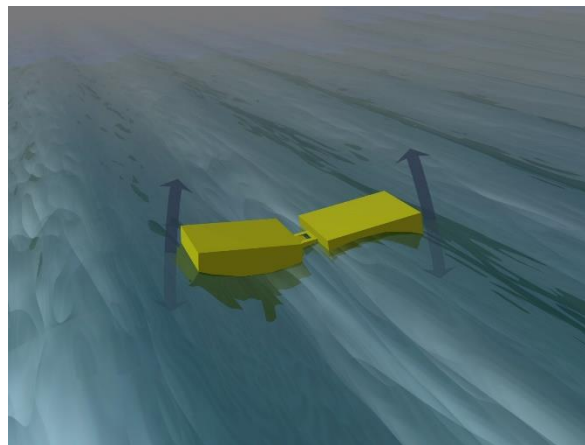


Εικόνα 18. Περιοχές εγκατάστασης των κατασκευών(υπεράκτια, παράκτια, επάκτια)
(Πηγή:hal.archives-ouvertes.fr)



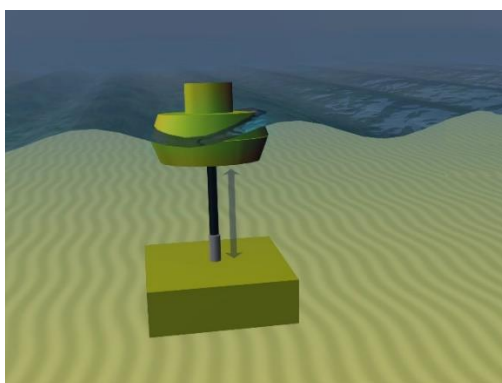
Εικόνα 19. Συσκευές μετατροπής θαλάσσιας ενέργειας ανάλογα με τον τρόπο απόσπασης της ενέργειας (Πηγή: hal.archives-ouvertes.fr)

Εξασθενητής κυματισμών – Είναι μακρόστενη πλωτή συσκευή ευθυγραμμισμένη κάθετα προς το μέτωπο του κύματος. Η συσκευή ουσιαστικά επιπλέει επί των διερχόμενων κυμάτων και αποσπά την ενέργεια τους με την επιλεκτική δέσμευση των κινήσεων καθ' όλο της το μήκος. (Πηγή: aquaret.com)



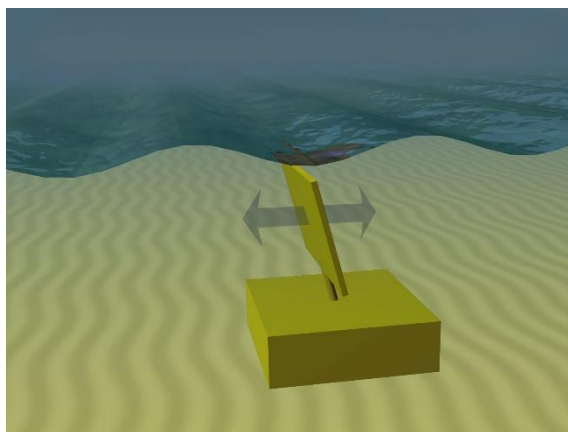
Εικόνα 20. Εξασθενητής κυματισμών (Πηγή: aquaret.com)

(Αξονοσυμμετρικός) Σημειακός Απορροφητής – Πλωτή κατασκευή η οποία απορροφά την κυματική ενέργεια από κάθε διεύθυνση μέσω των κινήσεών της στην επιφάνεια των υδάτων ή κοντά σε αυτή. Έχει μικρές διαστάσεις σε σχέση με το τυπικό μήκος κύματος, με διάμετρο συνήθως της τάξης των λίγων μέτρων. Το χαρακτηριστικό της σημειακής απορρόφησης σημαίνει βασικά την ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας μιας θαλάσσιας περιοχής μεγαλύτερης από τις διαστάσεις της συσκευής. Σε σχέση με το ουσιαστικά ίδιο φαινόμενο που παρουσιάζεται στα ραδιοκύματα (π.χ. ακουστικά), το φαινόμενο αυτό καλείται «φαινόμενο κεραίας». Οι σχεδιασμοί τύπου σηματούρας, για παράδειγμα, ενεργούν ως σημειακοί απορροφητές. Τυπικά, όχι όμως κι απαραίτητα, οι πλωτοί αυτοί σχεδιασμοί είναι αξονοσυμμετρικοί. (Πηγή: aquaret.com)



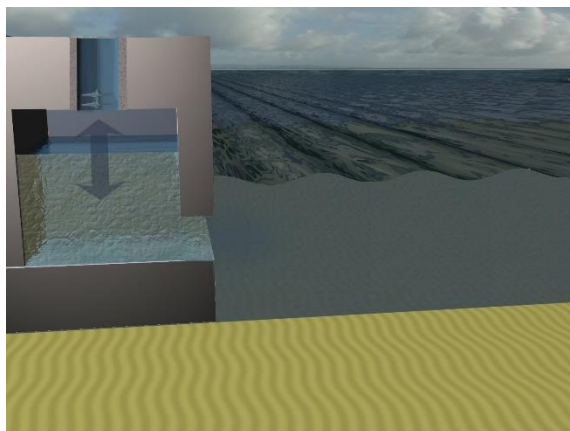
Εικόνα 21. Σημειακός Απορροφητής (Πηγή: aquaret.com)

Παλλόμενοι μετατροπείς των κυματικών κλυδωνισμών (OWSC) – Συλλέκτης κοντά στην επιφάνεια, ο οποίος εδράζεται πάνω σε περιστρεφόμενο βραχίονα που είναι αγκυρωμένος κοντά στον πυθμένα. Ο βραχίονας ταλαντεύεται ως ανάστροφο εκκρεμές λόγω της κίνησης των σωματιδίων νερού των κυμάτων. (Πηγή: aquaret.com)



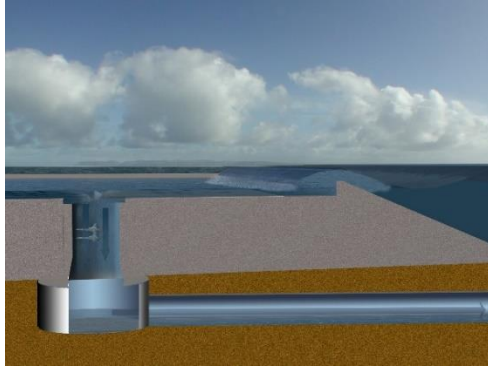
Εικόνα 22. Παλλόμενος Μετατροπέας των κυματικών κλυδωνισμών (Πηγή: aquaret.com)

Παλλόμενη υδάτινη στήλη (ΠΥΣ) – Μερικώς υποβρύχια κοίλη κατασκευή η οποία έχει ένα άνοιγμα στη θάλασσα κάτω από την επιφάνεια των υδάτων ώστε να εγκλωβίζει αέρα πάνω από την υδάτινη στήλη. Τα κύματα προκαλούν το σκαμπανέβασμα της στήλης, που ενεργεί ως έμβολο που συμπιέζει και αποσυμπιέζει τον αέρα. Ο αέρας διέρχεται μέσα από αεροστρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας. Όταν σχεδιάζονται σωστά για την επικρατούσα κατάσταση θαλάσσης, οι OWC ρυθμίζονται κατάλληλα για το επικείμενο μήκος κύματος ώστε να υπάρχει συντονισμός τους. Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές OWC μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικοί και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. (Πηγή: aquaret.com)



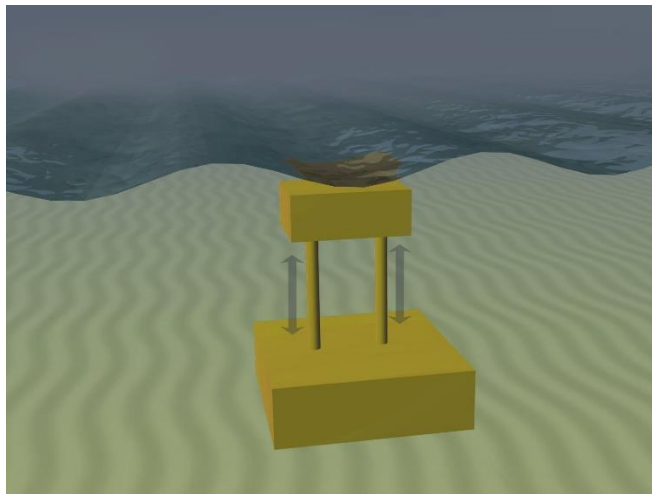
Εικόνα 23. Παλλόμενη υδάτινη στήλη (Πηγή: aquaret.com)

Συσκευή υπερακόντισης– Η συσκευή αποτελείται από ένα τοίχωμα επάνω στο οποίο σπάνε τα κύματα και το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης. Τα προσκρούοντα κύματα δημιουργούν ένα ύψος πτώσης το οποίο ελευθερώνεται πίσω στη θάλασσα μέσω συμβατικών στροβίλων χαμηλής πίεσης που είναι εγκατεστημένοι στον πυθμένα της δεξαμενής. Η συσκευή υπερακόντισης μπορεί να κάνει χρήση συλλεκτών για την συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας. Οι συσκευές υπερακόντισης είναι συνήθως μεγάλες κατασκευές λόγω του απαιτούμενου χώρου για τη δεξαμενή, η οποία χρειάζεται να εξασφαλίζει μια ελάχιστη χωρητικότητα αποθήκευσης. (Πηγή :aquaret.com)



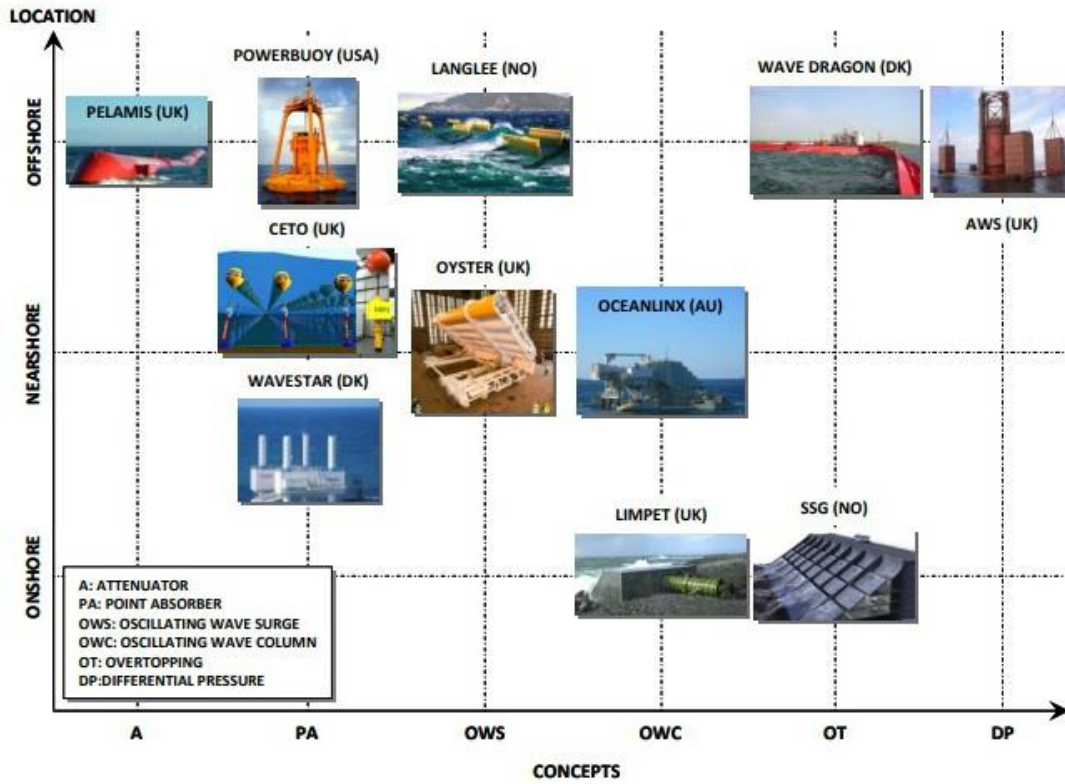
Εικόνα 24. Συσσκευή υπερακόντισης (Πηγή: aquaret.com)

Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης – Βυθιζόμενη συσκευή που συνήθως εγκαθίσταται κοντά στην ακτή και προσαρτάται στον πυθμένα. Η κίνηση των κυμάτων προκαλεί την άνοδο και την πτώση της στάθμης της θάλασσας πάνω από τη συσκευή, πράγμα που δημιουργεί μια διαφορά πίεσης η οποία αναγκάζει τη συσκευή να ανεβοκατεβαίνει με τα κύματα. Όταν σχεδιαστεί σωστά για την συγκεκριμένη κατάσταση της θάλασσας, η κατηγορία αυτή διαθέτει και αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά σημειακής απορρόφησης. (Πηγή: aquaret.com)



Εικόνα 25. Βυθιζόμενη συσκευή διαφορικής πίεσης (Πηγή: aquaret.com)

Ο συνδυασμός του σημείου εγκατάστασης της συσκευής με τον τρόπο των οποίο αποσπών την κυματική ενέργεια συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 26.Κύριες κατασκευές μετατροπής ενέργειας των κυμάτων

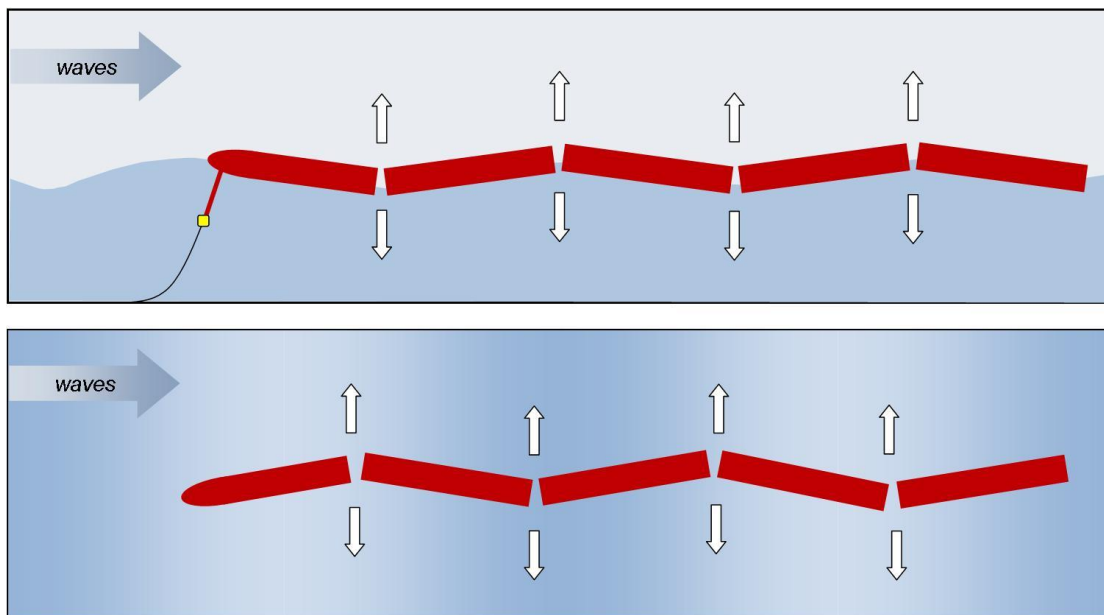
(Πηγή: hal.archives-ouvertes.fr)

2.3.4 Τεχνολογίες κυματικής ενέργειας

2.3.4.1 Τεχνολογίες βασισμένες σε υπεράκτιες κατασκευές (Βάθος μεγαλύτερο των 40 μέτρων)

2.3.4.1.1 PELAMIS

Η συσκευή Pelamis είναι μια τεχνολογία η οποία χρησιμοποιεί την κίνηση των επιφανειακών κυμάτων για να παράγει ηλεκτρισμό. Η συσκευή αποτελείται από μισοβυθισμένες κυλινδρικές μονάδες οι οποίες ταλαντεύονται ανάλογα με την κίνηση των κυμάτων. Μέσω αυτής της κίνησης παράγεται ηλεκτρισμός. Η τεχνολογία αποτελεί μελέτη της εταιρίας Pelamis Wave Power στη Σκωτία. Πρόκειται για τον πρώτο υπεράκτιο εξασθενητή κυμάτων και τοποθετείται σε βάθη μεγαλύτερα των 50 μέτρων, δηλαδή σε 2 έως 10 Km από την ακτή. Πιο συγκεκριμένα, αποτελείται από 5 σωλήνες οι οποίοι ενώνονται σε κάποια σημεία τα οποία επιτρέπουν την κίνηση τους. Κατά τον κυματισμό, η κίνηση πάνω κάτω μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό μέσω υδραυλικών συστημάτων που είναι τοποθετημένα στο εσωτερικό του κάθε σωλήνα, ενώ η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται στην ακτή με καλωδιώσεις και ειδικό εξοπλισμό.

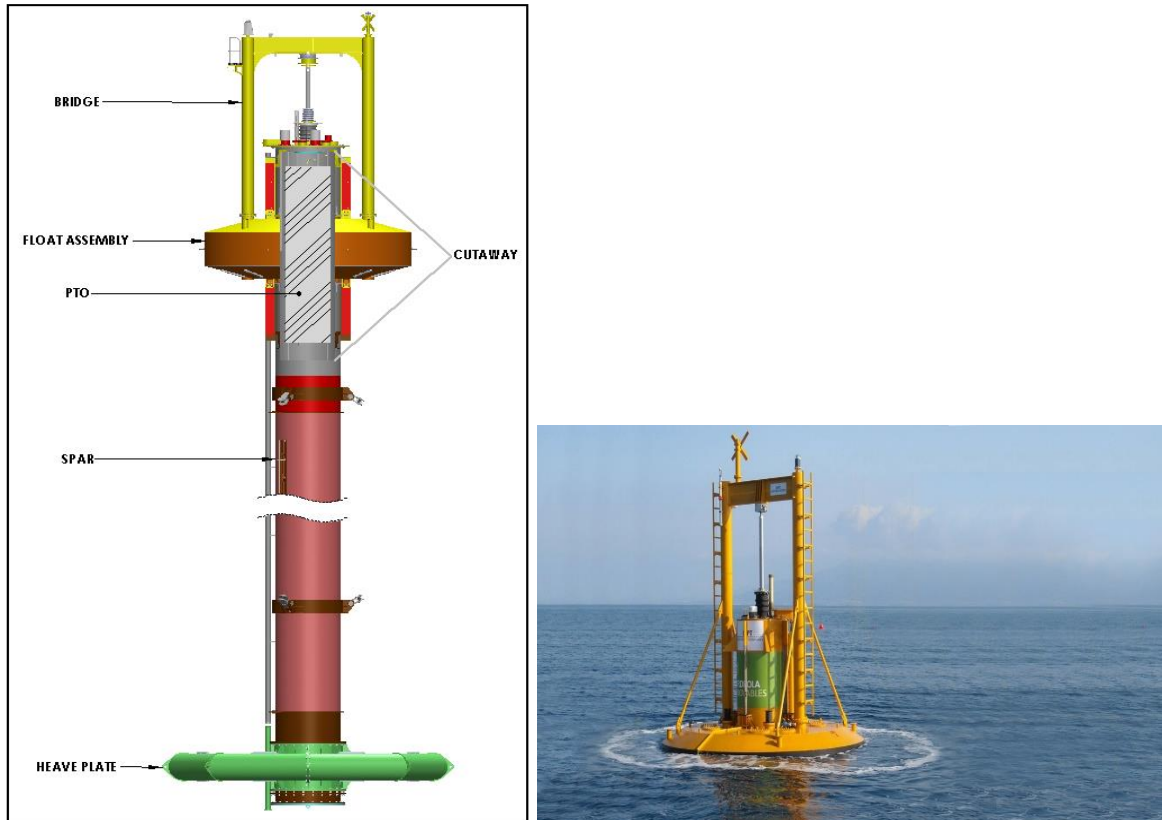




Εικόνα 27. Συσκευή Pelamis (Πηγή: pelamiswave.com)

2.3.4.1.2 POWER BUOY

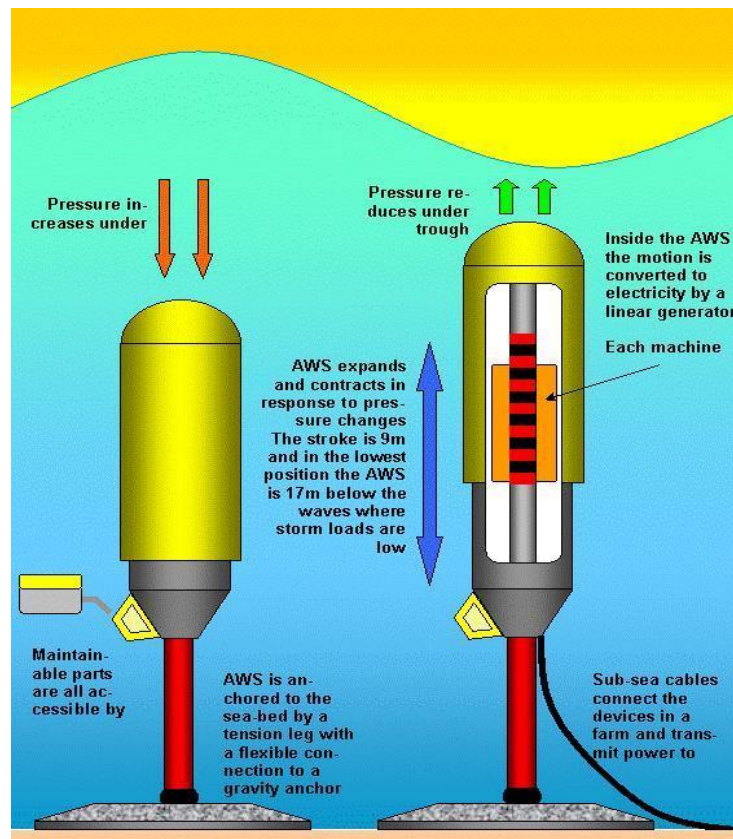
Πρόκειται για μία από τις πιο βασικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα, συνδυάζοντας αρχές υδροδυναμικής, ηλεκτρισμού καθώς και εξελιγμένα τεχνολογικά συστήματα προκειμένου να παρέχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Παράγει αξιόπιστο, καθαρό και φιλικό προς το περιβάλλον ηλεκτρισμό. Η συσκευή αυτή αποτελείται όπως φαίνεται και στην εικόνα από ένα φλοτέρ, μια δοκό και από μια βαριά πλάκα. Το φλοτέρ ανεβοκατεβαίνει στη δοκό ανάλογα με τον κυματισμό της θάλασσας. Η βαριά πλάκα διατηρεί τη δοκό σε μια σταθερή θέση. Η κίνηση του φλοτέρ θέτει σε λειτουργία ένα μηχανικό σύστημα που βρίσκεται στη δοκό το οποίο μετατρέπει την γραμμική κίνηση του φλοτέρ σε περιστροφική κίνηση. Η περιστροφική κίνηση θέτει σε λειτουργία ηλεκτρικές γεννήτριες οι οποίες παράγουν ηλεκτρισμό, που στη συνέχεια στέλνεται με ειδικά καλώδια σε γειτονικά συστήματα.



