The background features three large, overlapping blue circles of varying sizes, each with a gradient from light to dark blue. Two thin, light blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the central text.

***ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ-  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ, ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ  
ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ  
ΝΑΥΤΙΛΙΑ***

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΛΑΜΠΟΥΡΑ

**ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ-  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ,ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ,ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΟΡΦΕΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΥΝΗΓΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

*Α.Γ.Μ: 3618*

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

Α/Α	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΟΥΛΗΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	4
<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	5
1.1 ΕΙΔΗ ΉΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
1.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	7
1.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	7
<b>2.ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> .....	8
2.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ .....	8
2.1.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	9
2.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ .....	12
2.3. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ.....	14
2.3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	15
2.3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	16
2.3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	17
<b>3.ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> .....	18
3.1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	19
3.2. ΒΙΟΜΑΖΑ .....	19
3.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	20
3.2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	21
3.2.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	21
3.2.4. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	22
<b>4.ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> .....	23
4.1. ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	24
4.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ .....	25
<b>5.ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΚΕΑΝΩΝ</b> .....	27
5.1. ΚΥΜΑΤΑ .....	27
5.1.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΡΧΑΝ .....	28
5.1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ .....	29
5.2. ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ .....	29
5.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ.....	30
5.2.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΡΑΧΤΩΝ.....	31
5.2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ .....	31
5.3. ΘΕΡΜΙΚΗ.....	32

<b>6.ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> .....	33
6.1. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΟΔΙΑΛΥΣΗ .....	33
6.2. ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΠΙΕΣΗΣ .....	34
6.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	35
<b>7.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΑΙΑ</b> .....	35
7.1.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	36
7.1.2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ.....	36
7.2. ΠΑΝΙΑ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ.....	37
7.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΠΛΟΙΑ .....	38
7.4. ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	39
7.5. ΣΤΡΩΜΑ ΑΕΡΑ ΜΕΙΩΝΕΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	40
7.6. Wallenius Wilhelmsen .....	41
7.7. Eco Marine Power (EMP).....	42
<b>8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	43

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Πτυχιακή εργασία, με θέμα “Ηλιακή Ενέργεια, Φωτοβολταϊκά, Βιοενέργεια, Σύγχρονες Μορφές Ενέργειας και Εφαρμογές στη Ναυτιλία”, παρουσιάζονται ποικίλες μορφές ενέργειας και συστήματα, τα οποία με την σωστή εκμετάλλευση κι διαχείριση παράγουν ενέργεια, η οποία είναι χρήσιμη προς τον άνθρωπο κι πολύ πιο φιλική προς το περιβάλλον. Επιπλέον, γίνεται μια περαιτέρω ανάλυση κι εξήγηση , με σκοπό την παραγωγή συμπερασμάτων, πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων.

Ο σκοπός αυτής, της μικρής έρευνας, είναι να παρουσιαστούν διάφορα παραδείγματα εφαρμογής, των διάφορων μορφών ενέργειας κι συστημάτων, στους Διεθνείς Εμπορικούς Στόλους, με αποτέλεσμα την εναλλαγή των καυσίμων των πλοίων σε κάτι “Πράσινο”.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αρχαία ελληνική ιστορία περιλαμβάνει ρητά που εξυμνούν τη ναυτοσύνη της φυλής, όπως για παράδειγμα «Μέγα το της Θαλάσσης Κράτος» του Περικλή και «Εκ της Θαλάσσης άπασα ημίν ήρτηται Σωτηρία» του Ξενοφώντα. Η ιστορία αναφέρει επίσης, πως η θάλασσα έσωσε πολλές φορές τους Έλληνες από απειλές. Τα πλοία που κατασκευάζαν εξασφάλιζαν την άμυνα της χώρας και συνέβαλαν όχι μόνο στην ανάπτυξη του εμπορίου με άλλους λαούς, αλλά και στην πολιτισμική εξέλιξη.

Η γεωγραφική θέση της χώρας σε συνδυασμό με την έλλειψη πλουτοπαραγωγικών πηγών είναι ακόμη μια αιτία για την οποία οι Έλληνες έχουν στραφεί στη θάλασσα με αποτέλεσμα η ελληνική εμπορική ναυτιλία να βρίσκεται διαχρονικά στις πρώτες θέσεις παγκόσμια και να αποτελεί σημαντικό παράγοντα της εθνικής οικονομίας.

Το 1857, ιδρύθηκε η Ελληνική Ατμοπλοΐα στη Σύρο και άρχισαν οι τακτικές γραμμές της ελληνικής ναυτιλίας με πλοία ατμού, τις οποίες ακολούθησαν δέκα ακόμη επιβατικές ακτοπλοϊκές εταιρείες. Το 1907 ιδρύθηκε η Υπερωκεάνιος Ελληνική Ατμοπλοΐα, η οποία συνέδεσε για πρώτη φορά τον Πειραιά με τη Νέα Υόρκη.

Οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των ειρηνικών διεθνών εμπορικών συναλλαγών που είναι η ίδια η πηγή ζωής του κόσμου, όπως αναφέρει και η Ιδρυτική Διακήρυξη Εθελοντικής Δέσμευσης της HELMERA που υπέγραψαν Έλληνες ναυτικοί και πλοιοκτήτες το 1982 στον Πειραιά.

Τα πάνω από 60.000 εμπορικά πλοία της παγκόσμιας ναυτιλίας μεταφέρουν το 99,6% των εμπορευμάτων με ασφάλεια στον προορισμό τους με πιο χαμηλό κόστος. Το εμπορικό πλοίο είναι το πλέον αποτελεσματικό, οικονομικό και περιβαλλοντικά φιλικό μέσο μεταφοράς που εξακολουθεί να διαθέτει η ανθρωπότητα.

Παλαιότερα όλα τα πλοία έμοιαζαν μεταξύ τους και ναυπηγούνταν για να μεταφέρουν ανθρώπους και εμπορεύματα. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την αύξηση των αναγκών, σήμερα τα πλοία κατασκευάζονται και εξοπλίζονται με συστήματα και μηχανισμούς ανάλογα με το είδος των φορτίων που πρόκειται να μεταφέρουν.

Η διεθνής νομοθεσία απαιτεί όπως κάθε πλοίο να είναι ασφαλές για τους επιβαίνοντες (πλήρωμα και επιβάτες) και να λειτουργεί φιλικά προς το περιβάλλον. Εκτός από την ασφάλεια στα πλοία ιδιαίτερη σημασία δίνεται και στην περιβαλλοντική προστασία. Παράδειγμα είναι οι διαχωριστήρες λαδιών (λιπαντικά)-νερού. Είναι ειδικοί μηχανισμοί που αφαιρούν από το νερό που μαζεύεται στο βάθος των μηχανοστασίων, πετρέλαιο και λάδια. Στη συνέχεια ρίχνουν πίσω στη θάλασσα

το νερό που καθάρισαν και ελέγχονται από ναυτιλιακές αρχές στα λιμάνια που επισκέπτονται.

Η ναυτιλία έχει ουσιαστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη την Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το 75% εισαγωγών και εξαγωγών και 37% του εσωτερικού εμπορίου εκτελούνται με πλοία που επίσης, συνδέουν περιφερειακές και νησιωτικές περιοχές με την ηπειρωτική Ευρώπη.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

## **1.1 ΕΪΔΗ ΉΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ :**

- Αιολική Ενέργεια
- Ηλιακή Ενέργεια
- Υδραυλική Ενέργεια

- Βιομάζα
- Γεωθερμική Ενέργεια
- Ενέργεια από τη θάλασσα (Παλίρροιες, Κύματα, Ωκεανούς)
- Ωσμωτική Ενέργεια

## 1.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
2. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
3. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
4. Είναι ευέλικτες εφαρμογές, που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
5. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει πολύ μεγάλο χρόνο ζωής.
6. Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

## 1.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Έχουν ένα αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
2. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
3. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
4. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
5. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

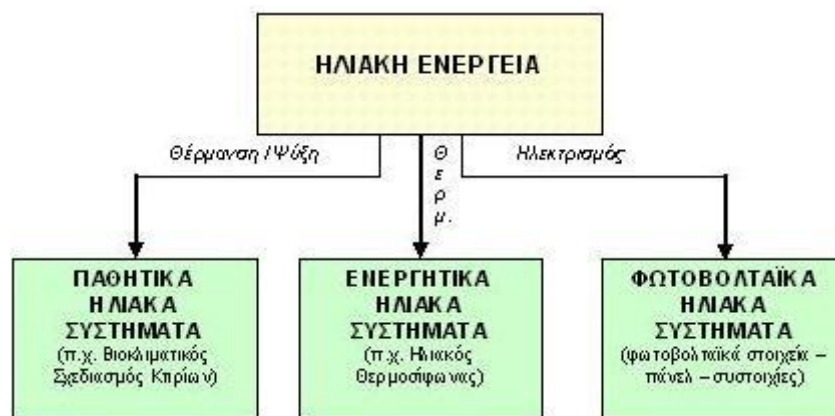


## 2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή Ηλιοθερμικά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



### 2.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία

απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

**Ηλιακοί τοίχοι :** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου ( τοίχος θερμικής αποθήκευσης ), είτε μέσω θυρίδων ( θερμοσιφωνικό πανέλο ) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel .

**Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) :** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

**Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

## 2.1.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30ο προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά σκίαστρα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε συστήματα άμεσου ή έμμεσου ηλιακού κέρδους.

Τα συνηθέστερα παθητικά συστήματα είναι:

- Σύστημα άμεσου κέρδους - νότιο υαλοστάσιο
- Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος
- Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος
- Θερμοσιφωνικό πανέλο ή αεροσυλλέκτης
- Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση.

### 1. Σύστημα άμεσου κέρδους

#### Πλεονεκτήματα

- Το χαμηλό κόστος: τα υαλοστάσια είναι ένας σχετικά οικονομικός τρόπος δημιουργίας ηλιακού συλλέκτη

- Η ευκολία κατασκευής: Στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί η σωστή χωροθέτηση των ανοιγμάτων. Δεν απαιτείται πρόσθετη μάζα θερμικής αποθήκευσης, για συμμετοχή έως 25% της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του χώρου. Ο έως σήμερα τρόπος κατασκευής των κτηρίων στην Ελλάδα παρέχει την απαραίτητη θερμική μάζα για τη λειτουργία του συστήματος.
- Τα συνδυασμένα οφέλη: Τα γυάλινα ανοίγματα συμβάλλουν σε πολλές ταυτόχρονα λειτουργίες, επιτρέποντας την είσοδο του φυσικού φωτός στο κτήριο και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

### **Μειονεκτήματα**

- Ο κίνδυνος θάμβωσης από τα μεγάλα ανοίγματα.
- Η είσοδος υπερϊώδους ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία μπορεί να αλλοιώσει υφάσματα και αντικείμενα.
- Οι σχετικά μεγάλες διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας που εμφανίζονται εάν δεν υπάρχει επαρκής θερμική μάζα.
- Η μείωση της ιδιωτικότητας.
- Η μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας που απαιτείται, όταν προβλέπεται ηλιακή συμμετοχή μεγαλύτερη από 50% (ιδιαίτερα σε ψυχρά κλίματα).
- Το κόστος της νυχτερινής μόνωσης που απαιτείται για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

## **2. Τοίχος θερμικής αποθήκευσης**

### **Πλεονεκτήματα**

- Θάμβωση και κίνδυνος αλλοίωσης υφασμάτων από υπερϊώδη ακτινοβολία δεν υπάρχει.
- Οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι σχετικά μικρές (μικρότερες από ό,τι στο σύστημα άμεσου κέρδους).
- Η μεγάλη χρονική καθυστέρηση για τη μετάδοση της θερμότητας, που έχει σαν αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται κατά τις νυχτερινές ώρες, όταν είναι περισσότερο απαραίτητη.

### **Μειονεκτήματα**

- Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- Το κόστος της νυχτερινής μόνωσης, εάν απαιτείται.
- Η καθημερινή λειτουργία των θυρίδων, όταν πρόκειται για τοίχο Trombe.
- Η απαίτηση καθαρισμού του υαλοστασίου.

## **3. Προσαρτημένο θερμοκήπιο**

## **Πλεονεκτήματα**

- Δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος με μικρό κόστος.
- Δημιουργείται χώρος για την καλλιέργεια φυτών.
- Λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Ενσωματώνεται εύκολα σε υφιστάμενα κτήρια.
- Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον κατοικήσιμο χώρο είναι μικρές.

## **Μειονεκτήματα**

- Η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί.
- Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης, ιδίως για το καλοκαίρι, εάν δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού.

## **4. Θερμοσιφωνικό πανέλο**

### **Πλεονεκτήματα**

- Προσαρμόζεται εύκολα και σε υφιστάμενα κτήρια με νότιο προσανατολισμό.
- Αποδίδει άμεσα θερμότητα στους χώρους, αποφεύγοντας τη θάμβωση.
- Τη θερινή περίοδο μπορεί εύκολα να αποκοπεί θερμικά από το κτήριο, αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του χώρου.

### **Μειονεκτήματα**

- Όταν τοποθετείται με κλίση είναι σχετικά δύσκολη η αισθητική του εναρμόνιση με το κτήριο.
- Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- Πρόκειται για μια μη ευρέως διαδεδομένη τεχνολογία στη χώρα μας.