Εικόνα 28.Συσκευή Power Buoy (Πηγή:lynceans.org)

2.3.4.1.3 AWS(ARCHIMEDES WAVESING)

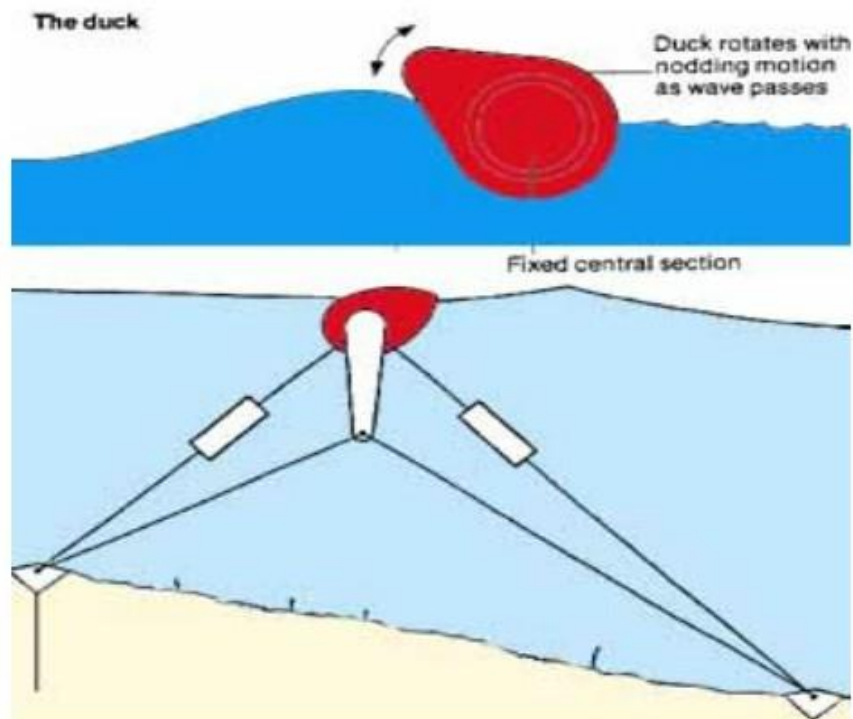
Το AWS είναι ένα μηχάνημα παραγωγής ηλεκτρισμού από τη θάλασσα που έχει βραβευτεί με την τρίτη θέση στο διαγωνισμό “US department of wave energy, αφού πρόκειται για μια μοντέρνα κατασκευή που μπορεί να καλύψει το 5% της παγκόσμιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να τοποθετηθεί σε απομακρυσμένες περιοχές χωρίς να επηρεάσει τους θαλάσσιους οργανισμούς. Η πρώτη πειραματική συσκευή τοποθετήθηκε το 2004 στην ακτή Ponoa de Vantin στην Πορτογαλία σε απόσταση 5 Km από την ακτή. Πρόκειται για μια βυθισμένη κατασκευή η οποία χρησιμοποιεί τις αλλαγές στην πίεση του νερού που δημιουργείται όταν το κύμα περνάει πάνω από αυτήν. Ένας εξωτερικός κύλινδρος κινείται σε συνδυασμό με έναν μικρότερο με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια που παράγεται να μετατρέπεται στη συνέχεια μέσω γραμμικής γεννήτριας σε ηλεκτρισμό. Η πειραματική κατασκευή χρησιμοποιήθηκε για 6 χρόνια και σύλλεξε δεδομένα σε διαφορετικές φάσεις της θάλασσας.



Εικόνα 29. AWS(ARCHIMEDES WAVESING) (Πηγή: researchgate.net)

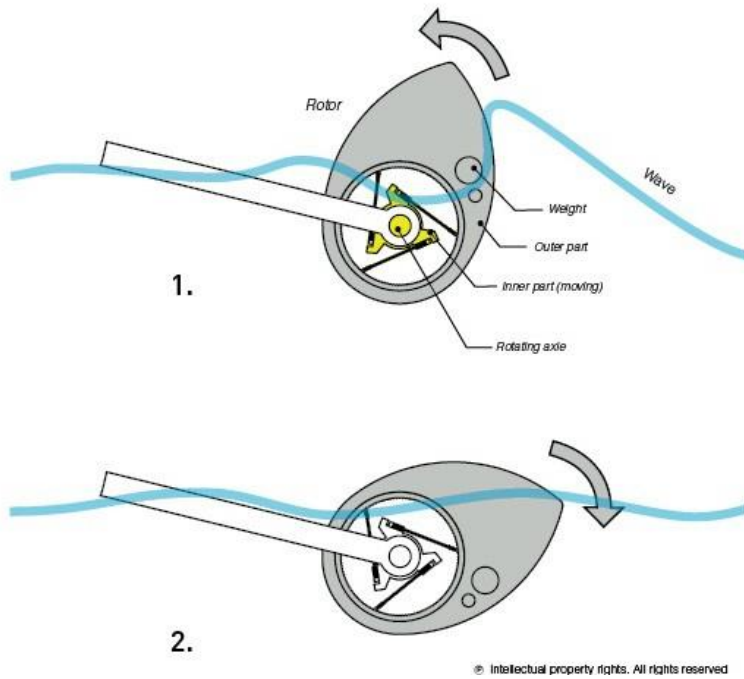
2.3.4.1.4 SALTER DUCK

Η συσκευή Salter Duck η αλλιώς Edinburgh Duck είναι μια συσκευή η οποία μετατρέπει τη δύναμη των κυμάτων σε ηλεκτρισμό. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιεί την κίνηση πάνω- κάτω που δημιουργούν τα κύματα για να περιστρέψει τα γυροσκόπια τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα στο εσωτερικό και στη συνέχεια η γεννήτρια μετατρέπει την περιστροφή αυτή σε ηλεκτρισμό. Το Salter Duck δημιουργήθηκε από τον Stephen Salter κατά τη διάρκεια της πετρελαϊκής κρίσης το 1970 και πρόκειται για έναν από τους πρώτους μετατροπείς ενέργειας των κυμάτων σε ηλεκτρισμό που προτάθηκε στο Wave Energy Program στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η συσκευή αυτή περιέχει στο εσωτερικό της ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού βασισμένη σε ένα γυροσκόπιο που συνδέεται με μια γεννήτρια. Κατά την κίνηση της συσκευής πάνω και κάτω το γυροσκόπιο κουνιέται μπροστά πίσω παράγοντας ηλεκτρισμό.



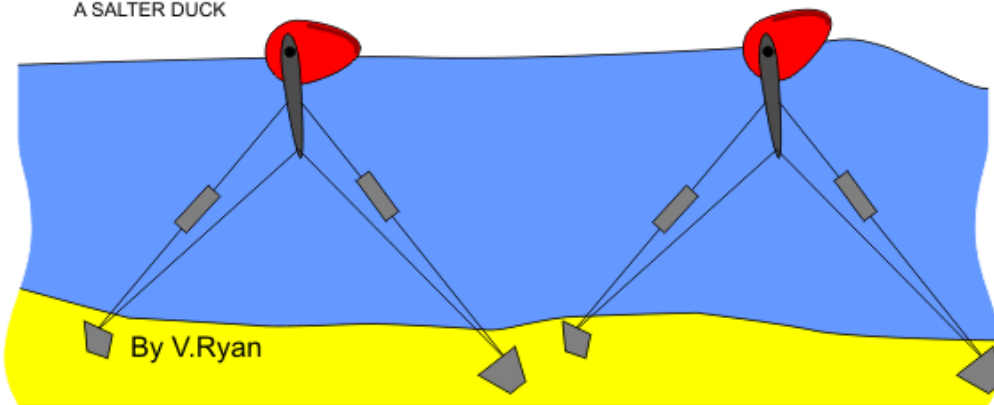
Εικόνα 30.Συσκευή Salter Duck

(Πηγή:science.howstuffworks.com)



INTERNAL VIEW OF
DEVICE SIMILAR TO
A SALTER DUCK

The wave device opposite incorporates an electricity generating system based on a pendulum connected to a generator. As the Salter Duck 'bobs' up and down on the waves, the pendulum swings forwards and backwards generating electricity.



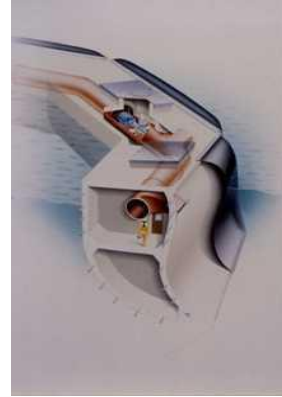
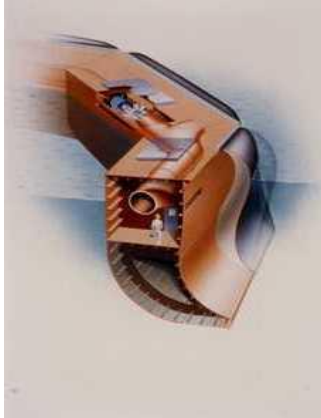
Εικόνα 31. Συσκευή Salter Duck

2.3.4.1.5 SEA CLAM

Το sea clam είναι μια παρόμοια συσκευή με το Salter Duck που χρησιμοποιεί την θάλασσα για την παραγωγή ενέργειας. Η πρώτη τεχνολογία sea clam κατασκευάστηκε το 1978 και δοκιμάστηκε για πρώτη φορά στο Loch Ness το 1982. Εκείνη την εποχή ανακηρύχθηκε η πιο υποσχόμενη κατασκευή που σχετιζόταν με την παραγωγή ενέργειας από τα κύματα καθώς είχε όλες τις προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή. Πρόκειται για μια απλή κατασκευή που χρησιμοποιεί τον εκτοπισμό του αέρα για να παράγει ενέργεια από τα κύματα. Η πρώτη πειραματική συσκευή αποτελούνταν από 12 θαλάμους αέρα, το εξωτερικό των οποίων αποτελούνταν από λαστιχένιες μεμβράνες και ήταν τοποθετημένοι γύρω από μία κατασκευή σε σχήμα δακτυλίου που επέπλεε. Οι διάφοροι κυματισμοί κινούσαν την μεμβράνη μέσα και έξω αναγκάζοντας τον αέρα να εναλλάσσεται μεταξύ των θαλάμων. Ανεμογεννήτριες ήταν τοποθετημένες μεταξύ των θαλάμων και παρήγαγαν ενέργεια από την ροή του αέρα. Μετά την επιτυχία της πειραματικής κατασκευής διάφορες εταιρίες δημιούργησαν τα τελικά βελτιστοποιημένα μοντέλα, επενδυμένα με ασάλι και τσιμέντο, ενώ παράλληλα οι δυνατότητες της συσκευής αναπτύχθηκαν περαιτέρω μέσω σχεδιασμού στους υπολογιστές.



Εικόνα 32. Πειραματική κατασκευή sea clam στο Loch Ness (Πηγή :seaclam.co.uk)

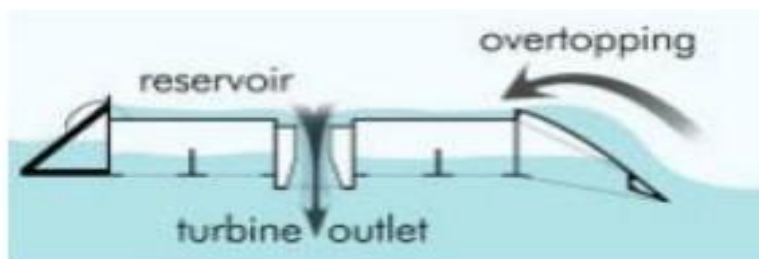


Εικόνα 33.Εξελιγμένες κατασκευές του Sea Clam από ασάλι και τσιμέντο

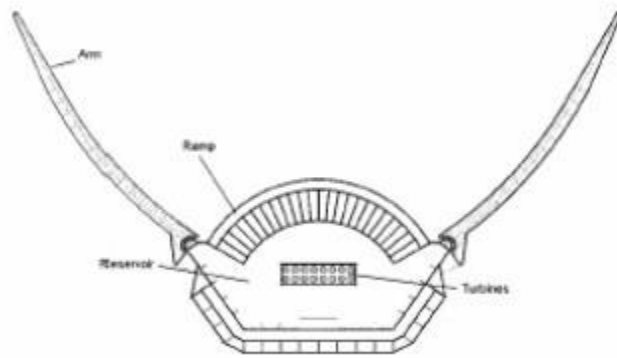
(Πηγή: seaclam.co.uk)

2.3.4.1.6 WAVE DRAGON

Ο ενεργειακός μετατροπέας κυμάτων wave dragon, είναι μια κατασκευή που δημιουργήθηκε στην Δανία από την εταιρεία wave dragon aps. Η κατασκευή περιλαμβάνει κινούμενα μέρη, τους στροβίλους. Συνδυάζει τις γνωστές και καλά αποδεδειγμένες αρχές από τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις υδροενέργειας σε μια παράκτια επιπλέουσα πλατφόρμα. Η overtopping συσκευή dragon κυμάτων ανυψώνει τα ωκεάνια κύματα τα οποία αποθηκεύονται προσωρινά σε μια μεγάλη δεξαμενή δημιουργώντας ένα κεφάλι, δηλαδή η διαφορά μεταξύ του κανονικού επιπέδου επιφάνειας ύδατος και επιφάνειας ύδατος στη δεξαμενή. Αυτό το νερό αφήνεται από τη δεξαμενή dragon μέσω διαφόρων στροβίλων παράγοντας κατά συνέπεια την ηλεκτρική ενέργεια όπως στις εγκαταστάσεις υδροπαραγωγής ενέργειας. Η κατασκευή είναι απλή και έχει ένα μόνο είδος κινούμενων μερών, τους στροβίλους. Στην ουσία μοιάζει σαν ένα σκάφος που δένεται σε σχετικά μεγάλα βάθη για να εκμεταλλευτεί τα ωκεάνια κύματα προτού να χάσουν την ενέργειά τους καθώς φτάσουν στην παράκτια περιοχή. Δεν μετατρέπει τα κύματα σε ενέργεια με το σκάσιμο πάνω κάτω ή από την μετακίνηση των κυμάτων μέσω της κίνησης της θάλασσας. Το wave dragon αντιπροσωπεύει ένα πολύ σύνθετο σχέδιο όπου καταβληθεί μεγάλες προσπάθειες στο σχεδιασμό, στη διαμόρφωση και στον έλεγχο προκειμένου να παραχθεί όσο το δυνατόν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Το wave dragon έχει διπλά κυρτούς ανακλαστήρες κεκλιμένων ραμπών και έχει ως σκοπό την υπερχειλίση. Η κεκλιμένη ράμπα dragon μπορεί να συγκριθεί σε μια παραλία. Όταν ένα κύμα φτάνει σε μια παραλία χάνει ένα μέρος από την ενέργεια του λόγω της τριβής με τα κατώτατα σημεία. Η κεκλιμένη ράμπα dragon κυμάτων είναι πολύ κοντή και σχετικά απότομη προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές απώλειες. Το κύμα αλλάζει τη γεωμετρία του και ανυψώνεται. Η ειδική ελλειπτική μορφή της κεκλιμένης ράμπας βελτιστοποιεί αυτή την επίδραση και η πρότυπη δοκιμή έχει δείξει ότι αυξάνεται σημαντικά.



Εικόνα 34. Συσσκευή wave dragon (Πηγή: Wikipedia.org)



Εικόνα 35 .Διάταξη wave dragon (Πηγή: fineartamerica.com)



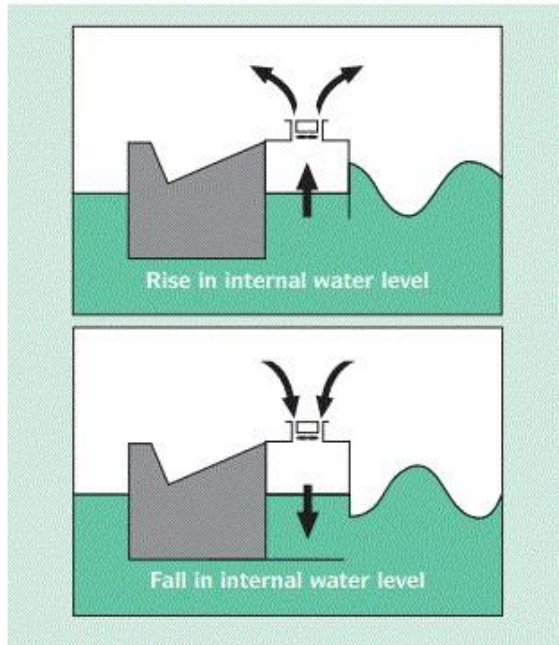
Εικόνα 36. Διάταξη Wave Dragon (Πηγή: fineartamerica.com)

2.3.4.1.7 Mighty Whale

Το mighty whale είναι η μεγαλύτερη θαλάσσια συσκευή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα κύματα και κατασκευάστηκε το 1998 στην Ιαπωνία. Η πρώτη κατασκευή χρησιμοποιήθηκε πειραματικά για 2 χρόνια στον κόλπο Gokosho στον Ειρηνικό Ωκεανό. Η ονομασία της κατασκευής προκύπτει από το περιβλημά της το οποίο θυμίζει φάλαινα. Το mighty whale μετατρέπει την ενέργεια των κυμάτων σε ηλεκτρισμό μέσω κάθετων στηλών νερού οι οποίες θέτουν σε λειτουργία τις τουρμπίνες αέρα που βρίσκονται στο εσωτερικό. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, τα κύματα με την κίνηση μέσα-έξω στους θαλάμους αέρα της κατασκευής προκαλούν την άνοδο και την πτώση της στάθμης του νερού. Έτσι ο αέρας πιέζεται μέσα και έξω από τους θαλάμους μέσω ενός ακροφυσίου που βρίσκεται στην κορυφή τους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται μεγάλης ταχύτητας ροή αέρα η οποία περιστρέφει τις τουρμπίνες, οι οποίες με τη σειρά τους θέτουν σε λειτουργία τις γεννήτριες. Το πρωτότυπο mighty whale είχε μήκος 50 μέτρα και πλάτος 30 μέτρα και εμπεριείχε 3 μονάδες με τουρμπίνες αέρα. Είχε τοποθετηθεί 1,5 km από την ακτή και είχε δεθεί στο βυθό της θάλασσας (περίπου 40 μέτρα βάθος) με 6 γραμμές πρόσδεσης σχεδιασμένες να μπορούν να αντέξουν ακόμη και σε περίπτωση τυφώνα. Το σύστημα αυτό μπορούσε να ελεγχθεί από την ξηρά και όλα τα αποτελέσματα από τη μελέτη και χρήση του πρωτοτύπου χρησιμοποιήθηκαν στις μελλοντικές κατασκευές.



Εικόνα 37. Συσκευή Mighty Whale (Πηγή:cadet-re.o)



Εικόνα 38. Τρόπος λειτουργίας Mighty Whale (**Πηγή:** cadet-re.org)

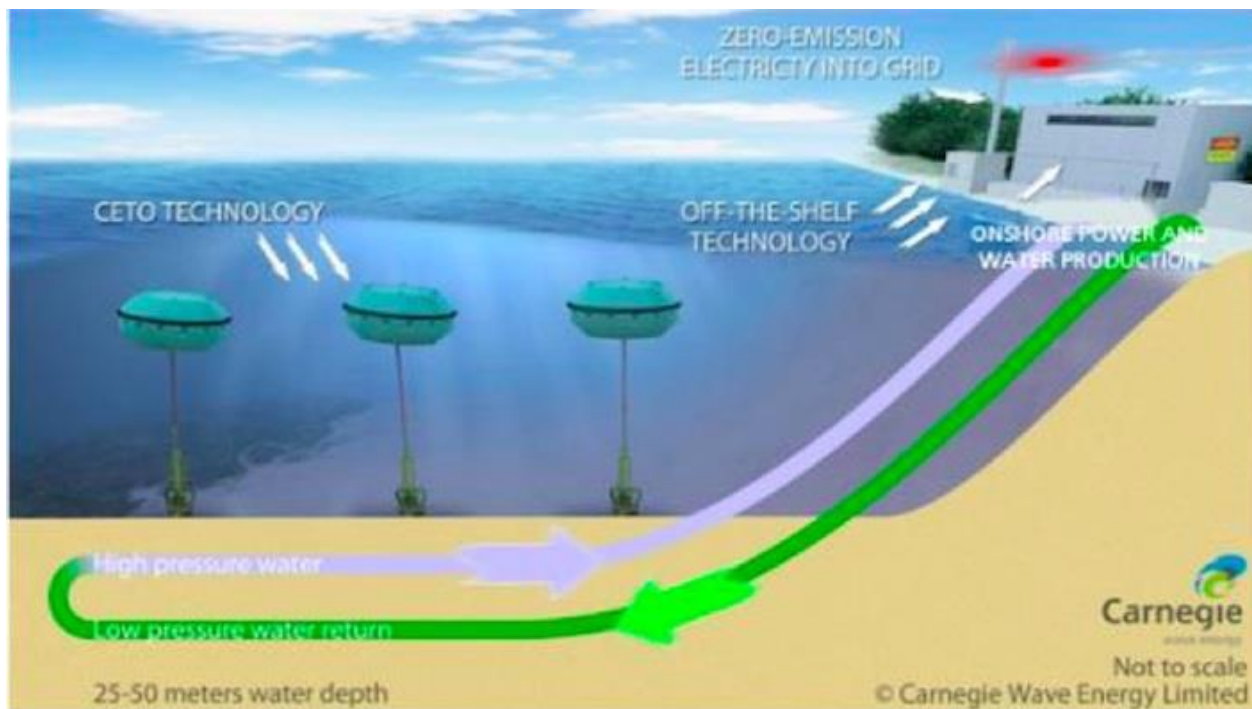


Εικόνα 39. Συσκευή Mighty Whale (**Πηγή:** takesteps.org)

2.3.4.2 Τεχνολογίες βασισμένες σε επάκτιες κατασκευές

2.3.4.2.1 CETO

Το ceto είναι μια επάκτια συσκευή παραγωγής ενέργειας από τη θάλασσα που τοποθετείται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Η θέση της κάτω από το νερό είναι στρατηγικής σημασίας για να είναι προστατευμένη από τις καταιγίδες και τα πολύ δυνατά κύματα. Παράγει ηλεκτρισμό με μηδενικές εκπομπές καθώς και αφαλατωμένο νερό τα οποία μεταφέρει στην ακτή. Πρόκειται στην ουσία για μια βυθισμένη σημαδούρα η οποία εμπεριέχει αντλίες και μια γεννήτρια και μοιάζει αρκετά με μεταλλικό λεμόνι που είναι δεμένο στο βυθό της θάλασσας.