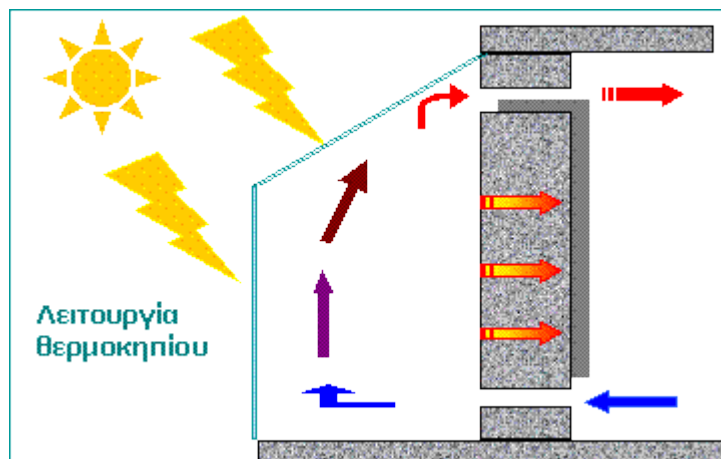
## **5. Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση**

### **Πλεονεκτήματα**

- Έχει μεγαλύτερη απόδοση, σε σχέση με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης.
- Δεν απαιτείται επιπλέον νυχτερινή μόνωση.
- Τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στον τοίχο θερμικής αποθήκευσης

### **Μειονεκτήματα**

- Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- Πρόκειται για μια μη ευρέως διαδεδομένη τεχνολογία στη χώρα μας.



## 2.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση  $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$  ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως.

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία. Υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

Μια άλλη εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των συστημάτων αυτών στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και

τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης. Είναι πάντως, πολύ σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

### 1. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

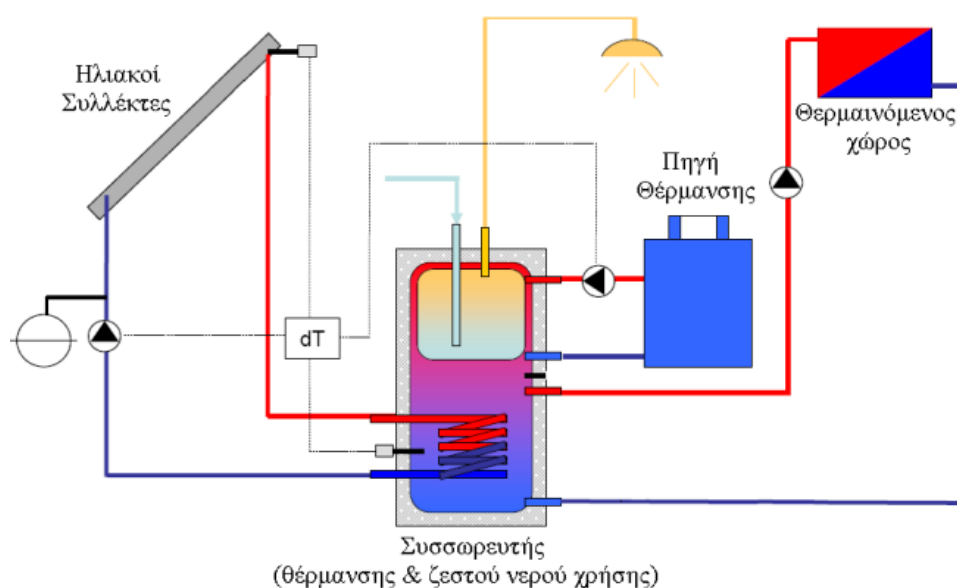
- Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
- Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας.

### 2. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε δύο είδη ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- Ανοικτού κυκλώματος: Απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- Κλειστού κυκλώματος: Έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

### 3. Λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών:

- Ο ηλιακός συλλέκτης τοποθετείται σε σημείο που βλέπει το νότο.
- Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται.



## 2.3. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Με τον γενικό όρο Φωτοβολταϊκά ονομάζεται η βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μία σειρά. Στην ουσία πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς (συνήθως από Πυρίτιο) οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια Ηλεκτρική τάση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "Φωτοβολταϊκό φαινόμενο".

Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Στην κατηγορία των ανανεώσιμων ηλιακών πηγών ενέργειας, τα ηλιοθερμικά συστήματα είναι πιο αποδοτικά από τα φωτοβολταϊκά.

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα αριθμό μερών ή υποσυστημάτων:

- Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη και πιθανόν ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.
- Μπαταρίες (υποσύστημα αποθήκευσης)- πλέον δεν χρησιμοποιούνται, εκτός σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις όπως είναι π.χ. οι Φάροι, διαφορετικά η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο της ΔΕΗ.
- Καθορισμό ισχύος και συσκευή ελέγχου που περιλαμβάνει φροντίδα για μέτρηση και παρατήρηση.
- Εφεδρική γεννήτρια. Η επιλογή του πώς και ποια από αυτά τα στοιχεία ολοκληρώνονται μέσα στο σύστημα εξαρτάται από ποικίλες εκτιμήσεις.

Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες συστημάτων, το διασυνδεδεμένο με το δίκτυο και το αυτόνομο. Η απλούστερη μορφή του δεύτερου εκ των δυο αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα είναι κοινό σε εφαρμογές άντλησης. Σε άλλες περιπτώσεις το σύστημα περιέχει συνήθως μια φροντίδα για αποθήκευση ενέργειας από τις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται κάποια μορφή ρύθμισης της ισχύος, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις το σύστημα περιέχει μια εφεδρική γεννήτρια.

Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα μπορούν να υποδιαιρεθούν σ' εκείνα στα οποία το δίκτυο ενεργεί απλώς ως μια βοηθητική τροφοδοσία (εφεδρικό δίκτυο) και εκείνα τα οποία ίσως λάβουν επίσης πρόσθετη ισχύ από τη Φ.Β. γεννήτρια (αλληλοεπιδρώμενο δίκτυο). Μέσα στους Φ.Β. σταθμούς όλη η παραγόμενη ισχύς τροφοδοτείται στο δίκτυο.

### 2.3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογιστεί κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.



## 2.3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

### 1. Καταναλωτικά προϊόντα (1mW–100 Wp )

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής κλίμακας ισχύος όπως τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, εξωτερικός φωτισμός κήπων, ψύξη και προϊόντα όπως μικροί φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

### 2. Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100 Wp –200k Wp )

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

- Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.
- Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
- Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.
- Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.
- Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.

### 3. Μεγάλα Διασυνδεδεμένα στο Δίκτυο Φ/Β Συστήματα

Η κατηγορία αυτή αφορά Φ/Β σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους 50kWp έως μερικά MWp, στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

### 4. Διασυνδεδεμένα Φ/Β Συστήματα – Οικιακός Τομέας

Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν Φ/Β συστήματα τυπικού μεγέθους 1,5kWp έως 20kW, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε στέγες ή προσόψεις κατοικιών και τροφοδοτούν άμεσα τις καταναλώσεις του κτιρίου, η δε πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως προαναφέρθηκε, η κατηγορία αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς Φ/Β συστημάτων.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια είναι:

- Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μεγίστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
- Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.

Επίσης, οι Φ/Β συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία των κτιρίων, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η οικονομική απόδοση του συστήματος, λόγω αποφυγής κόστους συμβατικών οικοδομικών υλικών.

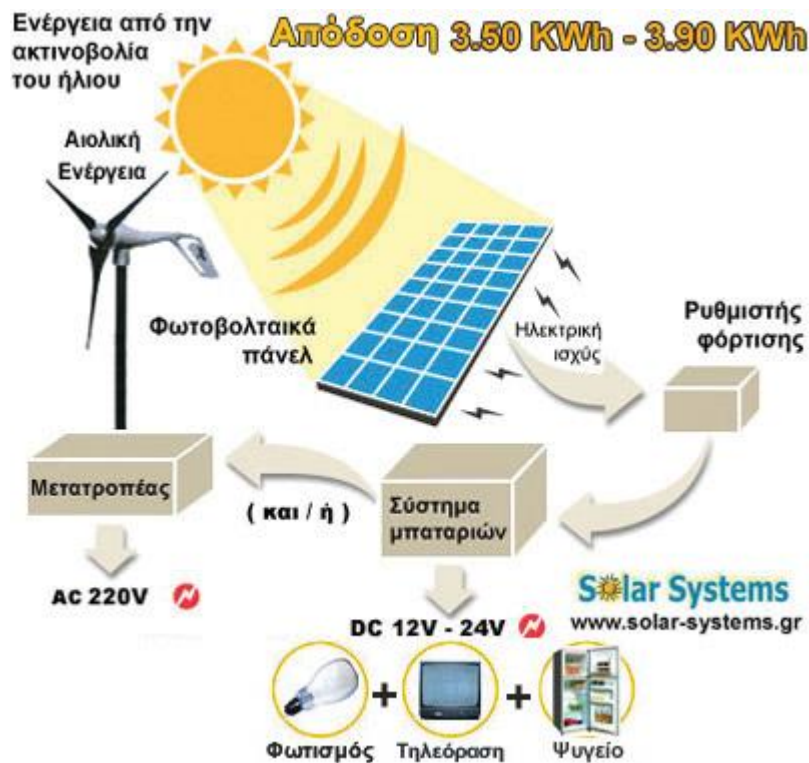
### 2.3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρεία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» ( Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.



### 3.ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η βιοενέργεια είναι μια μορφή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που προέρχεται από την ενεργειακή αξιοποίηση οργανικών υλικών βιολογικής προέλευσης. Τα οργανικά, αυτά, υλικά ονομάζονται γενικά βιομάζα και αποτελούν πρώτες ύλες που μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης έχουν μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια που λαμβάνουν μέσω της ακτινοβολίας σε χημική.

Εξ ορισμού της η βιομάζα συμπεριλαμβάνει πολύ μεγάλη πληθώρα διαφορετικών μεταξύ τους υλικών, όπως είναι τα ενεργειακά φυτά (μίσχανθος, ελαιοκράμβη, καλαμπόκι, κέναφ, σόργο, αγριαγκινάρα κ.α.), το ξύλο σε όλες τις μορφές (απόβλητη ξυλεία, πριονίδι, κλαδέματα κ.α.), τα αγροτικά υποπροϊόντα (κλαδιά, άχυρο, πυρηνόξυλο, κ.α.), τα κτηνοτροφικά απόβλητα, τα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα (τυρόγαλα, απόβλητα σφαγείων, κασίγαρος κ.α.), τα απόβλητα τροφίμων (υπολείμματα τροφών, παραπροϊόντα βιομηχανικών διεργασιών, λίπη, λάδια κ.ά.).

Το καύσιμο που παράγεται από την κατάλληλη επεξεργασία της βιομάζας ονομάζεται βιοκαύσιμο. Επι της ουσίας, δηλαδή, βιομάζα είναι η πρώτη ύλη, βιοκαύσιμο είναι το καύσιμο στο οποίο μετατρέπεται και βιοενέργεια η ηλεκτρική/θερμική/κινητική ενέργεια η οποία παράγει. Συνεπώς ο διαχωρισμός των βιοκαυσίμων από τη βιοενέργεια είναι δίχως νόημα καθώς ουσιαστικά αναφερόμαστε σε ένα πράγμα: την αιφόρο παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Σημειώνεται ότι τα δεύτερης γενιάς βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο πλέον για την παραγωγή βιοενέργειας δεν έχουν αρνητική επίδραση στη διατροφική αλυσίδα, καθώς χρησιμοποιούν απόβλητα ή μη βρώσιμα φυτά για την παραγωγή καυσίμων.

### 3.1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ως αποτέλεσμα του πλήθους των διαφόρων ειδών βιομάζας, οι τεχνολογίες μετατροπής τους σε βιοενέργεια είναι πολλές και αρκετά διαφορετικές μεταξύ τους. Συνήθως διακρίνονται, αναλόγως του τρόπου με τον οποίο παράγεται το καύσιμο, σε θερμικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες.

- Θερμικές Διεργασίες

Στις θερμικές διεργασίες κυριαρχεί η καύση της βιομάζας και η παραγωγή ενέργειας είτε μέσω ατμοστρόβιλου ή μέσω Οργανικού Κύκλου Rankine (ORC). Είναι και η τεχνολογία με τις περισσότερες εφαρμογές για την παραγωγή βιοενέργειας παγκοσμίως. Θερμικές, αλλά εν μέρει και χημικές, θεωρούνται οι διεργασίες της αεριοποίησης και της πυρόλυσης, δυο πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες οι οποίες αναμένεται να έχουν τεράστια ανάπτυξη τα προσεχή έτη. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των θερμικών τεχνολογιών είναι η απαίτηση για χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία της βιομάζας.

- Χημικές Διεργασίες

Η βασικότερη χημική διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων και, τελικά, βιοενέργειας είναι η μετεστεροποίηση. Αποτελεί τη συνηθισμένη μέθοδο για την παραγωγή βιοντίζελ μετατρέποντας τα τριγλυκερίδια των ελαίων και λιπών που τροφοδοτούν τη διεργασία σε αλκυλεστέρες-τις ενώσεις που αποτελούν το βιοντίζελ. Η χημική σύσταση των πρώτων υλών είναι καθοριστική για την απόδοση της μετεστεροποίησης.

- Βιολογικές Διεργασίες

Δύο είναι οι βιολογικές διεργασίες που παράγουν τεράστιες ποσότητες βιοενέργειας σε όλο τον κόσμο: η ζύμωση λιγνοκυτταρινούχων και σακχαρούχων υλικών για την παραγωγή βιοαιθανόλης και η αναερόβια χώνευση οργανικών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου. Η ζύμωση εφαρμόζεται για την παραγωγή καυσίμου κίνησης, την βιοαιθανόλη, που είναι υποκατάστατο της βενζίνης, ενώ το βιοαέριο καίγεται, κατά κανόνα, σε μηχανές συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας για την παραγωγή ενέργειας με υψηλές αποδόσεις.

### 3.2. ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό που παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Το καύσιμο βιομάζας είναι γνωστό στην Ελλάδα κι ως πέλετ.

Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε

βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας.

Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.).

Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.