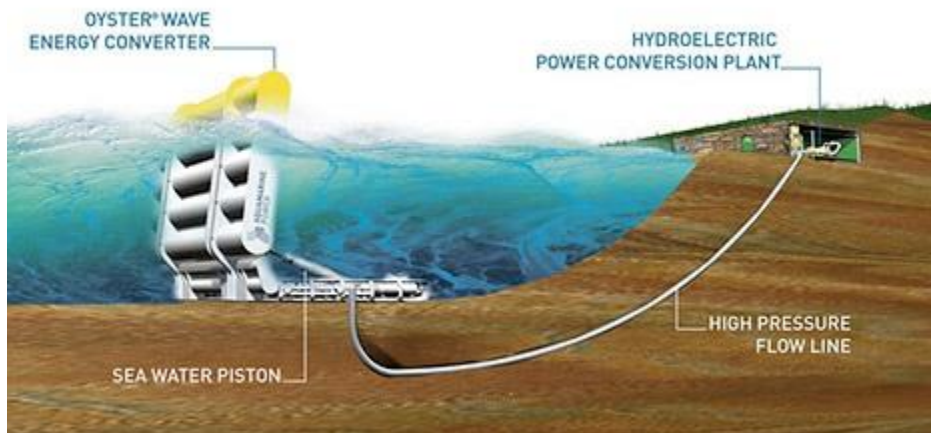


Εικόνα 40. Τεχνολογία Ceto

(Πηγή: cleantechnica.com)

2.3.4.2.2 OYSTER

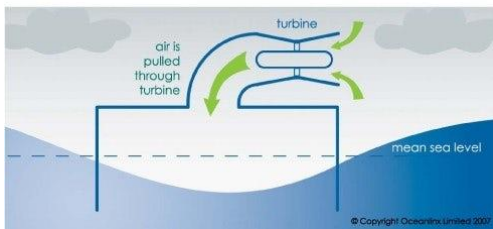
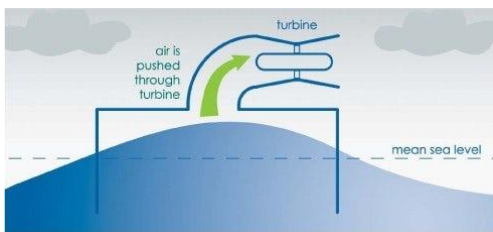
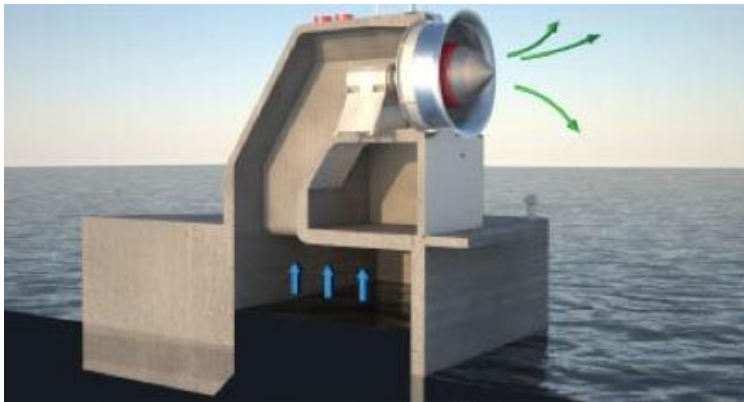
Το oyster είναι μία συσκευή παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί την κίνηση των κυμάτων για την παραγωγή ενέργειας. Πρόκειται για έναν επιμήκη μετατροπέα τερματικού τύπου, δηλαδή η λειτουργία του γίνεται παράλληλα με το μέτωπο του κύματος. Έχει την μορφή υποθαλάσσιας επίπεδης πλάκας που είναι αρθρωτά συνδεδεμένη με τον πυθμένα σε βάθος 10 με 12 μέτρα.



Εικόνα 41.Συσκευή Oyster (Πηγή: reuk.co.uk)

2.3.4.2.3 OCEANLINX

Η συσκευή αυτή, που ανήκει στις αυστραλιανή εταιρία oceanlinx limited αποσπά την ενέργεια της θάλασσας και τη μετατρέπει σε ηλεκτρισμό ή την χρησιμοποιεί για την παραγωγή αφαλατωμένου γλυκού νερού. Όταν η ενέργεια από τα κύματα περνάει μέσα από την κατασκευή, το νερό ανεβοκατεβαίνει στο θάλαμο OWC ο οποίος είναι ανοιχτός κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Με την κίνηση πάνω κάτω συμπιέζεται και μετατοπίζεται ο αέρας μέσα στο θάλαμο, οδηγώντας τον μέσα από ένα στρόβιλο, ο οποίος στεγάζεται στο στενότερο και ψηλότερο σημείο του θαλάμου. Επειδή ο θάλαμος γίνεται πιο στενός λόγω του κωνικού σχήματος που έχει, ο αέρας επιταχύνεται στη μέγιστη ταχύτητα του καθώς διέρχεται μέσα από το στρόβιλο, επιτρέποντας τη μέγιστη απόσπαση ενέργειας από τη θάλασσα. Η κίνηση ταλάντωσης του κύματος προκαλεί μια παρόμοια ταλάντωση στην ροή του αέρα μέσα στον θάλαμο και ο στρόβιλος μετατρέπει ενέργεια και στις δύο κινήσεις (πάνω και κάτω). Ο καινοτόμος στρόβιλος μετατρέπει την ενέργεια της ροής του αέρα σε μηχανική ενέργεια η οποία κινεί μια ηλεκτρική γεννήτρια.



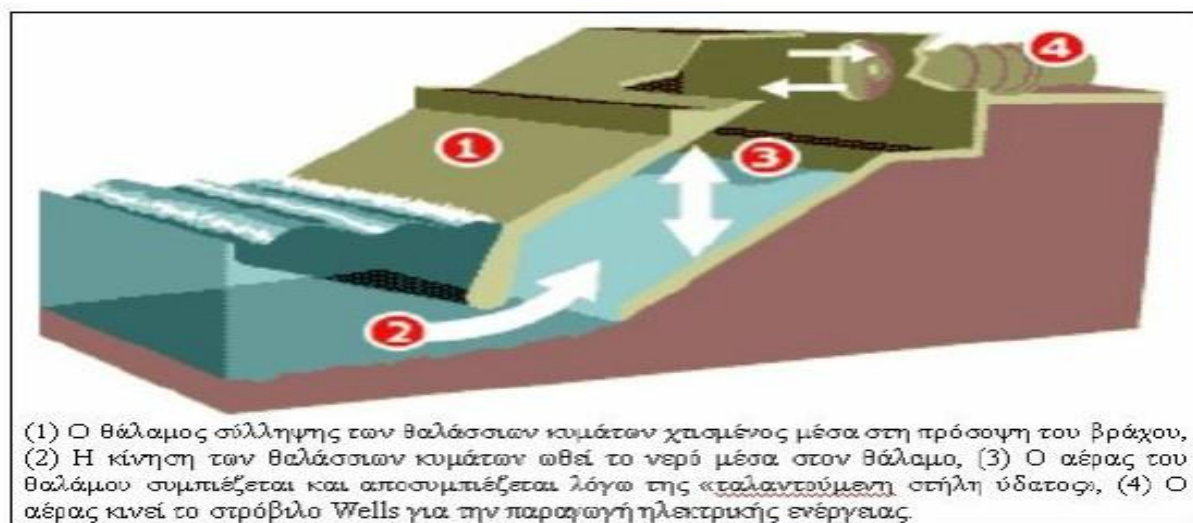
Εικόνα 42. Συσκευή Oceanlinx (Πηγή: newatlas.com)

2.3.4.3 Τεχνολογίες βασισμένες σε παράκτιες κατασκευές

Η παραγωγή ενέργειας από τα κύματα μπορεί να γίνει και μέσω των παράκτιων κατασκευών, οι λεγόμενες ταλαντευόμενες γεννήτριες υδάτινων στηλών (OWC) , οι οποίες είναι τοποθετημένες σε μέρη με κατάλληλη τοπογραφία και βράχους. Οι καλωδιώσεις τέτοιων κατασκευών έχουν σαν βάση την παράκτια περιοχή και έτσι η συντήρηση που χρειάζονται είναι πιο φτηνή. Η αρχή της λειτουργίας αυτών των τεχνολογιών είναι η εξής: Όταν το νερό του κύματος μπει στην κύρια αίθουσα της μονάδας, ο αέρας ωθείται προς τα πάνω σε μια χοάνη, η οποία περιλαμβάνει έναν αντιθέτως περιστρεφόμενο στρόβιλο ενός φρεατίου. Δεδομένου ότι το κύμα υποχωρεί, ο αέρας επιστρέφει και πάλι προς τα κάτω στην κύρια αίθουσα. Ο στρόβιλος του φρεατίου έχει προγραμματιστεί να περιστρέφεται στην ίδια κατεύθυνση ανεξαρτήτως της ροής του αέρα, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα. Οι μηχανές owc έχουν δοκιμαστεί ήδη σε διάφορους τόπους όπως η Ιαπωνία και η Νορβηγία. Το βασικό πρόβλημα μιας τέτοιας κατασκευής είναι ότι απαραίτητα πρέπει να εγκατασταθεί σε ακτές που εκτίθενται στον αέρα και τα κύματα. Γενικότερα τα owc πάσχουν από την προσπάθεια να χρησιμοποιήσουν βίαιες δυνάμεις. Το πρώτο νορβηγικό owc αποκόπηκε από το βράχο κατά της διάρκεια μιας θύελλας.

2.3.4.3.1 LIMPET (Last Installed Marine Power Energy Transmitter)

Το 1998 το Queen's University Belfast σε συνεργασία με κάποιες εταιρίες, ανέλαβαν να κατασκευάσουν μια παράκτια εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γνωστή ως Limpet, το οποίο τοποθέτησαν στην Σκωτία. Η λειτουργία του ξεκίνησε το 2000 και από εκείνη τη στιγμή και ύστερα η εγκατάσταση λειτουργεί και ελέγχεται εξ αποστάσεως ενώ παράλληλα τροφοδοτεί με ενέργεια το δίκτυο του Ηνωμένου Βασιλείου. Η συσκευή αποτελείται από 3 στήλες ύδατος, οι οποίες ταλαντώνονται μέσα σε θαλάμους από μπετόν με εσωτερικές διαστάσεις 6 μέτρα επί 6 μέτρα και με κλίση 40 μοιρών. Το πάνω μέρος των θαλάμων είναι εσωτερικά συνδεδεμένο και η μετατροπή της ενέργειας πραγματοποιείται από μόνο μία στροβιλογεννήτρια που είναι συνδεδεμένη στον μεσαίο αγωγό. Στην εγκατάσταση αυτή η κατακόρυφη παλινδρομική κίνηση των κυμάτων χρησιμοποιείται ως έμβολο που πιέζει τον αέρα ενός θαλάμου, η ροή του οποίου περιστρέφει ένα στρόβιλο.



Εικόνα 43. Τρόπος λειτουργίας της συσκευής Limpet (Πηγή: digilib.teiemt.gr)



ΕΙΚΟΝΑ 55.

Στην πρώτη φωτογραφία φαίνεται η αρχική εκσκαφή της επιλεγμένης τοποθεσίας εγκατάστασης, στη δεύτερη η κατασκευή των 3 τσιμεντένιων αεροθαλάμων, στη τρίτη η συναρμολόγηση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τον στρόβιλο Wells και τις επαγωγικές γεννήτριες και στη τέταρτη η τελική μορφή της πρόσοψης της εγκατάστασης.

Εικόνα 44 Παράκτια εγκατάσταση LIMPET (Πηγή: digilib.teiimt.gr)

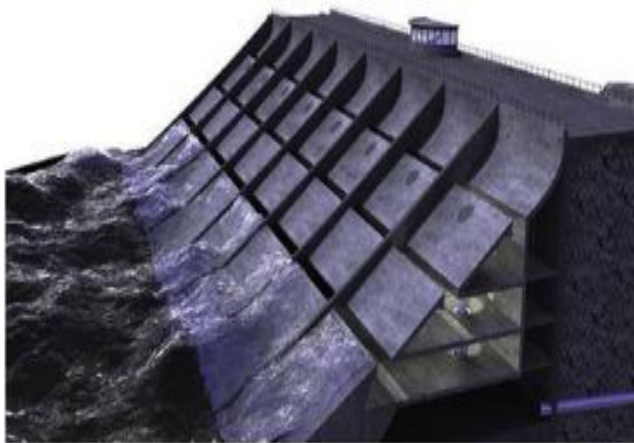
2.3.4.3.2 SSG (Seawave Slot-Cone Generator)

Το SSG είναι ένας μετατροπέας κυματικής ενέργειας που βασίζεται στην αρχή υπέρβασης των θαλάσσιων κυμάτων χρησιμοποιώντας ένα σύνολο τριών δεξαμενών τοποθετημένων η μία πάνω στην άλλη, στις οποίες θα αποθηκεύεται η ενέργεια των εισερχόμενων κυμάτων. Πρόκειται για το αντικείμενο μελέτης της νορβηγικής εταιρίας Wavenergy AS. Το νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές διέρχεται μέσα από τον πρωτοποριακό πολυτμηματικό στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση πολλαπλών δεξαμενών έχει ως αποτέλεσμα μια υψηλότερη συνολική απόδοση σε σύγκριση με τις κατασκευές μιας μόνο δεξαμενής. Το πλεονέκτημα της κατασκευής αυτής είναι ότι εκμεταλλεύεται την κυματική ενέργεια σε διάφορες δεξαμενές οι οποίες είναι η μία πάνω στην άλλη, με αποτέλεσμα την υψηλότερη υδραυλική απόδοση του συστήματος. Το SSG είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ ο άξονας του στρόβιλου και οι πύλες που ελέγχουν την ροή του νερού είναι τα μόνα κινούμενα τμήματα του μηχανικού συστήματος. Μπορεί να εφαρμοσθεί ως πλωτή ή σταθερή εγκατάσταση ανοικτής θαλάσσης ή ως εγκατάσταση ακτής ενσωματωμένη σε μια κυματοθραυστική εγκατάσταση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης και καθαρού πόσιμου νερού μέσω ώσμωσης. Πρόκειται στην ουσία για έναν οικονομικά αποδοτικό μετατροπέα καθώς η πώληση των παραπάνω παραγόμενων προϊόντων είναι αρκετά κερδοφόρα.



Εικόνα 35.

Η τομή του πολυ-τμηματικού μετατροπέα SSG.



Εικόνα 45. Μετατροπέας SSG (Πηγή: digilib.teiimt.gr)

2.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας

Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησης της ενέργειας που δημιουργείται από τα κύματα είναι αρκετά. Αρχικά, τα ρυπογόνα στοιχεία σε αυτή την περίπτωση είναι μηδαμικά αφήνοντας έτσι μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα. Η παραγωγή μπορεί να αποκεντρωθεί και να εφαρμοστεί ανεξάρτητα από τις εισαγωγές, ενισχύοντας έτσι την οικονομία της κάθε χώρας. Επίσης, μια κατασκευή η οποία χρησιμοποιεί την ενέργεια των κυμάτων μπορεί να τοποθετηθεί σε μια απομακρυσμένη περιοχή και να δώσει ζωή σε πιο απομονωμένα μέρη. Η γη που δεσμεύει μια τέτοια κατασκευή είναι πολύ μικρή μπορεί και ανύπαρκτη και δεν προκαλεί κανενός είδους οπτική ή ακουστική ενόχληση. Τέλος τα αποθέματα της πρώτης ύλης υπάρχουν σε αφθονία μιας και το υδάτινο στοιχείο καλύπτει το 75% της επιφάνειας του πλανήτη και δεν προκαλούν προβλήματα στις μετακινήσεις των ψαριών.

Μειονεκτήματα

Βέβαια από την άλλη πλευρά υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα. Η παραγωγή της ενέργειας εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων που άλλοτε προσφέρει μεγαλύτερα ποσά ενέργειας και άλλοτε λιγότερα. Η τοποθεσία που θα γίνει η εγκατάσταση μιας τέτοιας κατασκευής θα πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά καθώς μερικές από τις παραπάνω κατασκευές χρειάζονται δυνατά κύματα για να προσφέρουν μεγάλα ποσά ενέργειας ενώ οι υπόλοιπες χρειάζονται τα φαινόμενα της παλίρροιας και της άμπωτης. Τέλος απαιτούνται πολύ ανθεκτικές κατασκευές που να μπορούν να ανταπεξέλθουν στα πολύ έντονα καιρικά φαινόμενα ενώ το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά είναι πολύ μεγάλο.

2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

2.4.1 Εισαγωγή

Η παλιρροϊκή δύναμη είναι μια μορφή υδροηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιών σε χρήσιμες μορφές ενέργειας, κυρίως ηλεκτρισμό. Παρότι δεν χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως, παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες εξέλιξης και εφαρμογής. Η παλίρροια είναι πιο προβλέψιμη από την ηλιακή και αιολική ενέργεια αλλά η εξέλιξή της παραμερίστηκε λόγω του μεγάλου κόστους και της περιορισμένης διαθεσιμότητας χώρου αφού χρειάζονται μέρη με αρκετά υψηλό εύρος παλίρροιας ή ταχύτητας ροής. Πλέον αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν. Οι παλιρροϊκές δυνάμεις προέρχονται από τις ωκεάνιες παλίρροιες της γης και οφείλονται σε περιοδικές μεταβολές της βαρυτικής έλξης που ασκείται από τα ουράνια σώματα. Αυτές οι δυνάμεις δημιουργούν αντίστοιχες κινήσεις ή ρεύματα στους ωκεανούς του κόσμου. Λόγω της ισχυρής έλξης, στους ωκεανούς δημιουργείται διόγκωση της στάθμης της θάλασσας. Όταν το επίπεδο της θάλασσας αυξάνεται το νερό από τη μέση του ωκεανού αναγκάζεται να κινηθεί προς τις ακτογραμμές δημιουργώντας μια παλίρροια. Η παλιρροϊκή ενέργεια είναι η μόνη τεχνολογία που αντλεί την ενέργεια που εμπεριέχεται στα τροχιακά συστήματα Γης-Σελήνης. Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να παραχθεί ενέργεια είναι απλός. Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά απελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλους όπως τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών για την ηλεκτροπαραγωγή είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η παλιρροιακή ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη αφού καθορίζεται από τη βαρυτική αλληλεπίδραση της Σελήνης και του Ήλιου.

2.4.2 Ιστορική αναδρομή

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται εκατοντάδες χρόνια πριν αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές των ποταμών από την παλίρροια κινούνταν οι νερόμυλοι. Οι πρώτες αναφορές τοποθετούνται στον Μεσαίωνα ή ακόμη και στους ρωμαϊκούς χρόνους αλλά μόνο κατά τον 19^ο αιώνα υιοθετήθηκε η χρήση της υδατόπτωσης για την περιστροφή τουρμπινών και την παραγωγή ηλεκτρισμού, τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη.

2.4.3 Μέθοδοι παραγωγής παλιρροϊκής ενέργειας

2.4.3.1 Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος

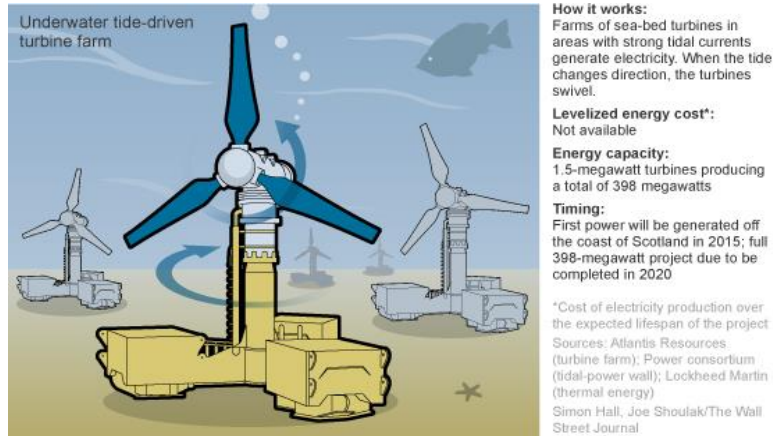
Αυτού του είδους οι γεννήτριες εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια μέσω της κίνησης του νερού, για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Τέτοιου είδους γεννήτριες μπορούν να κατασκευαστούν στις δομές των υφιστάμενων γεφυρών χωρίς να επηρεάσουν την αισθητική του μέρους. Οι γεωλογικές στενώσεις όπως τα στενά ή οι είσοδοι, μπορούν να δημιουργήσουν υψηλές ταχύτητες σε ορισμένες τοποθεσίες οι οποίες μπορεί να καταστούν εκμεταλλεύσιμες με την χρήση υδατογεννητριών. Αυτές οι υδατογεννήτριες μπορεί να είναι οριζόντιες ή κάθετες ή να οδηγούνται και τυπικά τοποθετούνται στο κάτω μέρος της στήλης του νερού. Μια παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος που συχνά αναφέρεται ως παλιρροϊκός μετατροπέας ενέργειας (TEC), είναι μια μηχανή η οποία εξάγει ενέργεια από τις κινούμενες μάζες του νερού. Ορισμένα είδη αυτών των γεννητριών λειτουργούν λίγο έως πολύ ως υποβρύχιες ανεμογεννήτριες και είχαν σχεδιαστεί αρχικά τη δεκαετία του 1970, κατά τη διάρκεια της πετρελαϊκής κρίσης. Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος αντλούν την ενέργεια από τα θαλάσσια ρεύματα με τον ίδιο τρόπο όπως οι ανεμογεννήτριες αντλούν ενέργεια από τα ρεύματα αέρα και υπάρχουν 6 βασικοί τύποι παλιρροϊκών μετατροπέων ενέργειας. Πρόκειται για τους στροβίλους οριζόντιου άξονα, κατακόρυφου άξονα, ταλαντευόμενων υδροπτερυγών, συσκευών βεντούρι, ατέρμονα κοχλία και παλιρροϊκών αετών.

Αξονικές τουρμπίνες

Οι αξονικές τουρμπίνες μοιάζουν με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους μόνο που λειτουργούν κάτω από τη θάλασσα. Μπορούν να έχουν είτε οριζόντιο είτε κάθετο άξονα.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η κατασκευή AR-1000 που αναπτύχθηκε από την εταιρία

Atlantis Resources. Πρόκειται για στρόβιλο οριζόντιου άξονα και η χρήση του γίνεται σε ανοιχτούς ωκεανούς. Διαθέτει έναν μόνο ρότορα με σταθερά πτερύγια και περιστρέφεται σε κάθε παλιρροϊκή ανταλλαγή.



Εικόνα 40. Αξονική τουρμπίνα AR-1000 (Πηγή:wsj.com)

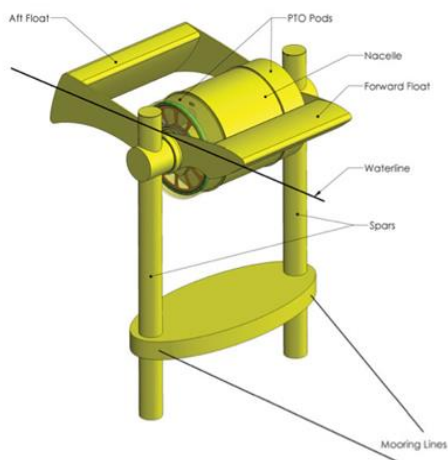
Όσον αφορά τις οριζόντιες τουρμπίνες, στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η τουρμπίνα Gorlon που έχει ελικοειδές σχήμα και χρησιμοποιείται στη Νότια Κορέα.



Εικόνα 41. Οριζόντια τουρμπίνα Gorlon (Πηγή:osti.gov)

Ταλαντευόμενων συσκευών

Οι ταλαντευόμενες συσκευές δεν διαθέτουν περιστρεφόμενο εξάρτημα. Αντί γι' αυτό, κάνουν χρήση τμημάτων της αεροτομής, τα οποία ωθούνται πλαγίως από την ροή. Παρακάτω φαίνεται η τουρμπίνα Stingray, που βρίσκεται στην Σκωτία και χρησιμοποιεί ιπτάμενα δελφίνια για να δημιουργήσει ταλάντωση, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία υδραυλικής ισχύος. Αυτή η ισχύς τροφοδοτεί έναν υδραυλικό κινητήρα, ο οποίος μετατρέπεται σε μια γεννήτρια.

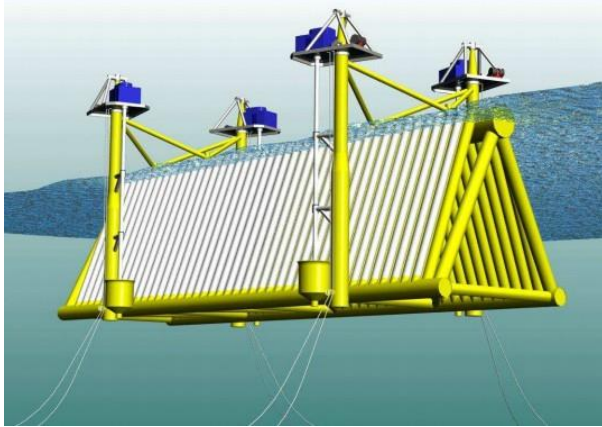


The StingRAY technology floats on the water surface and captures and converts the energy from each passing wave into electricity.

Εικόνα 42. Τουρμπίνα Stingray (Πηγή: matteroftrust.org)

Venturi

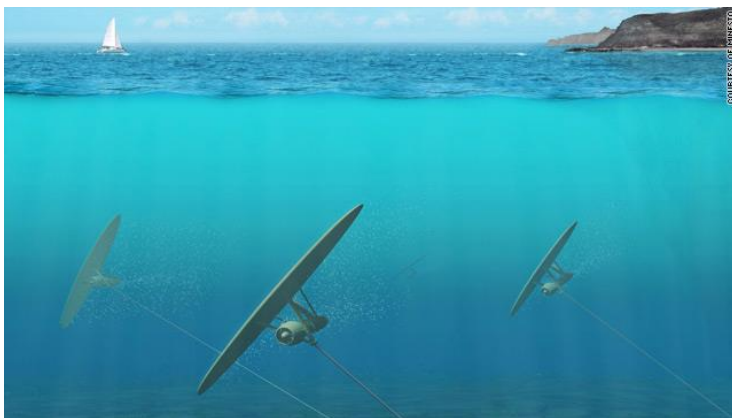
Οι συσκευές που βασίζονται στο φαινόμενο Venturi χρησιμοποιούν ένα κάλυμμα ή αγωγούς έτσι ώστε να δημιουργήσουν μια διαφορετική πίεση, η οποία χρησιμοποιείται για να τρέξει ένα δευτερεύον υδραυλικό κύκλωμα με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η κατασκευή Hydro Venturi και βρίσκεται στο San Fransisco.



Εικόνα 43. Κατασκευή Hydro Venturi (Πηγή: matteroftrust.org)

Παλιρροϊκοί αετοί

Ο παλιρροϊκός αετός είναι μια υποβρύχια συσκευή που μετατρέπει την παλιρροϊκή ενέργεια σε ηλεκτρική με την κίνηση του παλιρροϊκού ρεύματος. Το 2011 εκτιμήθηκε ότι το 1% των παγκοσμίων ενεργειακών απαιτήσεων του έτους, θα μπορούσε να παρέχεται από τέτοιες συσκευές σε ευρεία κλίμακα. Το Kite Minesto είναι ένας παλιρροϊκός αετός με άνοιγμα φτερών 8 έως 14 μέτρα. Έχει ουδέτερη πλευστότητα, οπότε δεν βυθίζεται όπως η παλίρροια γυρίζει και ρέει από την άμπωτη. Κάθε αετός είναι εξοπλισμένος με έναν στρόβιλο χωρίς γρανάζια για να δημιουργήσει ενέργεια η οποία μεταδίδεται από το καλώδιο σύνδεσης με έναν μετασχηματιστή και στη συνέχεια οδηγείται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το στόμιο της τουρμπίνας είναι προστατευμένο για την προστασία της θαλάσσιας ζωής.



Εικόνα 44. Παλιρροϊκός αετός Kite Minesto (Πηγή:renews.org)

2.4.3.2 Παλιρροϊκό φράγμα

Ένα παλιρροϊκό φράγμα είναι ένα φράγμα που μοιάζει με τη δομή που χρησιμοποιείται για να συλλάβει την ενέργεια από μάζες νερού που κινούνται μέσα και έξω από έναν κόλπο ή ποταμό. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται το ενεργειακό δυναμικό λόγω της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ υψηλών και χαμηλών παλιρροϊών. Όταν χρησιμοποιούνται τα φράγματα αυτά η δυναμική ενέργεια της παλίρροιας μπορεί να εκμεταλλευτεί. Κατά την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και της ανόδου της παλίρροιας, η προσωρινή αύξηση της παλιρροϊκής ενέργειας διοχετεύεται σε μια μεγάλη λεκάνη πίσω από το φράγμα, κρατώντας ένα μεγάλο ποσό του ενεργειακού δυναμικού. Κατά την αποχώρηση της παλίρροιας, η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε μηχανική, όπως το νερό απελευθερώνεται μέσω μεγάλων στροβίλων και δημιουργείται έτσι ηλεκτρική ενέργεια μέσω της χρήσης των γεννητριών. Τα φράγματα ουσιαστικά τοποθετούνται σε όλο το πλάτος μιας παλιρροϊκής εκβολής.

Αντί της κατασκευής φραγμάτων νερού από τη μία πλευρά, όπως ένα συμβατικό φράγμα, ένα παλιρροϊκό φράγμα, αρχικά, επιτρέπει στο νερό να ρέει σε ένα κόλπο ή ποτάμι, κατά τη διάρκεια της πλημμυρίδα, και το απελευθερώνει κατά τη διάρκεια της άμπωτης. Αυτό γίνεται με τη μέτρηση της παλιρροϊκής ροής και τον έλεγχο των πυλών του φράγματος, κατά καιρούς, που είναι το κλειδί του παλιρροϊκού κύκλου. Οι γεννήτριες στη συνέχεια τοποθετούνται σε αυτούς τους υδατοφράκτες για να συλλάβουν την ενέργεια από το νερό που ρέει μέσα και έξω. Η μέθοδος του φράγματος παλιρροιακής ενέργειας περιλαμβάνει την κατασκευή τους φράγματος σε ένα κόλπο ή ποτάμι που υπόκειται σε παλιρροϊκή ροή. Οι γεννήτριες εγκαθίστανται στον τοίχο του φράγματος για την παραγωγή ενέργειας, καθώς το νερό ρέει μέσα και έξω από τους εκβολές της λεκάνης, του κόλπου, ή του ποταμιού. Αυτά τα συστήματα είναι παρόμοια με ένα υδροηλεκτρικό φράγμα που παράγει στατική πίεση (ύψος πίεσης του νερού). Όταν η στάθμη του νερού έξω από τις λεκάνες ή τις λιμνοθάλασσες αλλάζει σε σχέση με τη στάθμη του νερού στο εσωτερικό, οι γεννήτριες είναι σε θέση να παράγουν ενέργεια. Τα βασικά στοιχεία τους φράγματος είναι τα κιβώτια, τα αναχώματα, οι υδατοφράκτες, οι τουρμπίνες, και τα πλοία κλειδιά. Οι υδατοφράκτες, οι τουρμπίνες, και τα πλοία κλειδιά στεγάζονται στα κιβώτια (πολύ μεγάλοι σιμεντόλιθοι). Τα αναχώματα σφραγίζουν τη λεκάνη, η οποία δεν σφραγίζεται από τα κιβώτια. (Πηγή:

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADES_ERGASIAS_2010-12/OI_PROOPTIKES_TWN_APE_STHN_ELLADA/59-73.pdf)



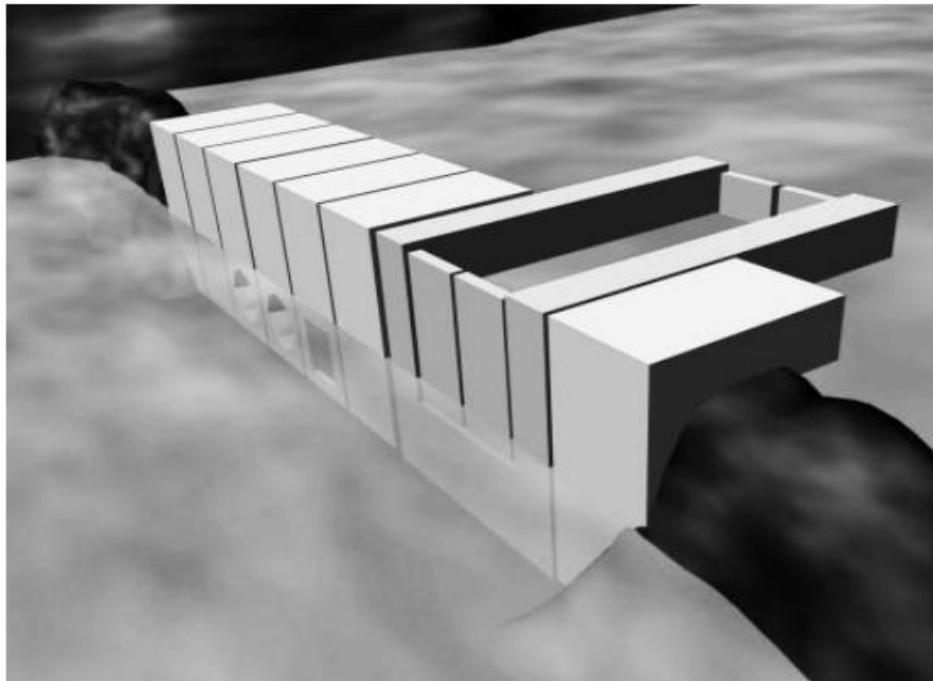
Εικόνα 45. Παλιρροϊκό φράγμα στη Γαλλία (Πηγή:οkeanis.lib.ruas.gr)

2.4.3.3 Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια

Η δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια είναι μια τεχνολογία που δεν έχει δοκιμαστεί ακόμα, παρόλα αυτά είναι πολλά υποσχόμενη. Η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί την αλληλεπίδραση μεταξύ της δυναμικής και κινητικής ενέργειας των παλιρροϊκών ρευμάτων. Προτείνονται πολύ μεγάλα φράγματα μήκους 30 έως 50km τα οποία θα κατασκευαστούν σε νοητές ευθείες με κατεύθυνση από τις ακτές, τη θάλασσα ή τον ωκεανό, χωρίς να περικλείουν μια περιοχή. Οι παλιρροϊκές διαφορές φάσης, που εισέρχονται κατά μήκος του φράγματος, οδηγούν σε μια σημαντική διαφορά της στάθμης του νερού στα ρηχά παράκτια ύδατα, που διαθέτουν ισχυρά παλιρροϊκά ρεύματα ταλάντωσης παράλληλα στην ακτή. Πιο συγκεκριμένα, απαιτεί τη δημιουργία μακρού φράγματος, με δομή κάθετη προς την ακτή, με παράλληλο εμπόδιο στην άκρη, σχηματίζοντας ένα μεγάλο σχήμα «T». Αυτό το μακρύ φράγμα - T, θα επηρεάσει την ακτή, τα παράλληλα παλιρροϊκά κύματα και την υδροδυναμική, δημιουργώντας διαφορές στάθμης του νερού στις αντίθετες πλευρές του φράγματος, που οδηγούν σε μια σειρά στροβίλων αμφίδρομης εγκατάστασης στο φράγμα.

Πηγή

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADES_ERGASIAS_2010-12/OI_PROOPTIKES_TWN_APE_STHN_ELLADA/59-73.pdf

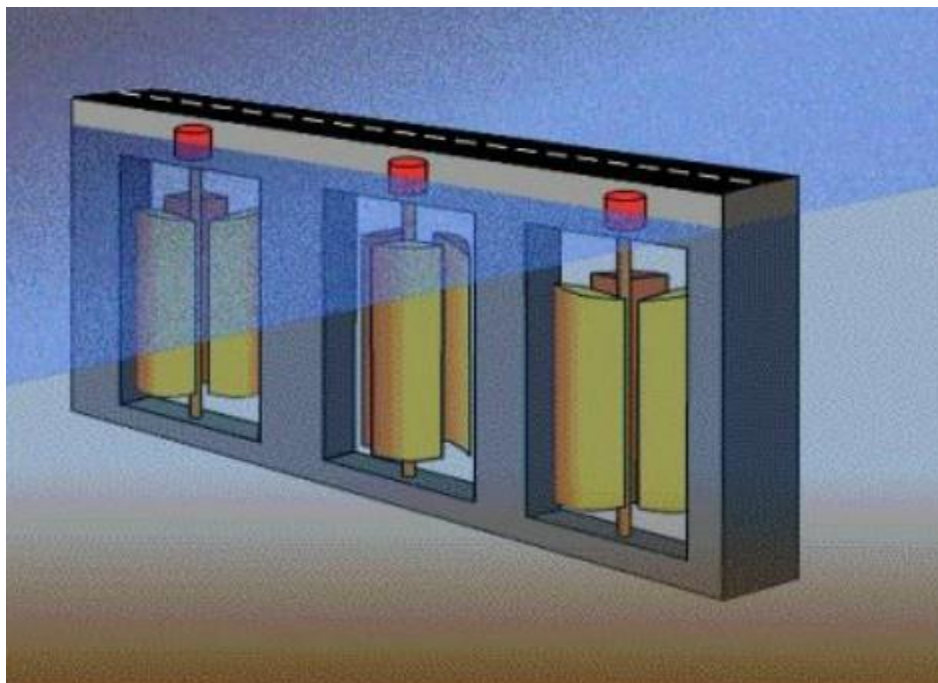


Εικόνα 46. Παλιρροϊκό φράγμα (Πηγή: oceanis.lib.puas.gr)

2.4.3.4 Παλιρροϊκή λιμνοθάλασσα

Πρόκειται για την κατασκευή κυκλικού τοίχου αντιστήριξης με ενσωματωμένες τουρμπίνες που μπορεί να συλλάβει τη δυναμική ενέργεια της παλίρροιας. Οι ταμειυτήρες που δημιουργούνται είναι παρόμοιοι με εκείνους των παλιρροϊκών φραγμάτων, εκτός του ότι η τοποθεσία είναι τεχνητή και δεν περιλαμβάνει ένα προϋπάρχον οικοσύστημα. Οι λιμνοθάλασσες μπορεί επίσης να είναι σε διπλή (ή τριπλή) μορφή, χωρίς άντληση ή με άντληση που θα μείωνε την ισχύ εξόδου. Η άντληση ενέργειας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί από την περίσσεια της ζήτησης του δίκτυο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για παράδειγμα από ανεμογεννήτριες ή ηλιακές φωτοβολταϊκές συστοιχίες. Η περίσσεια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, αντί να περιοριστεί, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και να αποθηκευτεί για μεταγενέστερη χρονική περίοδο. Οι γεωγραφικώς διεσπαρμένες παλιρροϊκές λιμνοθάλασσες, με μια χρονική καθυστέρηση ως προς την αιχμή της παραγωγής, θα μπορούσαν, επίσης, να ελαχιστοποιήσουν την αιχμή της παραγωγής, παρέχοντας ενέργεια υπό φορτίο, αλλά με υψηλότερο κόστος από ό, τι κάποιες άλλες εναλλακτικές λύσεις αποθήκευσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως η τηλεθέρμανση. (Πηγή:

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADES_ERGASIAS_2010-12/OI_PROOPTIKES_TWN_APE_STHN_ELLADA/59-73.pdf)



Εικόνα 47. Παλιρροιακοί φράκτες (Πηγή:kpe-kastor.kas.sch.gr)

2.4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της παλιρροϊκής ενέργειας

Πλεονεκτήματα

Η Ελλάδα θεωρείται ιδανική χώρα για την παραγωγή ενέργειας από τη θάλασσα καθώς έχει τεράστια ακτογραμμή (13.700 Km) η οποία είναι η μεγαλύτερη στην Ε.Ε. Το μεγαλύτερο αξιοποιήσιμο θαλάσσιο ενεργειακό δυναμικό κατέχει το Αιγαίο Πέλαγος και θα μπορούσε να καλύψει μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών. Τα οφέλη από την χρήση θαλάσσιας ενέργειας είναι πολλά. Η ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού είναι ανεξάντλητη και υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού, θα μπορούσε να καλύψει στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Η θαλάσσια ενέργεια θεωρείται προβλέψιμη και τα τεράστια ποσά ενέργειας που μπορεί να προσφέρει θα μείωναν κατακόρυφα τη χρήση ορυκτών καυσίμων τα οποία επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με ρύπους. Η οικονομία θα μπορούσε επίσης α επωφεληθεί σημαντικά καθώς ένας νέος κλάδος όπως αυτός θα δημιουργούσε χιλιάδες θέσεις εργασίας σε όλους τους τομείς (επιστημονικού προσωπικού, τεχνικού προσωπικού, κατασκευαστικού, συντήρησης, τεχνικούς παρακολούθησης λειτουργίας κτλ).

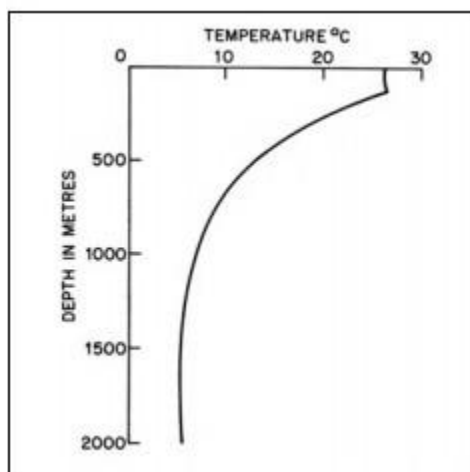
Μειονεκτήματα

Γενικότερα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνονται και οι συγκρούσεις με άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Στους άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνονται η εμπορική αλιεία, η εμπορική ναυτιλία και ναυσιπλοΐα, οι γεωτρήσεις και η εξαγωγή ορυκτών, οι δραστηριότητες του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, η Βιομηχανία Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου, μια άλλη παράκτια ή υπεράκτια ανανεώσιμη ενέργεια, η αιολική, τα λιμάνια, η αλιεία αναψυχής, η ναυσιπλοΐα αναψυχής, ο τουρισμός, τα υποθαλάσσια καλώδια και οι αγωγοί και άλλα. Επίσης οι λεπίδες που χρησιμοποιούνται στις συσκευές για την παραγωγή ενέργειας μέσω παλίρροιας, δημιουργούν πιθανότητες εμπλοκής των θαλάσσιων οργανισμών σε αυτές, οι οποίοι κινδυνεύουν να ωθούνται κοντά ή εντός των συσκευών αυτών. Επίσης, υπάρχει η πιθανότητα να δημιουργηθεί ηλεκτρομαγνητικός παλμός και ηχητικά σήματα. Κάτι τέτοιο μπορεί να επηρεάσει τους θαλάσσιους οργανισμούς. Επίσης η ακουστική ισχύς των συσκευών αυτών και τα ακουστικά σήματα μπορεί να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά. Τέλος, η εγκατάσταση ενός φράγματος μπορεί να αλλάξει την ακτογραμμή μέσα στον κόλπο ή τις εκβολές ενός ποταμού, τα οποία επηρεάζουν σε ένα μεγάλο βαθμό το οικοσύ-

στημα που εξαρτάται από τα παλιρροιακά επίπεδα. Η αναστολή της ροής του νερού μέσα και έξω από τους κόλπους και τις εκβολές των ποταμών, προκαλεί πρόσθετη θολότητα (αιωρούμενα στερεά) και λιγότερο αλμυρό νερό, που μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο των ψαριών που δρουν ως ζωτικής σημασίας πηγή τροφής για τα πτηνά και τα θηλαστικά.