### 3.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 1450/2013 "βιομάζα" είναι οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

A) προϊόντα που αποτελούνται από οποιαδήποτε φυτική ύλη, προερχόμενη από τη γεωργία ή τη δασοκομία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο προκειμένου να ανακτηθεί το ενεργειακό της περιεχόμενο,

B) τα εξής απόβλητα:

- φυτικά απόβλητα της γεωργίας ή της δασοκομίας,
- φυτικά απόβλητα της βιομηχανίας τροφίμων, εφόσον ανακτάται η εκλυόμενη θερμότητα,
- ινώδη φυτικά απόβλητα από την παραγωγή παρθένου χαρτοπολτού και την παραγωγή χαρτιού από χαρτοπολτό, εφόσον για τα απόβλητα αυτά εφαρμόζεται διαδικασία συν-αποτέφρωσης στον τόπο παραγωγής και ανακτάται η εκλυόμενη θερμότητα
- απόβλητα φελλού, και
- απόβλητα ξύλου εκτός από τα απόβλητα ξύλου που ενδέχεται να περιέχουν αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα ως αποτέλεσμα επεξεργασίας με συντηρητικά ξύλου ή επίστρωσης, και τα οποία περιλαμβάνουν ιδίως απόβλητα ξύλου προερχόμενα από οικοδομές και κατεδαφίσεις.

### 3.2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, που είναι άφθονα στη φύση.

Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ό,τι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι, ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

Εντούτοις, η έρευνα και η τεχνολογική πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία 10 χρόνια έχουν καταστήσει τις τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προοπτικές, μάλιστα, της βιοενέργειας καθίστανται διαρκώς μεγαλύτερες και πιο ελπιδοφόρες. Στις πιο προηγμένες οικονομικά χώρες, αναμένεται να καλύπτει σημαντικό τμήμα της ενεργειακής παραγωγής μελλοντικά.

### 3.2.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα

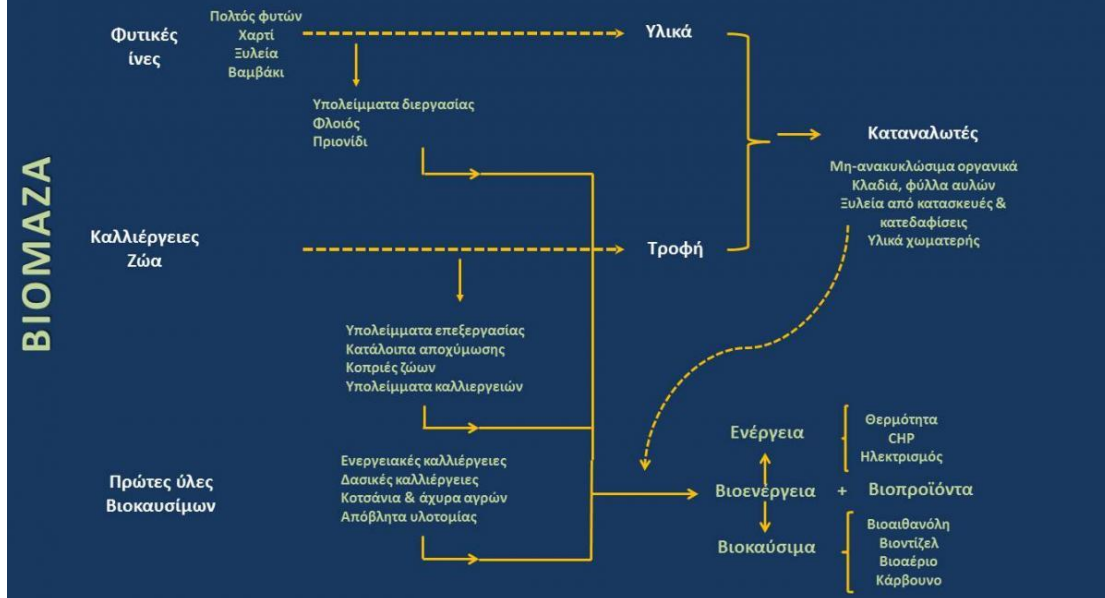
καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.

- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.
- Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας

### 3.2.4. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάσει των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.
- Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα pellets βιομάζας καθώς λειτουργούν 5 εργοστάσια παραγωγής πελλετών, ενώ εντός του 2010 άρχισε παραγωγή και ένα έκτο στο Νευροκόπι που είναι και το μεγαλύτερο στη χώρα.

# ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ



## 4. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ).

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του



ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Οι Α/Γ χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις Α/Γ, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συχνά αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα, όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή. Η αποθήκευση σήμερα γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης Η/Ε, η οποία χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες. Η άντληση ύδατος με χρήση Η/Ε παραγόμενης από Α/Γ και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η μέθοδος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη Η/Ε είναι μεγάλη.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό, σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Ευβοίας και φυσικά στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές θα συναντήσουμε και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού.