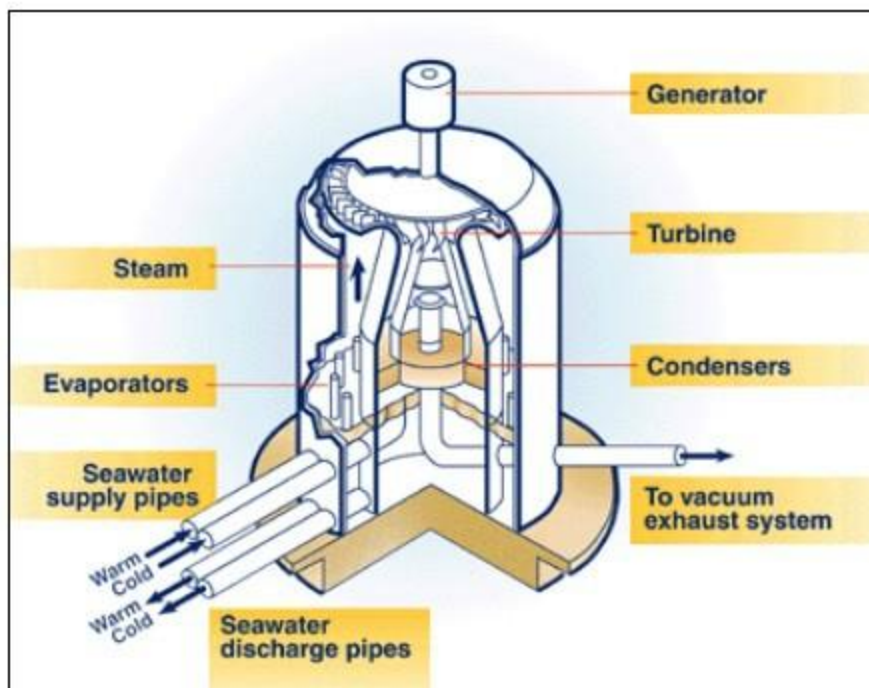
2.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ψυχρών βαθών και των θερμότερων ρηχών ή επιφανειακών υδάτων των ωκεανών χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας θερμικής μηχανής και την παραγωγή χρήσιμου έργου, που έχει συνήθως τη μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται σύστημα μετατροπής της θαλάσσιας θερμικής ενέργειας (Ocean Thermal Energy Conversion-OTEC) και παράγει ηλεκτρική ενέργεια 24 ώρες/ημέρα. Τα αποθέματα για OTEC θεωρείται ότι είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αποθέματα που υπάρχουν για άλλες μορφές ενέργειας. Η OTEC μπορεί να παρέχει ποσότητες κρύου νερού ως υποπροϊόν το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κλιματισμό και ψύξη. Από το 1881 υποστηρίχθηκε η δυνατότητα εκμετάλλευσης της διαφοράς θερμοκρασίας του νερού και μέχρι σήμερα τα σημαντικότερα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού από την θερμική ενέργεια των ωκεανών είναι στην Κούβα, στη Χαβάη, στο Βέλγιο και στο Πόρτο Ρίκο.



Εικόνα 48. Τυπική μεταβολή της θερμοκρασίας στους τροπικούς ωκεανούς (Πηγή:users.auth.gr)

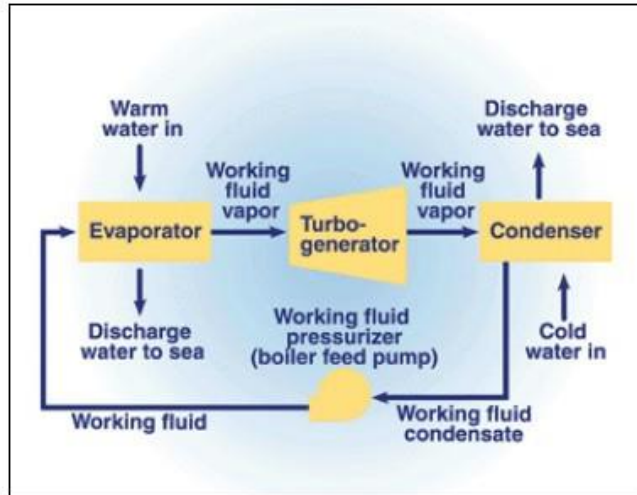
Το σύστημα μετατροπής της θερμικής ενέργειας των ωκεανών σε ηλεκτρισμό είναι μια θερμική μηχανή που αποτελείται από έναν συμπυκνωτή. Διακρίνουμε 3 τύπους συστημάτων OTEC : κλειστού κύκλου, ανοικτού κύκλου και υβριδικού κύκλου .



Εικόνα 49. Απεικόνιση ενός συστήματος εκμετάλλευσης της θερμικής ενέργειας των ωκεανών (σύστημα OTEC) (Πηγή:users.auth.gr)

Κλειστού Κύκλου

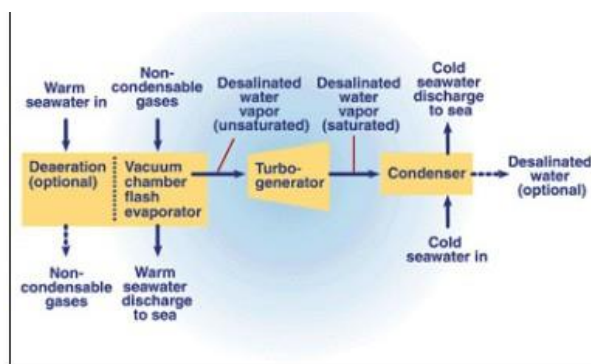
Στο σύστημα αυτό ο εξατμιστής που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας χρησιμοποιεί θερμό θαλάσσιο νερό ($24-26^{\circ}\text{C}$) για να εξατμίσει ένα υγρό όπως για παράδειγμα το προπάνιο, αμμωνία ή φρέον καθώς έχουν σημείο βρασμού πολύ μικρότερο από του νερού και ο ατμός που παράγεται κινεί το στρόβιλο, ο οποίος με τη σειρά του θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Εν συνεχεία, ο ατμός διοχετεύεται στον συμπυκνωτή που βρίσκεται επίσης κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας όπου με τη βοήθεια του ψυχρού νερού ($4,4^{\circ}\text{C}$) που αντλείται από 1000 μέτρα βάθος συμπυκνώνεται για να επαναληφθεί ο προηγούμενος κύκλος.



Εικόνα 50. Σχηματική παράσταση της λειτουργίας ενός συστήματος ΟΤΕC κλειστού κύκλου. (Πηγή:users.auth.gr)

Ανοικτού Κύκλου

Όσον αφορά τα συστήματα ανοικτού κύκλου χρησιμοποιείται το ίδιο θερμό νερό ως υγρό προς εξάτμιση και σε αυτή την περίπτωση ο ατμός προκαλεί την κίνηση ενός στροβίλου κομπλαρισμένου με ρότορα της γεννήτριας. Στην περίπτωση που ο ατμός κατά τη διαδικασία ψύξης και υγροποίησης του δεν έρθει σε επαφή με το ψυχρό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εναλλακτικούς σκοπούς με δεδομένο ότι κατά την ατμοποίηση του θερμού νερού έχει αφαιρεθεί ποσότητα άλατος που φέρει.

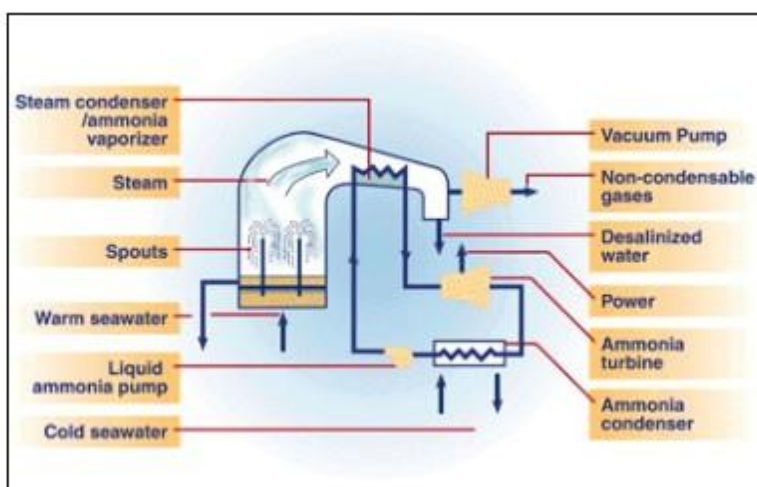


Εικόνα 51. Σχηματική παράσταση της λειτουργίας ενός συστήματος ΟΤΕC ανοικτού κύκλου

(Πηγή:users.auth.gr)

Υβριδικού Κύκλου

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



Εικόνα 52. Σχηματική παράσταση της λειτουργίας ενός συστήματος ΟΤΕC υβριδικού κύκλου

(Πηγή:users.auth.gr)

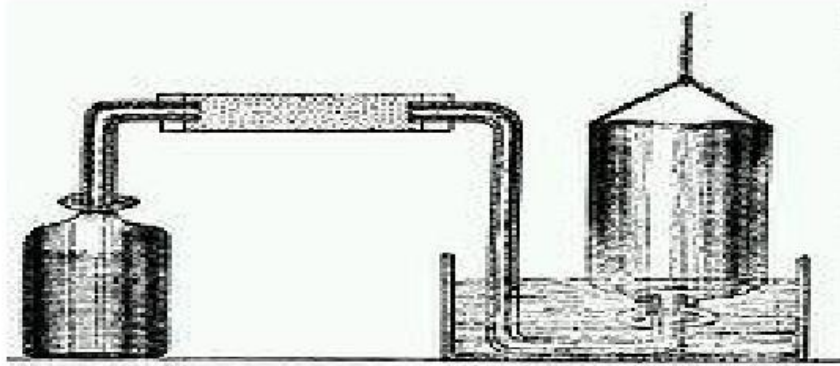
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΥΔΡΟΓΟΝΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υδρογόνο αποτελεί ένα χημικό στοιχείο που βρίσκεται στην πρώτη θέση του περιοδικού πίνακα. Συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα H και συναντάται σε χημικές ενώσεις, αφού σχηματίζει ομοιοπολικούς δεσμούς με άλλα άτομα, δηλαδή δεν συναντάται σε καθαρή μορφή αλλά σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία όπως ο άνθρακας και το οξυγόνο. Πρόκειται για το πιο άφθονο στοιχείο στο σύμπαν αποτελώντας το 90% αυτού και είναι μια πηγή ενέργειας άμεσα διαθέσιμη. Το υδρογόνο είναι φιλικό προς το περιβάλλον αφού με την καύση του παράγονται κυρίως υδρατμοί. Προσφέρει έτσι τη δυνατότητα, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, να απαλλάξει τις σημερινές κοινωνίες από την εξάρτησή τους στα ορυκτά καύσιμα. Η παραγωγή του υδρογόνου είναι ήδη ανεπτυγμένη μέχρι ένα βαθμό, αφού χρησιμοποιείται εκτενώς σε ορισμένες βιομηχανίες, όπως αυτή της παραγωγής αμμωνίας ως λίπασμα (NH_3) η οποία καταναλώνει το 50% της παραγωγής, των διυλιστηρίων πετρελαίου για την υδρογονοπυρόλυση 37% και της βιομηχανίας τροφίμων για διεργασίες όπως η υδρογόνωση ελαίων. Εκτός όμως από τις παραπάνω χρήσεις του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση κυψελών καυσίμου. Ο βασικός ενεργειακός χρήστης του υδρογόνου είναι η διαστημική βιομηχανία.

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο Henry Cavendish είναι ο πρώτος που ανακάλυψε το υδρογόνο το 1766. “Έχοντας τοποθετήσει σε ένα δοχείο ψευδάργυρο (Zn) και άλλα οξέα σε υγρή μορφή όπως υδροχλώριο (HCl) έφτιαξε ένα μείγμα στο οποίο παρατήρησε την ύπαρξη μικρών φυσαλίδων αερίου. Συνέλεξε το αέριο και αφού το ανέλυσε παρατήρησε πως τα δύο στοιχεία που αρχικά είχε τοποθετήσει δημιούργούσαν κάποιου είδους χημική ένωση την οποία όμως απέδωσε στη δομή του υδραργύρου. Παρόλα αυτά όμως ανέλυσε σωστά τις ιδιότητες του υδρογόνου χωρίς να ξέρει ότι πρόκειται γι’ αυτό.



Εικόνα 53. Διάταξη παραγωγής υδρογόνου από τον Henry Cavendish

(Πηγή : link.springer.com)

3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Το υδρογόνο δεν μπορεί να θεωρηθεί πηγή ενέργειας καθώς πρέπει πρώτα να καταναλωθεί άλλη πηγή ενέργειας προκειμένου να παραχθεί. Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή ενέργειας είναι:

- Η ηλεκτρική ενέργεια (αλκαλική ηλεκτρόλυση ,φωτοηλεκτρόλυση)
- Ανανεώσιμη και πυρηνική ενέργεια (φωτοβολταϊκή μέθοδος, βιομάζα)
- Χημική ενέργεια (αντίδραση χλωρίου και αλκαλίων)
- Ορυκτά καύσιμα

Παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης του νερού

Η ηλεκτρόλυση είναι μια διαδικασία κατά την οποία το νερό διασπάται στα βασικά του στοιχεία δηλαδή στο υδρογόνο και το οξυγόνο, ύστερα από την χορήγηση ηλεκτρικού ρεύματος. Μέσω αυτής της διαδικασίας το υδρογόνο μπορεί να παραχθεί αμέσως και δεν απαιτείται η μεταφορά του και η αποθήκευσή του για περαιτέρω επεξεργασία. Κάτι τέτοιο το καθιστά άμεσα διαθέσιμο. Προκειμένου όμως να παραχθούν μεγάλες ποσότητες υδρογόνου, είναι αναγκαίο να δαπανηθούν τεράστια ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας τη διαδικασία αντισυμβατική. Παρόλα αυτά, η χρήση ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας οδηγεί στην ανεξαρτητοποίηση της παραγωγής υδρογόνου από τα ορυκτά καύσιμα αφού πρόκειται για μια οικονομική εναλλακτική. Η διαδικασία της ηλεκτρόλυσης θα αναλυθεί με λεπτομέρεια παρακάτω.

Παραγωγή υδρογόνου από ορυκτά καύσιμα

Το 90% της παραγωγής του υδρογόνου γίνεται από ορυκτά καύσιμα. Υπάρχουν διάφορες διεργασίες που το καθιστούν εφικτό και πολλές οι πρώτες ύλες. Το βασικότερο κοινό των περισσότερων διεργασιών είναι η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. “Έτσι έχουμε :

- Παραγωγή υδρογόνου από φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο αποτελεί μια καλή επιλογή για την παραγωγή υδρογόνου γιατί είναι φιλικό προς το περιβάλλον και το 80% του αποτελείται από μεθάνιο. Το μεθάνιο χρησιμοποιείται για

την παραγωγή υδρογόνου με τις εξής διαδικασίες:

- Αναμόρφωση μεθανίου/υδρογονανθράκων με ατμό (SMR), Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία γίνεται ενδόθερμη αναμόρφωση του μεθανίου με την χρήση ατμών, παράγοντας έτσι ένα αέριο που περιέχει 88% υδρογόνο.
- Μερική οξειδωση βαρέων υδρογονανθράκων. Στην μερική οξειδωση λαμβάνει χώρα αναμόρφωση παραπροϊόντων υδρογονανθράκων όπως για παράδειγμα του μεθανίου, με την χρήση κάποιου καταλύτη. Τα παραπροϊόντα αυτά στη συνέχεια μετατρέπονται σε υδρογόνο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και νερό.
- Αυτόθερμη αναμόρφωση ATR. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται πολύ μεγάλες θερμοκρασίες γύρω στους 850 βαθμούς κελσίου. Το μεθάνιο οξειδώνεται για να παραχθεί διοξείδιο του άνθρακα και νερό και στη συνέχεια παράγεται αέριο.

- Πυρόλυση υδρογονανθράκων

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής οι υδρογονάνθρακες μετατρέπονται σε υδρογόνο χωρίς να υπάρχουν οι συνέπειες των ρυπογόνων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα. Είναι αναγκαίο η διαδικασία να γίνει σε υψηλή θερμοκρασία και αναερόβια.

- Παραγωγή υδρογόνου από άνθρακα.

Κατά την διαδικασία αυτή το υδρογόνο παράγεται μέσω της αεριοποίησης του άνθρακα. Στην ουσία ο στερεός άνθρακας καίγεται και παράγεται αέριο το οποίο περιέχει υδρογόνο.

Βιολογική παραγωγή-φωτοβολταική μέθοδος παραγωγής υδρογόνου

Η διαδικασία αυτή έχει να κάνει με την φωτοσύνθεση των φυτών. Τα βακτήρια τα οποία υπάρχουν στην χλωροφύλλη παράγουν ένα ένζυμο που ονομάζεται υδρογενάση, με την βοήθεια της ενέργειας που παίρνουν από το φως. Η παραγωγή υδρογόνου μπορεί να επιτευχθεί μέσω του ενζύμου αυτού. Η υδρογενάση παράγει υδρογόνο από το νερό μέσω της διαδικασίας της βιο-φωτόλυσης. Πρόκειται για μια διαδικασία που δεν έχει ερευνηθεί ιδιαίτερα καθώς έχει μικρή απόδοση στην παραγωγή του υδρογόνου.

Θερμοχημική διάσπαση του νερού

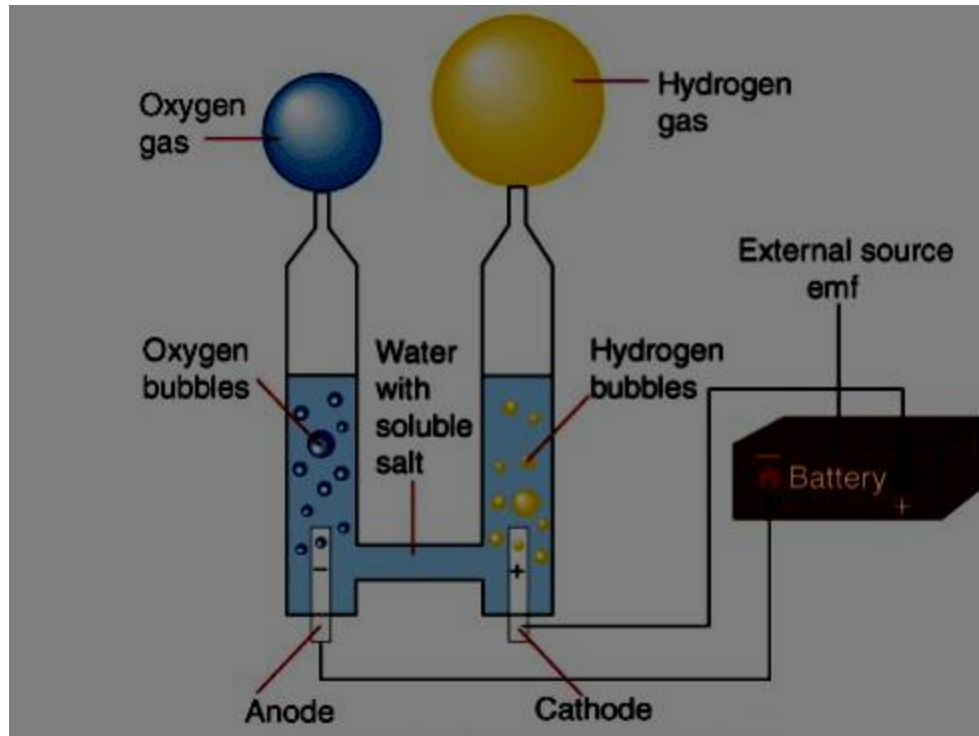
Το νερό μπορεί να διασπαστεί σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία, δηλαδή γύρω στους 3000 βαθμούς Κελσίου. Είναι μια διαδικασία όπου το νερό διασπάται στα βασικά του στοιχεία μέσω θερμικών και χημικών αντιδράσεων.

Παραγωγή υδρογόνου από την βιομάζα

Η βιομάζα όπως έχει ήδη αναφερθεί προέρχεται από προϊόντα γεωργικών, ζωικών, αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων και μέσω διάφορων χημικών, θερμικών και βιολογικών διαδικασιών μπορεί να πάρει τη μορφή βιοκαυσίμων άλλης σύστασης. Τα βιοκάσιμα χρησιμοποιούνται για να παραχθεί υδρογόνο. Η βιομάζα μπορεί να υποστεί την διαδικασία της καύσης, της ταχείας πυρόλυσης και της αεριοποίησης προκειμένου να παραχθεί υδρογόνο. Και οι 3 παραπάνω διαδικασίες αποτελούν θερμοχημικές διαδικασίες. Όσον αφορά τις βιολογικές διεργασίες για την παραγωγή υδρογόνου υπάρχουν εξίσου αρκετές τεχνικές. Μια από αυτές είναι η άμεση και έμμεση βιοφωτόλυση, η βιολογική αντίδραση μετατόπισης του υδραερίου, η φωτοζύμωση και η ζύμωση απουσία φωτός.

3.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΜΕΣΩ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σε αντίθεση με όλες τις προαναφερθείσες μεθόδους παραγωγής υδρογόνου από τα ορυκτά καύσιμα η ηλεκτρόλυση δεν απαιτεί τη χρήση αυτών. Αντιθέτως, προκαλεί το διαχωρισμό του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο με την επίδραση συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (DC). Πιο συγκεκριμένα, η πηγή συνεχούς ρεύματος συνδέεται σε δύο ηλεκτρόδια που βρίσκονται τοποθετημένα σε νερό. Στο ηλεκτρόδιο της ανόδου (-) δημιουργούνται φυσαλίδες οξυγόνου και στο ηλεκτρόδιο της καθόδου (+) φυσαλίδες υδρογόνου με ποσότητα διπλάσια από αυτή του παραγόμενου οξυγόνου. Πρόκειται για μια διαδικασία μέσω της οποίας δημιουργούνται ηλεκτροχημικές αντιδράσεις. Κάτι τέτοιο γίνεται εφικτό ύστερα από την χορήγηση ηλεκτρικού ρεύματος. Το φαινόμενο αυτό έγινε γνωστό από τον Nicholson και τον Carlisle. Το 1939 λειτούργησε η πρώτη μεγάλη μονάδα ηλεκτρόλυσης του νερού. Κατά την διάρκεια της ηλεκτρόλυσης το νερό διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο καθώς το ρεύμα διέρχεται και με την παρουσία κατάλληλων ουσιών, τους ηλεκτρολύτες. Τα θετικώς φορτισμένα ιόντα υδρογόνου, λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος μετακινούνται στην αρνητικά φορτισμένη κάθοδο, όπου δημιουργείται μια μείωση, προκειμένου να σχηματιστούν άτομα υδρογόνου. Αντιθέτως, το άλλο ηλεκτρόδιο που είναι αρνητικά φορτισμένο (άνοδος) σχηματίζει το οξυγόνο. Η ηλεκτρόλυση πραγματοποιείται κάτω από κανονικές συνθήκες πίεσεως ,με την θερμοκρασία να βρίσκεται στους 70-90 βαθμούς Κελσίου και με τάση 1,85-2,05 V.



Εικόνα 54. Αρχή λειτουργίας ηλεκτρόλυσης

Μέθοδοι ηλεκτρόλυσης του νερού

Οι μέθοδοι για την ηλεκτρόλυση του νερού είναι οι εξής :

1. Αλκαλική ηλεκτρόλυση
2. Μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίων για ηλεκτρόλυση του νερού (PEM)
3. Ηλεκτρόλυση ατμού
4. Φωτοηλεκτρόλυση

3.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Το υδρογόνο, έχοντας το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα, είναι αρκετά χρήσιμο σε διάφορους τομείς. Οι κυριότερες χρήσεις του είναι οι εξής :

1. Στην Παρασκευή αμμωνίας, μεθανίου ή μεθανόλης τα οποία με τη σειρά τους συμμετέχουν στην παραγωγή εκρηκτικών λιπασμάτων, αναψυκτικών κτλ.
2. Στην Παρασκευή υδρογονανθράκων όσον αφορά την τεχνολογία τροφίμων.
3. Στην επιστήμη της φυσικής σε τομείς που αφορούν τη μελέτη των στοιχειωδών σωματιδίων
4. Η κυριότερη χρήση του υδρογόνου αφορά καθημερινές εφαρμογές όπως για παράδειγμα ηλεκτροδότηση κτιρίων και κίνηση των μεταφορικών μέσων. Η αντικατάσταση των υποδομών άνθρακα σε υποδομές υδρογόνου γίνεται ολοένα και συχνότερη στα ανεπτυγμένα κράτη. Ενδεικτικά, η Ισλανδία, προβλέπει υποδομές πλήρως βασισμένες στο υδρογόνο μέχρι το 2030-2040 ενώ μέχρι το 2030 στόχος του Υπουργείου Οικονομίας των ΗΠΑ είναι η αντικατάσταση του 10% της ενεργειακής κατανάλωσης από ενέργεια προερχόμενη από υδρογόνο (Πηγή:sites.google.com).

3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Πλεονεκτήματα υδρογόνου

- Βρίσκεται σε αφθονία στο σύμπαν.
- Έχει το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους από οποιοδήποτε άλλο γνωστό καύσιμο (120.7 KJ/Kg) .Αυτό στην πράξη σημαίνει μεγαλύτερο περιεχόμενο κατά τρεις φορές έναντι της βενζίνης.
- Η καύση του δεν έχει ρύπους. Όταν καίγεται με το οξυγόνο παράγει μόνο νερό και θερμότητα. Σε συνδυασμό δε με την παραγωγή του μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούμε να πετύχουμε την ηλεκτρόλυση με μηδενικούς ρύπους.
- Είναι όσο ακίνδυνο όσο και τα υπόλοιπα γνωστά καύσιμα και μάλιστα λιγότερο εύφλεκτο λόγω της απουσίας αέρα.
- Μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων.

Μειονεκτήματα υδρογόνου

- Πρόβλημα αποθήκευσης. Είναι πολύ ελαφρύ και χρειάζεται μεγάλη συμπίεση.
- Ελλιπής υποδομή οργανωμένου δικτύου διανομής του.
- Μερικές μέθοδοι παραγωγής έχουν ανεπιθύμητους ρύπους (εκμετάλλευση του υδρογόνου της βιομάζας δίνει διοξείδιο του άνθρακα).
- Εξαιρετικά επικίνδυνο σε ορισμένες καταστάσεις (μπορεί να εκτοπίσει το οξυγόνο ενός χώρου).
- Αυξημένη τιμή των κυψελών του καυσίμου (εκεί δηλαδή που γίνεται η παραγωγή ενέργειας από υδρογόνο).

3.7 Διανομή υδρογόνου

Η διανομή του υδρογόνου είναι από τους βασικότερους παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη και εδραίωση της χρήσης του. Το υδρογόνο αποτελεί βασική πηγή ενέργειας παγκοσμίως και είναι αρκετά ανταγωνιστικό σε σχέση με της ήδη υπάρχουσες πηγές. Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι καθίσταται αναγκαία η κατασκευή νέων μονάδων παραγωγής υδρογόνου καθώς επίσης και δικτύων διανομής που θα επιτρέπουν την πρόσβαση σε βιομηχανικό και οικιακό επίπεδο. Όμως τεχνικά εμπόδια παρουσιάζονται λόγω απαίτησης της χρήσης του σε υγρή μορφή. Οι προσεγγίσεις για νέες υποδομές διακρίνονται σε:

- **Πολλές μονάδες μεγάλης παραγωγής συνδεδεμένες με αγωγούς.**
- **Τοπική παραγωγή σε ποσότητες αρκετές για την τοπική ζήτηση.**
- **Οικιακή παραγωγή. Ο καθένας παραγωγός της δικής του ενέργειας. Το περίσσειμα το διαθέτει σε άλλους.**

3.8 Αποθήκευση υδρογόνου

Ανεξάρτητα από το τρόπο παραγωγής του το υδρογόνο, προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα, είναι αρχικά απαραίτητη η αποθήκευσή του. Το υδρογόνο έχει την μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας ανά κιλό, αποτελώντας τον μεγαλύτερο ενεργειακό φορέα του πλανήτη. Σε συνήθεις περιβαλλοντικές συνθήκες με θερμοκρασία 25 οC και πίεση 100 kPa η αποθήκευσή του καθίσταται δύσκολη ,λόγω του μεγάλου όγκου που καταλαμβάνει. Με την υγροποίηση του επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της πυκνότητάς του, επομένως και του όγκου του. Το σημείο βρασμού του βρίσκεται στους -253 οC πράγμα που σημαίνει ότι τα ποσά ενέργειας που πρέπει να σπαταληθούν είναι μεγάλα.

Για την αποθήκευση του χρησιμοποιούνται μικρής κλίμακας αποθηκευτικά μέσα, όπως μικρές φιάλες αερίου υδρογόνου υψηλής πίεσης σε πρατήρια ώστε να ανεφοδιάζουν τα οχήματα που λειτουργούν με συμπιεσμένο αέριο ή υγρό υδρογόνο. Τέτοια μέσα είναι:

- Δεξαμενή από συμπαγή μέταλλα για αέριο υδρογόνο.
- Δεξαμενή από μέταλλο μαζί με υλικό GRP/CFK για αέριο υδρογόνο.
- Μεταλλικό δοχείο με εξωτερικό στρώμα υλικού CFK για αέριο υδρογόνο.
- Το εσωτερικό δοχείο φτιαγμένο από συμπαγές πλαστικό και εξωτερικά CFK για αέριο υδρογόνο.
- Κρυογονικές δεξαμενές για υγρό υδρογόνο.
- Προσοφνημένο σε στερεά υλικά, σαν υγρό ή αέριο, τα οποία απορροφούν το υδρογόνο σαν σφουγγάρι.
- Δεσμευμένο σαν αέριο από διάφορα μέταλλα στο κρυσταλλικό τους πλέγμα.
- Δεσμευμένο με ιοντικούς ή ομοιοπολικούς δεσμούς από διάφορες χημικές ενώσεις.
- Δεξαμενές αποθήκευσης για στερεό υδρογόνο.

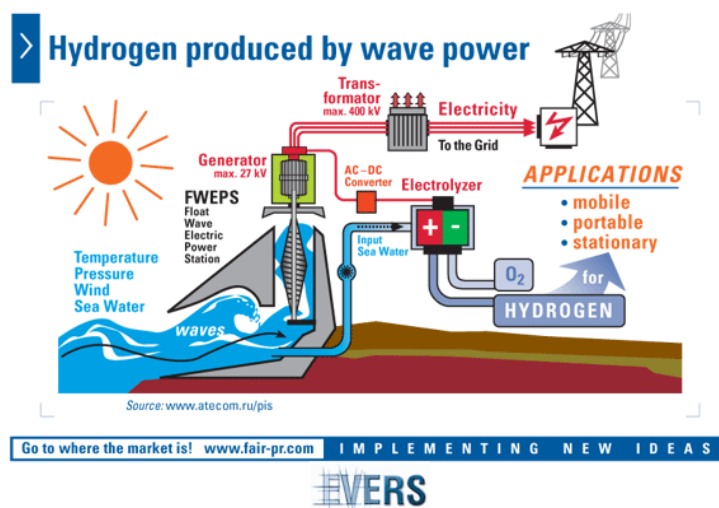
3.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Η πιο «καθαρή» και ασφαλής μέθοδος παραγωγής είναι η ηλεκτρόλυση νερού με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική και η κυματική. Τα συστήματα όπου οι κυψέλες υδρογόνου λειτουργούν σε συνεργασία με ηλεκτρολυτικές και τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χαρακτηρίζονται με τον ορισμό «οικονομία υδρογόνου». Χρησιμοποιείται στην ουσία η ηλιακή, αιολική ή κυματική ενέργεια για την δημιουργία ενός κλειστού βρόχου που δεν είναι επιβλαβής για το περιβάλλον. Σε μια τέτοια διάταξη, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια ή φυσάει δυνατός αέρας, ο ηλεκτρισμός που παράγεται μέσω της ηλιακής, αιολικής ή κυματικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την κάλυψη της ζήτησης ενώ το πλεόνασμα ενέργειας παράγει υδρογόνο με τη βοήθεια του ηλεκτρολύτη. Το υδρογόνο ύστερα αποθηκεύεται και όταν η ηλιακή, αιολική ή κυματική ενέργεια δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών, οι κυψέλες μπορούν να τεθούν σε λειτουργία και να παράξουν την απαιτούμενη ισχύ. Μια τέτοια εφαρμογή παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα καθώς παρέχουν αυξημένη απόδοση, μεγαλύτερη ευελιξία και μειωμένες εκπομπές ρύπων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

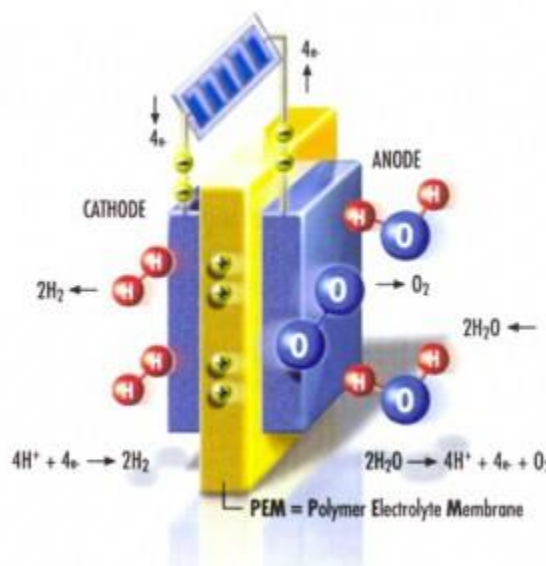
Υπάρχουν πολλές μελέτες οι οποίες περιγράφουν πιθανές εγκαταστάσεις παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας η οποία στη συνέχεια θα διοχετεύει και θα αξιοποιεί το παραγόμενο ρεύμα για την παραγωγή υδρογόνου. Όλα τα οφέλη του υδρογόνου μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της παραγωγής του από ανανεώσιμες πηγές. Έχουν ήδη μελετηθεί διάφοροι μέθοδοι για την επίτευξη της ηλεκτρόλυσης μέσω ανανεώσιμων πηγών, όπως είναι η δύναμη του ανέμου και η ηλιακή ενέργεια. Τα αποτελέσματα των μελετών έχουν ήδη γίνει αποδεκτά και αξιοποιηθεί στην πράξη, με βασικό όμως μειονέκτημα το κόστος των κατασκευών αυτών. Η χρήση της κυματικής ενέργειας για την παραγωγή ενέργειας και η διοχέτευση αυτής σε ένα σύστημα ηλεκτρόλυσης που διασπά το υδρογόνο, αποτελεί περισσότερο μια θεωρητική εφαρμογή με μόνο μια χρήση στον κόσμο. Υπάρχουν πολλές δημοσιευμένες εργασίες που υποδεικνύουν την χρήση αντίστροφης ώσμωσης για την απόκτηση υδρογόνου από το νερό της θάλασσας προϋποθέτοντας πάντα την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας από κυματικούς ή παλιρροϊκούς μετατροπείς. Το σύστημα χρησιμοποιεί την δύναμη των κυμάτων για την παραγωγή του ηλεκτρισμού, το οποίο στη συνέχεια με την χρήση PEM ηλεκτρολυτών συντελεί στην παραγωγή υδρογόνου.



Εικόνα 55. Απεικόνιση διαδικασίας παραγωγής υδρογόνου από τα κύματα

(Πηγή: www.atecom.ru/pis)

Ένας ηλεκτρολύτης τύπου PEM (Polymer Electrolyte Membrane or Proton Exchange Membrane) έχει την μορφή στην εικόνα. Το κεντρικό τμήμα του ηλεκτρολύτη είναι μια πολυμερής μεμβράνη, η οποία όταν έρθει σε επαφή με το νερό έχει την ιδιότητα να αφήνει ελεύθερα την διέλευση διαμέσου της ιόντων υδρογόνου πρωτονίων, ενώ αποκλείει την διέλευση των αρνητικών φορτισμένων ιόντων. Η μεμβράνη αυτή είναι καλυμμένη με δυο χημικούς καταλύτες πλατίνας (Pt) σε κάθε πλευρά της. Όταν μια συνεχής τάση μεγαλύτερη από την τάση ηλεκτρόλυσης του νερού εφαρμοστεί στα ηλεκτρόδια του ηλεκτρολύτη ο οποίος έχει έρθει σε επαφή με το νερό τότε αυτός διασπάει το νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο. Πιο συγκεκριμένα στην άνοδο του ηλεκτρολύτη το νερό οξειδώνεται, ελευθερώνοντας μοριακό οξυγόνο, πρωτόνια (H^+ ιόντα) και ελεύθερα ηλεκτρόνια. Καθώς το αέριο οξυγόνο μαζεύεται στην άνοδο, τα πρωτόνια (κίτρινα +) μετακινούνται μέσω της μεμβράνης στην κάθοδο όπου εκεί λαμβάνοντας τα απαιτούμενα ηλεκτρόνια μετατρέπονται σε αέριο υδρογόνο.)

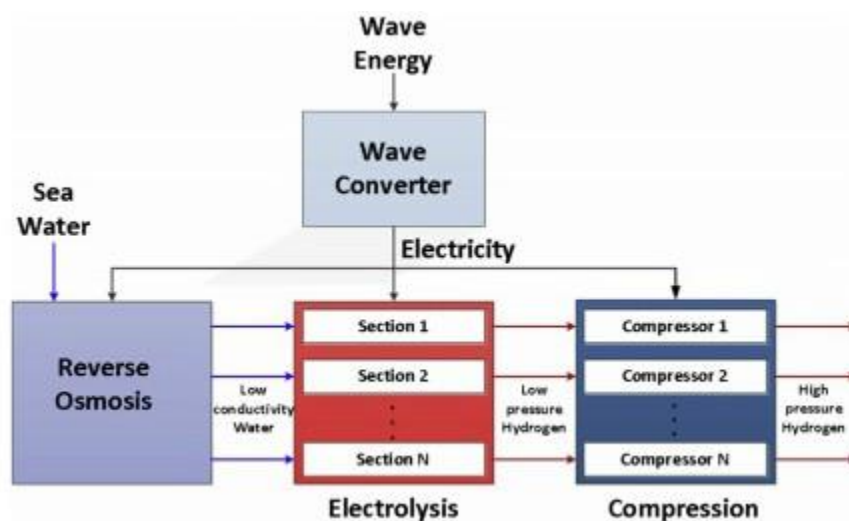


Εικόνα 56. Ηλεκτρολύτης PEM

(Πηγή: phys-exp.physics.uoi.gr)

Το νερό το οποίο απαιτείται προέρχεται από τη θάλασσα μέσω τεχνολογιών μεμβράνης υδρογόνου και αντίστροφης ώσμωσης. Η μεμβράνη είναι μια περατή ή ημιπερατή φάση, συχνά ένα λεπτό πολυμερές ή άλλης φύσης υλικό το οποίο περιορίζει την κίνηση ορισμένων συστατικών. Διακρίνεται στην ανόργανη μεμβράνη και μικροπορώδη. Οι ανόργανες χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό αέριων μιγμάτων και μάλιστα στα συστατικά μικρού μοριακού βάρους.

Στην κατασκευή βρίσκεται ενσωματωμένο ένα προσωρινό σύστημα αποθήκευσης το οποίο αποτελείται από μπαταρίες οι οποίες μετριάζουν και κρατούν σε ισορροπία την παραγωγή και ζήτηση. Στη συνέχεια το υδρογόνο μεταφέρεται για τελική χρήση μέσω καραβιών ύστερα από την συμπίεσή του. Το διάγραμμα 1 δείχνει τους 4 βασικούς άξονες της διαδικασίας. Αρχικά λαμβάνει χώρα η ενεργειακή μετατροπή και στη συνέχεια η αντίστροφη ώσμωση. Ακολουθεί η ηλεκτρόλυση και τέλος η συμπίεση του παραγόμενου υδρογόνου.



Εικόνα 57. Στάδια παραγωγής υδρογόνου από κυματική ενέργεια (Πηγή: www.h2oceanproject.eu)

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

Η ηλεκτρόλυση είναι μια τεχνική που μπορεί να λειτουργήσει περιοδικά και να παράγει μεγάλες ποσότητες υδρογόνου αποφεύγοντας την εκπομπή αερίων που δυσχεραίνουν το περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αυτή η έρευνα αφορά τους PEM ηλεκτρολύτες οι οποίοι εμφανίζουν πλεονεκτήματα όσον αφορά της ασφάλεια σε σχέση με άλλες μεθόδους παραγωγής υδρογόνου.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΡΟΥ

Η χρήση των PEM ηλεκτρολυτών προϋποθέτει την χρήση χαμηλής περιεκτικότητας ιονικό νερό για μέγιστη απόδοση. Η αντίστροφη ώσμωση έχει επιλεγεί ως η καλύτερη από τις υπάρχουσες μεθόδους αφαλάτωσης, καθώς έχει ήδη δοκιμαστεί σε διάφορες θαλάσσιες κατασκευές έχει αποδείξει ότι μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορες απαιτήσεις ροής και αγωγιμότητας. Το νερό της αντίστροφης ώσμωσης βασίζεται στη μεταφορά νερού μέσω μιας μεμβράνης .

4.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΣΚΩΤΙΑ-SURF N' TURF

Το Surf 'n' Turf αποτελεί ένα πρότζεκτ ανανεώσιμης ενέργειας-το μοναδικό στον κόσμο- που αφορά την παραγωγή υδρογόνου από τη δύναμη του ανέμου, των κυμάτων και της παλίρροιας και διεξάγεται στα νησιά Orkney της Σκωτίας. Τα Orkneys είναι μια ομάδα νησιών στα νότια της Σκωτίας με πολύ μεγάλα αποθέματα ενέργειας. Οι άνεμοι, τα κύματα και οι παλίρροιες είναι φαινόμενα που στο συγκεκριμένο μέρος έχουν μεγάλη ισχύ παραγωγής ολόκληρο το έτος. Η ενέργεια που παράγεται είναι μεγαλύτερη από τις ανάγκες του πληθυσμού και οι εκπομπές άνθρακα είναι μηδενικές. Υπάρχουν φορές που η παραγόμενη ενέργεια είναι τόσο μεγάλη που τα καλώδια που επιτρέπουν την εξαγωγή της ενέργειας φτάνουν στο μέγιστο της λειτουργίας τους. Γι' αυτό το λόγο η παραγωγή μερικές φορές σε τέτοιες περιπτώσεις σταματά και οι τουρμπίνες κλείνουν. Έτσι η ενέργεια δεν εξάγεται κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας περίπτωσης, η οποία ονομάζεται περικοπή.

Στο νησί Eday το οποίο έχει 150 κατοίκους βρίσκεται μία τουρμπίνα ισχύος 900kw. Σε αυτό το μέρος συνδυάζεται η δύναμη του ανέμου και των παλιρροιών και υπάρχουν εξοπλισμοί μετατροπής της ενέργειας σε υδρογόνο και αποθήκευσης του. Στο Eday έχουν ήδη δημιουργηθεί συστήματα διαχείρισης της χρήσεως του υδρογόνου καθώς και εκπαιδευτικά σεμινάρια για την εισαγωγή στον τομέα του υδρογόνου. Το παραγόμενο υδρογόνο ταξιδεύει μέσω καραβιών από το Eday στο Kirkwall.



Εικόνα 58. Σύστημα παραγωγής υδρογόνου στη νήσο Eday (Πηγή: www.surfnurf.org.uk)



Εικόνα 59. Εναπόθεση υδρογόνου στο Kirkwall (Πηγή : www.surfnturf.org.uk)

Κατά τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης το οξυγόνο που διασπάται διοχετεύεται ξανά στην ατμόσφαιρα ενώ το υδρογόνο αποθηκεύεται προσωρινά για την μεταφορά του στο Kirkwall. Οι ηλεκτρολύτες που χρησιμοποιούνται είναι τύπου PEM λόγω της ικανότητάς τους να προσαρμόζονται σε διάφορες ροές της ενέργειας. Οι ηλεκτρολύτες είναι περίπου 500kw και μπορούν να παράγουν περισσότερα από 220kg υδρογόνου σε 24 ώρες, με συνολική χωρητικότητα συστήματος περίπου 500 kg.



Εικόνα 60. PEM ηλεκτρολύτες στο εσωτερικό ειδικού container (Πηγή: www.surfnturf.org.uk)



Εικόνα 61. Δέσμη ηλεκτρολυτών (Πηγή : www.surfnturf.org.uk)



Εικόνα 62. Σύστημα παραγωγής υδρογόνου και τρόπος μεταφορά του (Πηγή: www.surfnturf.org.uk)

Παράλληλα, χρησιμοποιείται η ικανότητα του υδρογόνου να παράγει ηλεκτρισμό κατά την μίξη του με το οξυγόνο προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων στην περιοχή του λιμανιού καθώς και των φεριμπότ του νησιού.

Η παραγωγή της πρώτης ποσότητας υδρογόνου από παλιρροϊκή ενέργεια ξεκίνησε τον Αύγουστο του 2017 ενώ το πρόζεκτ Surf 'nTurf ανακοινώθηκε επίσημα το Σεπτέμβριο του 2017.



Εικόνα 63. Ο Παλιρροϊκός μετατροπέας SR2000 που χρησιμοποιείται στο Orkney για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

(Πηγή: <http://www.bbc.com>)



Εικόνα 64. Σύστημα ηλεκτρόλυσης και απόσπασης υδρογόνου

(Πηγή: www.bbc.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής ασχοληθήκαμε σε πρώτη φάση με τη θεωρητική προσέγγιση της παραγωγής υδρογόνου μέσω της ενέργειας που παράγεται από τη θάλασσα. Αναλύσαμε με λεπτομέρεια τις διάφορες εφαρμογές που αντλούν την ενέργεια από τον κυματισμό της θάλασσας αλλά και από τις παλιρροϊκές διακυμάνσεις καθώς και την διοχέτευση του παραγόμενου ηλεκτρισμού σε ένα σύστημα ηλεκτρόλυσης που διαχωρίζει και αποσπά το υδρογόνο από το νερό και το αποθηκεύει για να αξιοποιηθεί καταλλήλως. Σε δεύτερη φάση θα ασχοληθούμε με την σχεδίαση μιας πειραματικής διάταξης που θα αξιοποιεί την ενέργεια που θα παράγεται τον κυματισμό του νερού σε μια δεξαμενή νερού και θα αποτελέσει το πρώτο μέρος της πειραματικής μας προσέγγισης. Ο κυματισμός αυτός θα επιτυγχάνεται χειροκίνητα. Στο δεύτερο μέρος του πειράματος ο παραγόμενος ηλεκτρισμός θα διοχετεύεται σε μια δεξαμενή ηλεκτρόλυσης που θα διαχωρίζει το υδρογόνο από το οξυγόνο. Το δεύτερο μέρος είναι και αυτό που θα υλοποιηθεί με μιας μικρής κλίμακας κατασκευή που δημιουργήσαμε στα πλαίσια της πτυχιακής από υλικά καθημερινής χρήσεως. Σκοπός μας είναι η επισήμανση της ευκολίας κατασκευής μιας τέτοιας συσκευής και την άμεση παροχή υδρογόνου που προσφέρει.

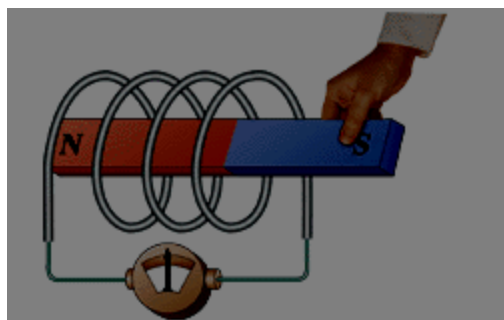
5.2 Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ενός πηνίου- Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (Α' μέρος)

Το φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1831 από δύο επιστήμονες άγνωστους μεταξύ τους .Ο λόγος γίνεται για τον μεγαλύτερο πειραματικό Άγγλο φυσικό στη ιστορία της επιστήμης Michael Faraday και τον πρώτο μεγάλο Αμερικάνο φυσικό του νεοσύστατου τότε κράτους Joseph Henry. Και οι δυο τους παιδιά της εργατικής τάξης. Ο γιος του Άγγλου σιδερά από το Surrey και ο έξι χρόνια μικρότερος του γιος εργάτη από το Albany της Νέας Υόρκης κατάφεραν παρά τις κοινωνικές ανισότητες να γίνουν λαμπροί επιστήμονες. Κατά τη μεταβολή λοιπόν της μαγνητικής ροής που διερχόταν μέσα σε κύκλωμα παρατήρησαν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η ανακάλυψη έφερε σημαντική πρόοδο, όχι μόνο στην επιστήμη της Φυσικής αλλά και στη ανθρωπότητα. Φθάνει να αναφέρουμε ότι η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος για οικιακή και βιομηχανική χρήση στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Νόμος ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Νόμος του Faraday)

Σε ένα πηνίο με πολλές σπείρες και τα άκρα του ενωμένα με ένα γαλβανόμετρο εάν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη παρατηρούμε τα εξής:

1. Με την κίνηση του μαγνήτη μέσα στο πηνίο το γαλβανόμετρο διαχέεται από ρεύμα, του οποίου η τιμή είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο η ταχύτητα του μαγνήτη μέσα σε αυτό.
2. Το γαλβανόμετρο δείχνει μηδέν όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος σε οποιαδήποτε θέση.
3. Όταν απομακρύνουμε το μαγνήτη από το πηνίο το γαλβανόμετρο διαχέεται από ρεύμα αντίθετης φοράς, από εκείνο της εισόδου του.



Εικόνα 65. Φαινόμενο ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Πηγή : users.sch.gr)

Η μετακίνηση της γαλβανομετρικής βελόνας “προδίδει”, σύμφωνα με τη φυσική, δίοδο ηλεκτρικού ρεύματος. Σύμφωνα επίσης με τη φυσική για να έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα σε κάποιο αγώγιμο κύκλωμα προ απαιτείται ηλεκτρεγερτική δύναμη. Κάθε λοιπόν σπείρα του πηνίου συμπεραίνουμε πως μετατρέπεται σε πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης.

Κυματική διέγερση συστήματος

Αντικαθιστώντας στο σύστημα μαγνήτης-πηνίο τη κινητική ενέργεια που προσφέρουμε στο μαγνήτη με εκείνη της άνωσης που θα προκαλούν τα κατά συρροή κύματα τα οποία θα προσκρούουν σε ένα επιπλέον σώμα στο οποίο θα είναι εγκατεστημένος ο μαγνήτης του συστήματός, θα έχουμε αυτόματη μετακίνηση του, μέσα και έξω σε σταθερό πηνίο τοποθετημένο πάνω από αυτόν.

Αποτέλεσμα αυτού θα είναι η ατέρμονη και ανανεώσιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Δεδομένης της παρατήρησης πως στο σύστημα μαγνήτης-πηνίο, η ταχύτητα εισόδου/εξόδου του μαγνήτη στο πηνίο παίζει καθοριστικό ρόλο για της τιμές παράγωγης ηλεκτρικού ρεύματος. Στη περίπτωση της κυματικής διέγερσης του συστήματος θα ήταν πιο αποδοτικά κύματα μικρότερης περιόδου. Δηλαδή ανεμογενή κατά προτίμηση με συνήθεις τιμές (5-15sec), σε σύγκριση με παλιρροϊκά ή Tsunami με πολύ μεγάλες περιόδους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την πιο συχνή και πιο σύντομη μετακίνηση του έτσι ώστε να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

5.3 Παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης του νερού (B' μέρος)

Το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης έχει αναλυθεί σε προηγούμενο Κεφάλαιο. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί η εκτέλεση της πειραματικής προσέγγισης της παραγωγής υδρογόνου με απλά καθημερινά υλικά. Εφόσον θα ασχοληθούμε με το δεύτερο κομμάτι της πειραματικής εφαρμογής, η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια θα αποδοθεί στο σύστημα από μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ

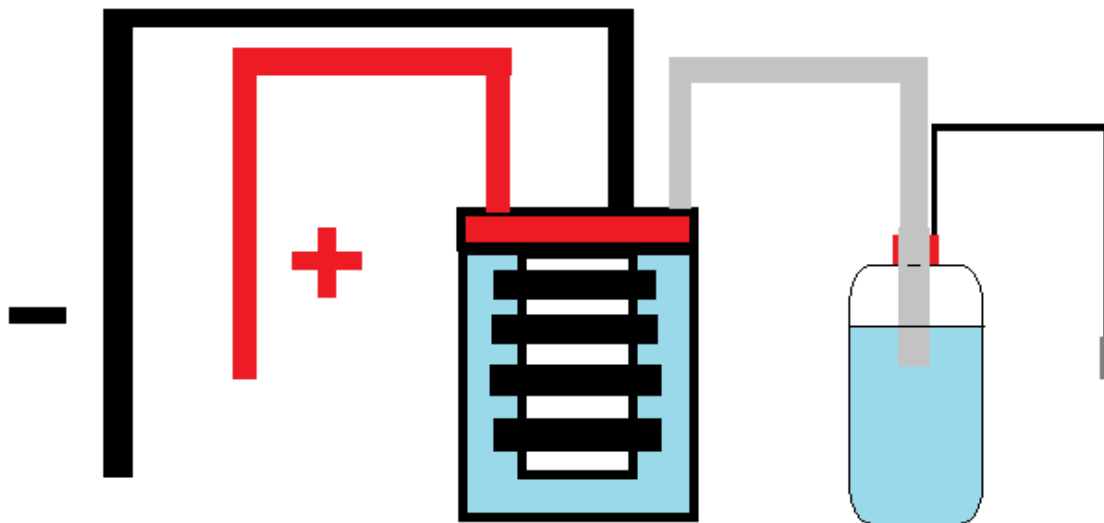
Υλικά που χρησιμοποιήσαμε :

- 1 πλαστικό μπουκάλι
- 10 ξυραφάκια (ζυγός αριθμός)
- Γυάλινο βάζο
- Πιστόλι θερμοκόλλησης
- Χάρακας
- Υαλόχαρτο
- Αλάτι (καταλύτης)
- Καλώδια
- Γεννήτρια
- Μαχαίρι
- Καλάι
- Κοπίδι
- Συσκευή ορού

ΕΚΤΕΛΕΣΗ (ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ)

Αφού έχουμε συγκεντρώσει τα απαιτούμενα υλικά που περιγράφονται παραπάνω, ξεκινάμε προετοιμάζοντας τους καταλύτες τους οποίους θα χρησιμοποιήσουμε. Ως καταλύτες χρησιμοποιούμε 10 ξυραφάκια (ζυγός αριθμός) τα οποία είναι αγωγίμα, άρα διαρρέονται από ρεύμα. Όσο περισσότερες ανοξειδωτες επιφάνειες τόσο μεγαλύτερα είναι τα επίπεδα της ηλεκτρόλυσης. Επομένως θα είναι μεγαλύτερη και η απόδοση της παραγωγής υδρογόνου. Αρχικά ακονίζουμε με ένα υαλόχαρτο τις άκρες των ξυραφιών για να αποφύγουμε τον κίνδυνο τραυματισμού. Τα ξυραφάκια πρέπει να τοποθετηθούν σε σειρά και σε συγκεκριμένες μεταξύ τους αποστάσεις. Γι' αυτό το σκοπό θα χρησιμοποιήσουμε ένα χάρακα. Αφού ακονίσουμε και δημιουργήσουμε οπές σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις πάνω στο χάρακα, συνεχίζουμε περνώντας ένα, ένα τα ξυραφάκια και τοποθετώντας τα στις οπές που δημιουργήσαμε. Τα ξυραφάκια θα πρέπει να βρίσκονται στην ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση, αλλά να μην ακουμπούν μεταξύ τους. Προκειμένου να σταθεροποιηθούν και να αποφύγουμε τον κίνδυνο μετατόπισης, τοποθετούμε μικρή ποσότητα ζεστής κόλλας στα σημεία των οπών. Έτσι, τα ξυραφάκια θα παραμείνουν σταθερά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Στην συνέχεια απογυμνώνουμε τις άκρες των καλωδίων που θα χρησιμοποιήσουμε και τις κολλάμε με ειδικό συγκολλητή (καλάι) στις άκρες των ξυραφιών με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να δημιουργήσουμε 2 διαφορετικούς πόλους (θετικό-αρνητικό). Στην συνέχεια ανοίγουμε στο καπάκι του γυάλινου βάζου 2 μικρές τρύπες από τις οποίες θα περνάνε τα 2 καλώδια του κυκλώματος και το καλώδιο της συσκευής ορού. Η συσκευή ορού είναι ιδανική για να διοχετευτεί το παραγόμενο υδρογόνο. Αφού έχουμε ανοίξει τις κατάλληλες οπές, κολλάμε με την ειδική κόλλα το σώμα του χάρακα με τον καταλύτη στο καπάκι, περνώντας από τις αντίστοιχες οπές τα καλώδια που πρέπει. Ρίχνουμε νερό και αλάτι στο βάζο και κλείνουμε το καπάκι. Η συσκευή ηλεκτρόλυσης είναι έτοιμη. Σε αυτό το σημείο προετοιμάζουμε το πλαστικό μπουκάλι στο οποίο θα διοχετευτεί το παραγόμενο υδρογόνο. Ο λόγος της χρήσης δεύτερου δοχείου για την διοχέτευση του υδρογόνου είναι για λόγους ασφαλείας και αποφυγής ατυχήματος. Ανοίγουμε μια οπή στο σημείο που θα εισέλθει το καλώδιο του υδρογόνου και θα διοχετεύεται στο νερό και άλλη μια από την οποία θα εξέρχεται το καθαρό υδρογόνο το οποίο θα παραχθεί στο τέλος μια μικρή φλόγα. Εν συνεχεία αφού έχουμε περάσει τα καλώδια, μονώνουμε με την ειδική θερμική κόλλα. Τέλος συνδέουμε τα καλώδια με την γεννήτρια. Σιγά – σιγά παρατηρούμε ότι το νερό που βρίσκεται ο καταλύτης έχει γίνει πράσινο, ενώ το διπλανό μπουκάλι στο οποίο διοχετεύουμε το υδρογόνο, αρχίζει να βγάζει μπουρμπουλήθρες. Η ύπαρξη των μπουρμπουλήθρων είναι ένδειξη της παραγωγής του υδρογόνου το οποίο ανεβαίνει στην επιφάνεια του πλαστικού μπουκαλιού μέσω αυτών. Το δεύτερο καλώδιο διοχετεύει το παραγόμενο υδρογόνο στη βελόνα

που υπάρχει στην συσκευή ορού που χρησιμοποιήσαμε. Ανάβοντας με έναν αναπτήρα παρατηρούμε την ύπαρξη φλόγας .



Εικόνα 66. Σκίτσο κατασκευής

ΕΚΤΕΛΕΣΗ (ΒΗΜΑ-ΒΗΜΑ ΜΕ ΕΙΚΟΝΕΣ)

Εκτέλεση βήμα-βήμα με εικόνες

ΒΗΜΑ 1

Αρχικά συγκεντρώνουμε τα απαιτούμενα υλικά .



ΒΗΜΑ 2

Με το γυαλόχαρτο ακονίζουμε τις κοφτερές άκρες από τα ξυραφάκια έως ότου γίνουν λείες για λόγους ασφαλείας



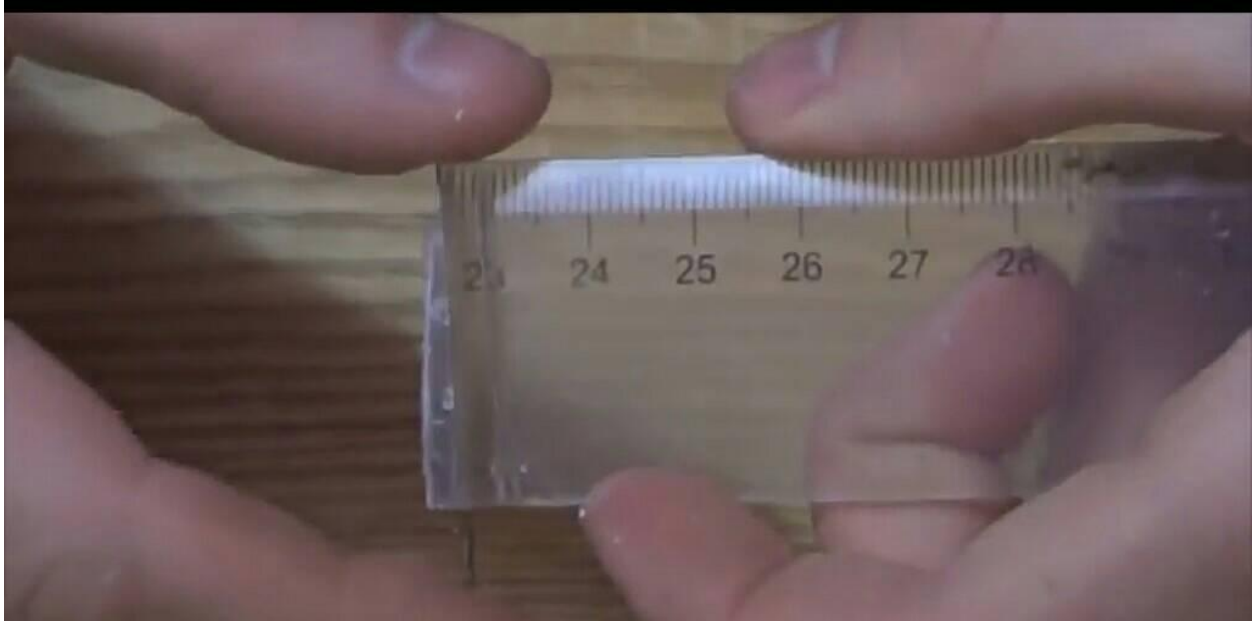
ΒΗΜΑ 3

Στην συνέχεια με ένα μαχαίρι χαράσσουμε το χάρακα στα σημεία που θα τοποθετηθούν τα ξυραφάκια



ΒΗΜΑ 4

Αφού έχουμε χαράξει το χάρακα στα σημεία που θα τοποθετηθούν τα ξυραφάκια, σε συγκεκριμένες μεταξύ τους αποστάσεις, τοποθετούμε τα ξυραφάκια.



ΒΗΜΑ 5

Τοποθετούμε τα ξυραφάκια σε σειρά έτσι ώστε να διαρρέει το μέγιστο ηλεκτρικό ρεύμα από τις επαφές των ηλεκτροδίων που θα τοποθετηθούν παρακάτω. Στις αποστάσεις μεταξύ των ξυραφιών τοποθετούμε υγρή κόλλα σιλικόνης με το ειδικό ηλεκτρικό πιστόλι προκειμένου να σταθεροποιηθούν.



ΒΗΜΑ 6

Ύστερα αφαιρούμε τις άκρες από τα καλώδια.



ΒΗΜΑ 7

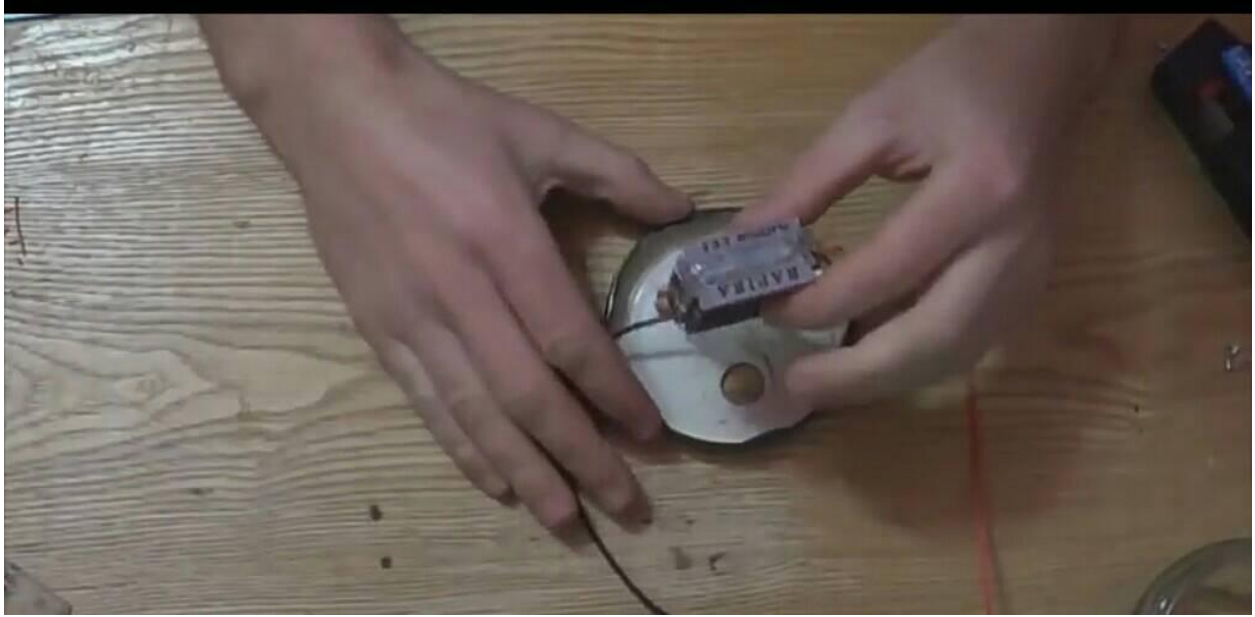
Σε αυτό το σημείο συνδέουμε με καλάνι κόλλησης τις άκρες των καλωδίων με τα ξυραφάκια σε σειρά όπως αναφέρθηκε έτσι ώστε να δημιουργηθεί κύκλωμα.

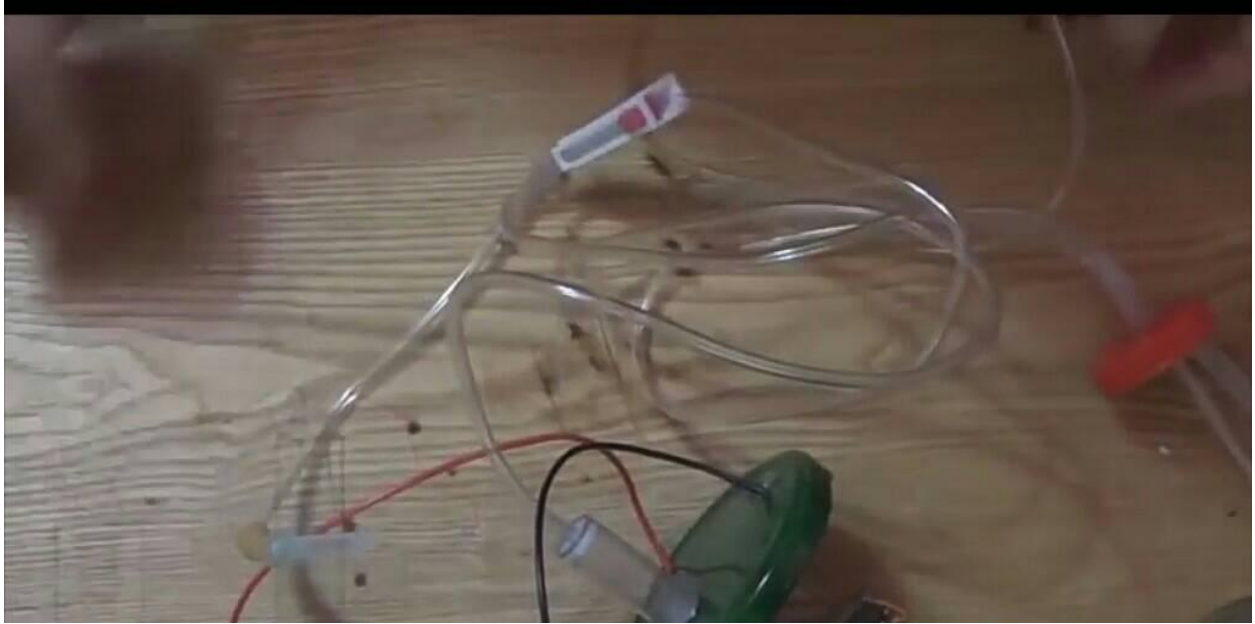
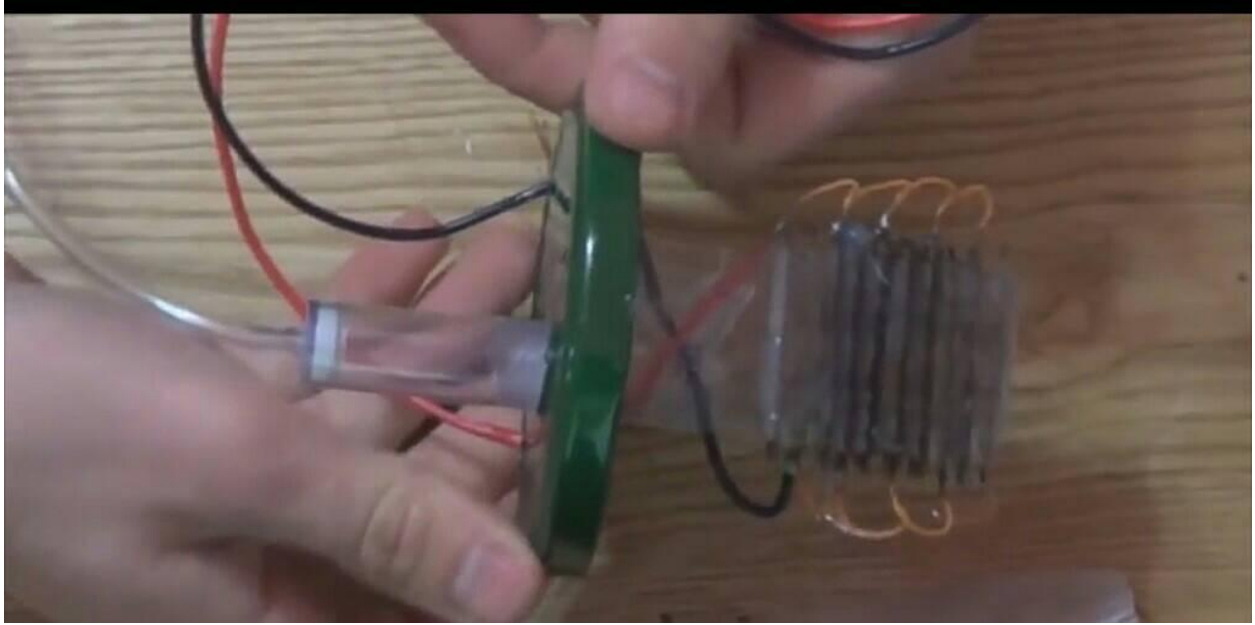


ΒΗΜΑ 8

Αφού έχουμε ανοίξει τις απαιτούμενες οπές στο καπάκι του βάζου ,κολλάμε το σώμα του χάρακα με τις ξυραφάκια στο καπάκι και περνάμε τα καλώδια στις μικρές οπές, ενώ στην μεγαλύτερη θα περάσουμε τον καλωδίου της συσκευής ορού. Έπειτα μονώνουμε με την ειδική κόλλα.

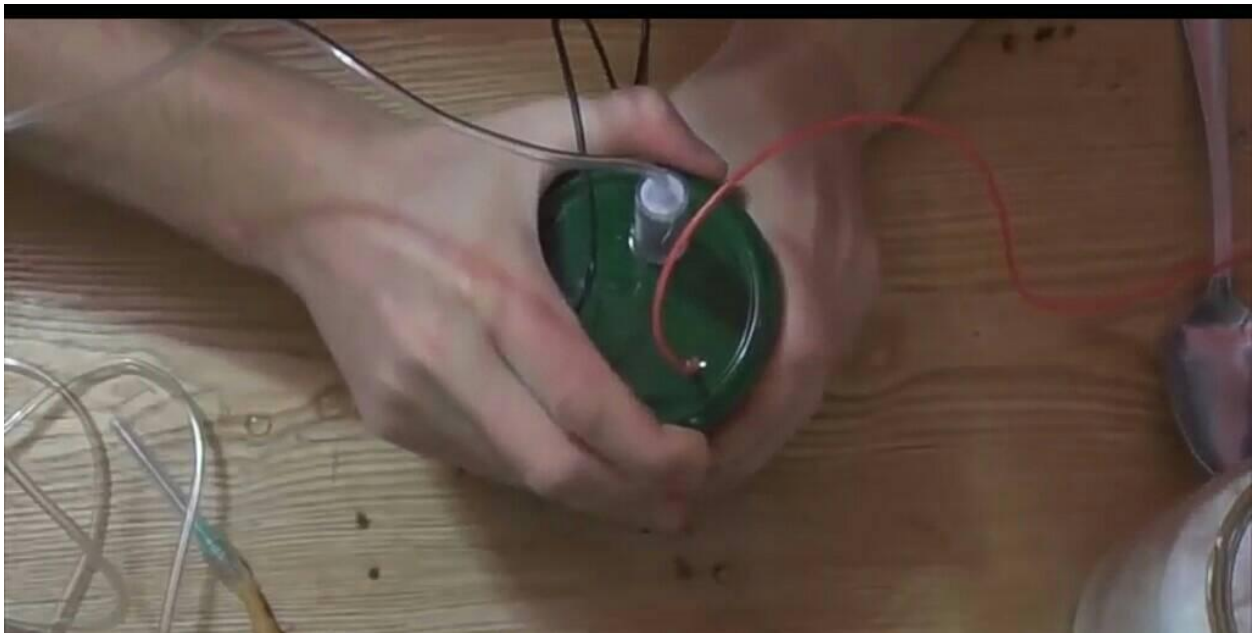






ΒΗΜΑ 9

Αφού έχουμε γεμίσει με νερό και αλάτι στο βάζο ,το κλείνουμε.



ΒΗΜΑ 10

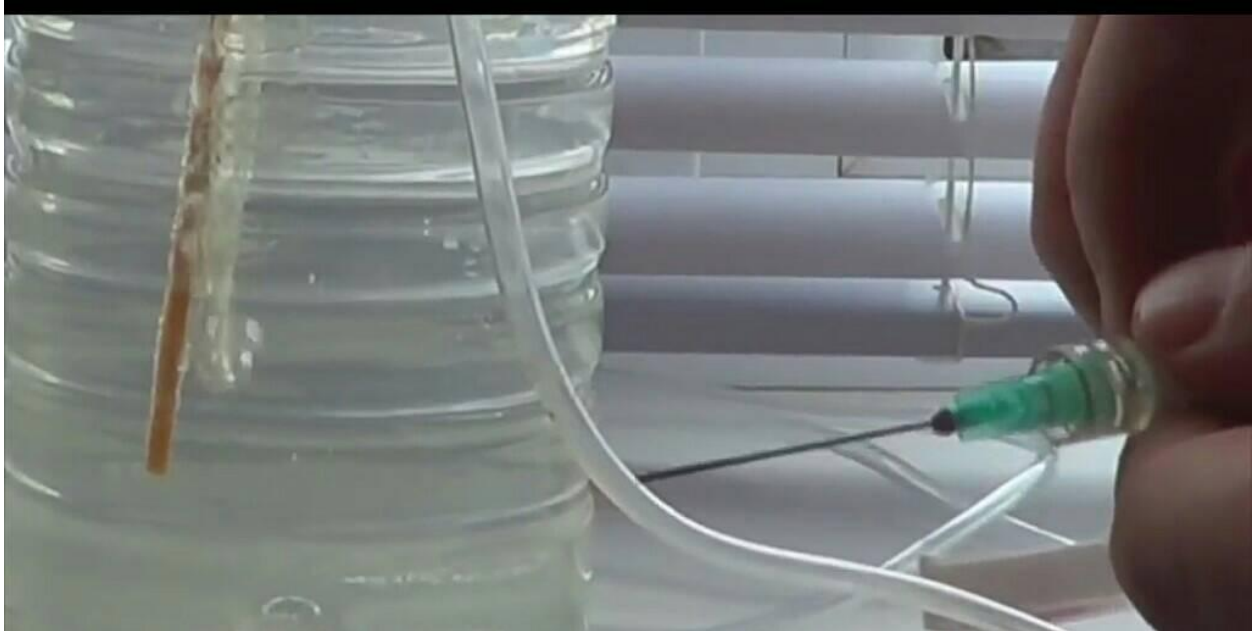
Προετοιμάζουμε το πλαστικό μπουκάλι στο οποίο θα διοχετευτεί το υδρογόνο ανοίγοντας μια οπή στο καπάκι από την οποία θα περνά το καλώδιο του υδρογόνου και μια άλλη μία από την οποία θα διοχετευτεί το καθαρό υδρογόνο.

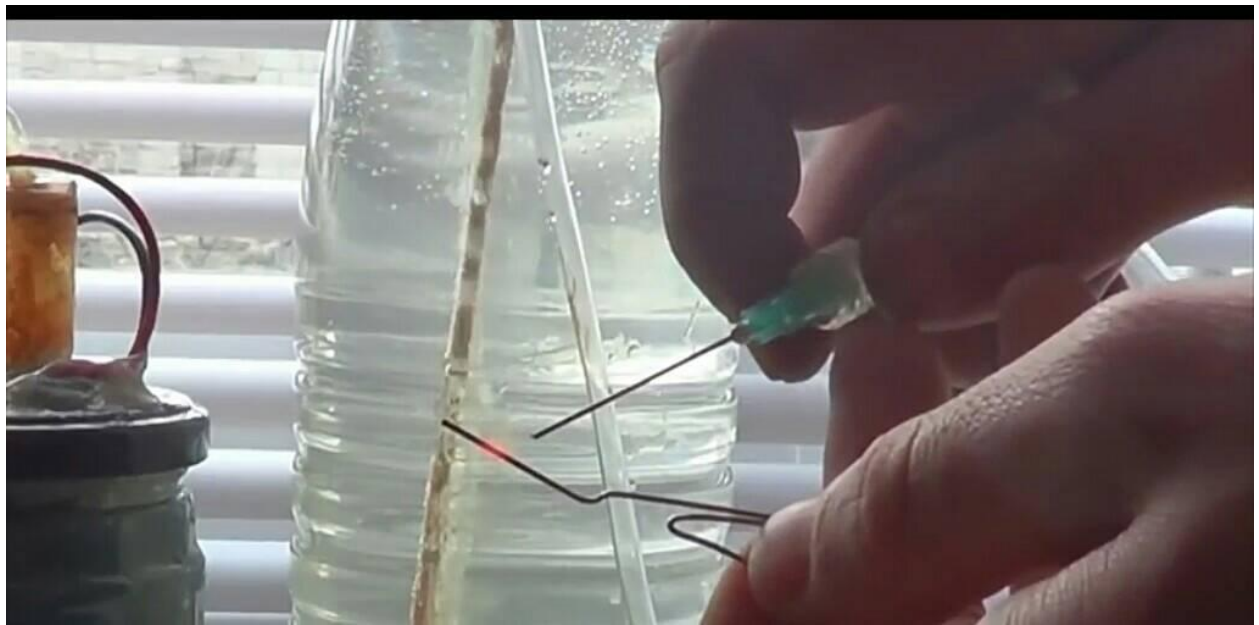


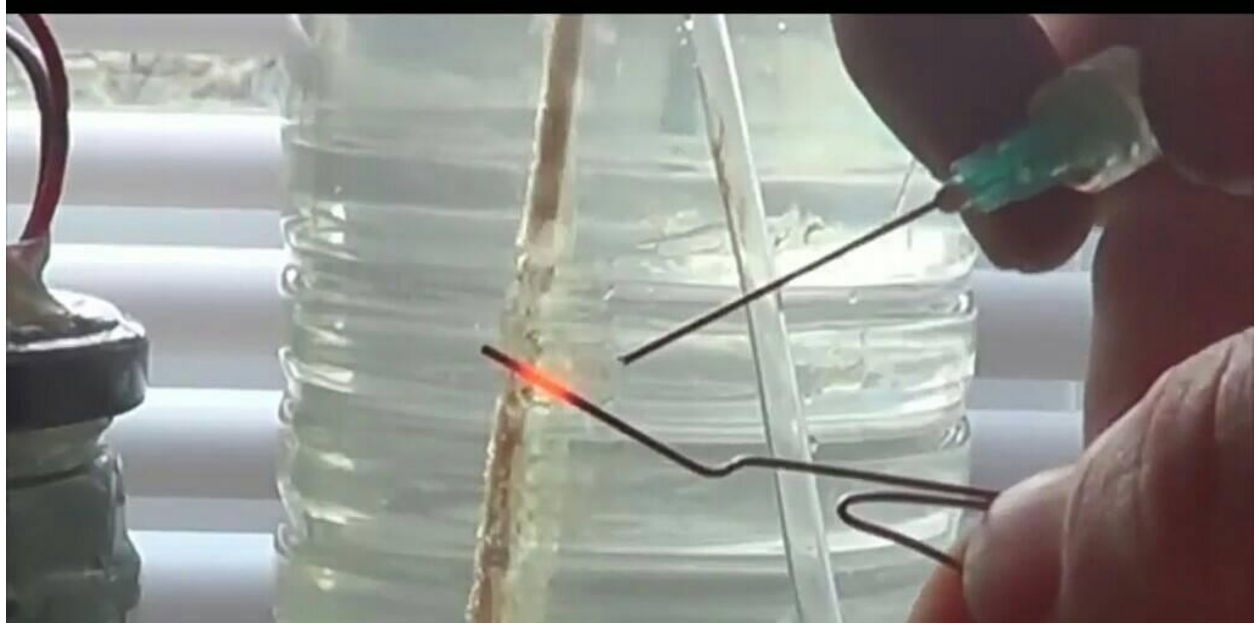
ΒΗΜΑ 11

Αφού η συσκευή μας είναι έτοιμη συνδέουμε τα καλώδια στην γεννήτρια για να ξεκινήσει η ηλεκτρόλυση. Αμέσως παρατηρούμε το χρώμα στο γυάλινο βάζο που γίνεται πράσινο, ενώ το μπουκάλι με το νερό βγάζει μπουρμπουλήθρες λόγω του υδρογόνου. Οι μπουρμπουλήθρες ανεβαίνουν στην επιφάνεια και διοχετεύονται στο καλώδιο το οποίο καταλήγει σε μια βελόνα. Με έναν αναπτήρα ανάβουμε το παραγόμενο υδρογόνο που περνάει από την βελόνα του ορού και διακρίνουμε την έντασή του.









ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι εμφανές ότι στη φύση υπάρχουν όλα τα κατάλληλα εργαλεία για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Παρόλα αυτά η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας βασίζεται σε τεράστιο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα και στην πυρηνική ενέργεια. Η μόλυνση του περιβάλλοντος έχει πάρει πολύ μεγάλες διαστάσεις ενώ η εξάντληση των ορυκτών αποθεμάτων είναι γεγονός. Η φύση έχει αλλοιωθεί λόγω της αλόγιστης δράσης του ανθρώπου. Η ρύπανση επηρεάζει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και υποβαθμίζει την ποιότητα της καθημερινότητάς τους. Τα εργοστάσια και τα χημικά τους απόβλητα αποτελούν την βασική πηγή μόλυνσης. Ακολουθούν τα καυσαέρια από τα αυτοκίνητα, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα τα οποία επιβαρύνουν κάθε λεπτό την ατμόσφαιρα και αυξάνουν την εκπομπή του μονοξειδίου του άνθρακα. Όλες αυτές οι επιπτώσεις άρχισαν σιγά σιγά να γίνονται αντιληπτές και να λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα μέτρα αυτά επικεντρώνονται στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ίδρυση εγκαταστάσεων και ευαισθητοποίηση και αφύπνιση του κόσμου σχετικά με την διαχείριση του προβλήματος. Οι πηγές εναλλακτικής μορφής ενέργειας ποικίλουν. Ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η θάλασσα συνθέτουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανοίγουν το δρόμο για ένα νέο μέλλον στον τομέα της ενέργειας βασιζόμενο αποκλειστικά σε αυτές. Η Ελλάδα συγκεκριμένα βρίσκεται σε ιδιαίτερα ωφελούμενη θέση καθώς μπορεί να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις δυνατότητες των ανανεώσιμων πηγών λόγω της γεωγραφικής της θέσης και του κλίματός της. Οι τρόποι αξιοποίησης της ανανεώσιμης ενέργειας είναι πολλοί. Τα περασμένα χρόνια ιδιαίτερη βάση είχε δοθεί περισσότερο στην αιολική και ηλιακή ενέργεια. Τον τελευταίο καιρό η προσοχή έχει στραφεί και στην αξιοποίηση μιας τεράστιας δύναμης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών, στην ενέργεια από τη θάλασσα. Το υγρό στοιχείο αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη και οι δυνατότητες του πολλές. Η ενέργεια από τη θάλασσα μπορεί να εξαχθεί με πολλούς τρόπους όπως από την κινητική ενέργεια των κυμάτων, την ενέργεια από τις παλίρροιες καθώς και από τις διαφορές θερμοκρασίες που έχει το νερό της θάλασσας. Όλοι αυτοί οι τρόποι εξασφαλίζουν μεγάλα ποσά καθαρής ενέργειας που μπορεί να ικανοποιήσει σε μεγάλο ποσοστό την ενεργειακή κάλυψη του πληθυσμού. Οι δυνατότητες της εναλλακτικής ενέργειας δεν σταματούν εκεί. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται μπορεί στη συνέχεια να διοχετευτεί σε ένα σύστημα ηλεκτρόλυσης. Το ρεύμα αυτό διασπά το νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο το καθένα από τα οποία μπορεί να εξαχθεί ξεχωριστά. Το υδρογόνο είναι ένα πολύτιμο αγαθό, έχει μηδενικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελεί το πιο φιλικό προς το περιβάλλον καύσιμο. Η πλήρης εφαρμογή του στον τομέα της βιομηχανίας στην κίνηση των οχημάτων και τον οικιακό τομέα με σκοπό την αντικατάσταση των τωρινών καυσίμων αποτελεί ίσως την πιο ελπιδοφόρα

ενέργεια για την επίλυση της ενεργειακής κρίσης. Είναι μια εφαρμογή που μαζί με την γενικότερη ανάπτυξη των ΑΠΕ θα άλλαζε τα τρέχοντα δεδομένα. Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή με σκοπό την εξοικονόμηση και μείωση των ρύπων, προβλέπονται σε Ευρωπαϊκό επίπεδο τα εξής:

α) 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ,

β) 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ και

γ) 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Όσον αφορά την Ελλάδα προβλέπεται μείωση των ρύπων κατά 4%, ενώ 18% προβλέπεται η ανάπτυξη των ΑΠΕ. Ήδη η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών έχει ανοδική πορεία στην Ευρώπη. Οι χρήσεις της αιολικής ενέργειας, της ηλιακής ενέργειας και της βιομάζας αυξήθηκαν αξιοσημείωτα. Πιο συγκεκριμένα το διάστημα 2005-2012 η ενέργεια που παράχθηκε από τις ΑΠΕ αυξανόταν με ρυθμό 7,1% κάθε χρόνο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα σύμφωνα με έκθεση του ΕΟΠ να μειωθούν οι εκπομπές άνθρακα κατά 7% το 2012. Ας ελπίσουμε ότι ολοένα και περισσότερες χώρες θα υιοθετήσουν πολιτικές φιλικές στο περιβάλλον και θα τεθούν τα θεμέλια για την ολοκληρωτική αποστροφή από τα ορυκτά καύσιμα με τις κατάλληλες υποδομές και εγκαταστάσεις, την κατάλληλη παιδεία και κατάλληλο προσωπικό έτσι ώστε να φερθούμε στον πλανήτη όπως του αξίζει και να σταματήσουμε επιτέλους να τον καταστρέφουμε γιατί είναι το σπίτι μας και το μέλλον μας.



«..πιστεύω ότι το νερό κάποια μέρα θα χρησιμοποιείται ως καύσιμο, ότι το Υδρογόνο και το Οξυγόνο που το αποτελούν, είτε μαζί είτε χωριστά, μια μέρα θα χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο, και θα αποτελέσουν μια ανεξάντλητη πηγή θερμότητας και φωτός..»

Ιούλιος Βερν, 1874, «Το μυστηριώδες νησί»

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

http://users.sch.gr/imirinakis/energy_history.htm

<http://www.allaboutenergy.gr/Intro11.html>

<https://www.electricalab.gr/e-yliko/alternative-fuel-product-h2-electro-catalysis/849-homer-energy/file>

<http://www.gocompare.com/gas-and-electricity/what-powers-the-world/>

<http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2965/%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%B7%20%CF%85%CE%B4%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F.pdf?sequence=1>

<http://www.naftemporiki.gr/story/968619/se-epipeda-rekor-i-pagkosmia-paragogi-ananeosimis-energeias>

<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi31.html>

<http://www.newsauto.gr/specials/pote-telioni-to-petroleo-tou-planiti/>

<https://www.csmonitor.com/2004/0129/p14s01-wogi.html>

<http://www.dieoff.org/page140.htm>

http://www.oikologos.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=202&Itemid=190

<http://www.kathimerini.gr/315831/article/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/ti-symvainei-me-ta-apo8emata-oyranioy-die8nws-kai-poso-kostizei>

<http://www.capital.gr/epixeiriseis/3200370/6-1-geotrupana-gia-2-2-dis-barelia-petrelaiou-stin-ellada>

<https://energypress.gr/news/world-energy-outlook-2016-toy-iea>

<https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/salters-duck1.htm>

<http://demo.openeeclass.org/modules/document/file.php/DEMO->

[A1281/%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B](http://demo.openeeclass.org/modules/document/file.php/DEMO-A1281/%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B)

F%CE%BD%CF%84%CE%B1%20%CE%BA%CE%B5%CE%AF%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%B1/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82%20%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82.PDF

<http://www.caddet-re.org/assets/199art3.pdf>

<https://www.newscientist.com/issue/2005/>

<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/introduction/contents.htm>

http://www.garyfallidou.org/elec_prod/gr_index.html

<http://www.epaggelmaties.com/anthis/efficiency.html>

<http://www.seaclam.co.uk/>

http://greenthefuture.com/wavepower_howitworks_saltersduck/

<http://greenenergyplus.blogspot.gr/>

<https://www.pelamiswave.com/>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.awsocan.com/>

<http://www.brighthubengineering.com/power-plants/>

<https://www.carnegiece.com/wave/what-is-ceto/>

<http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/1818/1/012012117.pdf>

<http://www.helmepacadets.gr/gr/>

<http://www.verdergrenewableenergy.com/applications>

http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_stergiopoulos.pdf

<http://hellasnrg.gr/el/announcement/nea-aiolika-0>

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADES_ERGASIAS_2010-12/OI_PROOPTIKES_TWN_APE_STHN_ELLADA/59-73.pdf

<https://el.wiktionary.org/wiki/%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1>

<http://phys-exp.physics.uoi.gr/?p=398>

<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/8938>

<http://socialactivism.gr/index.php/kales-praktikes/104-ydrogono>

<http://www.surfnturf.org.uk/>

<http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/noanan1.htm>

http://www.aquaret.com/indexbf8e.html?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=280&lang=el

<http://www.bbc.com/news/uk-scotland-scotland-business-41257407>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=vBWJVY3FdTk%3D&>

<http://www.kathimerini.gr/805412/article/epikairothta/perivallon/oi-ape-phgainoy-n-olo-kai-kalytera-sthn-ee>

<http://greencarfuel.gr/?p=1035>

<https://www.theguardian.com/environment/2011/sep/20/orkney-renewable-energy-future>

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

<https://www.youtube.com/watch?v=Rybpaqhg5Qg>