Η αιολική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευση του υψηλού της δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται στις σύγχρονες αποδοτικές ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

## **4.1. ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

- στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη
- σε σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο, υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων
- στη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο Μεγαβάτ αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας

Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης πιθανά προβλήματα αισθητικής.

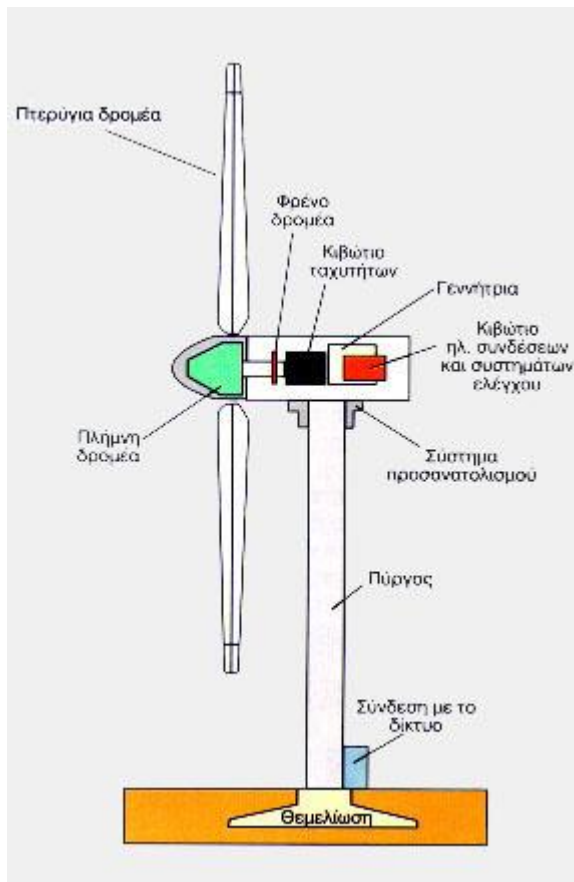
## 4.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

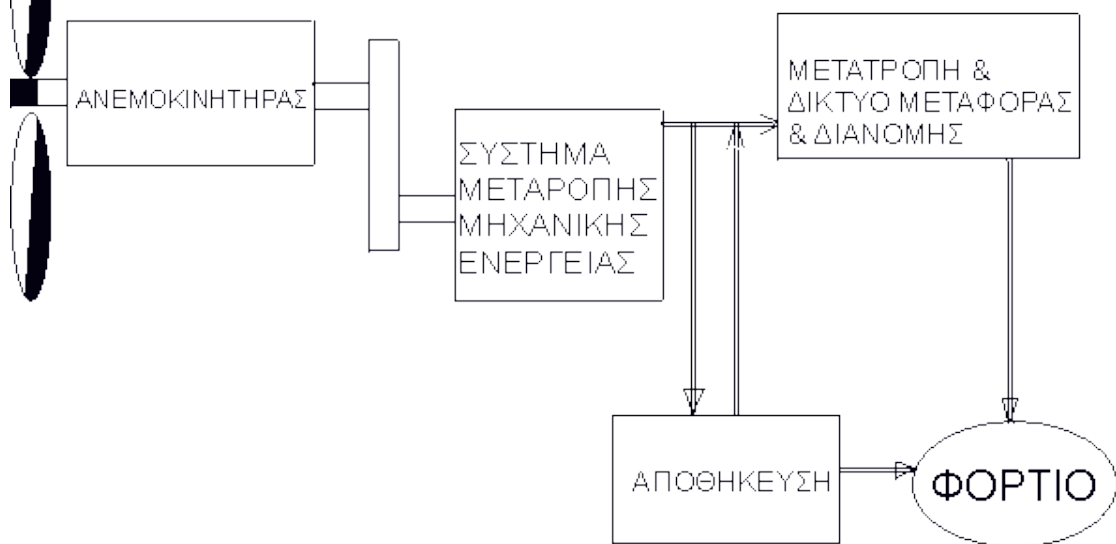
- τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός.

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Αιόλου δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Είναι η εποχή που εξαπλώνονται ραγδαία τα συμβατικά καύσιμα και ο ηλεκτρισμός, ο οποίος φτάνει ως τα πιο απομακρυσμένα σημεία. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο τις ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια. Στο διάστημα μέχρι σήμερα, σημειώνεται μια αλματώδης ανάπτυξη, κάτι που ενισχύεται και από την επιτακτική ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος. Γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.



Σχ.2 Σχηματική παράσταση εγκατάστασης εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας



## 5.ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΚΕΑΝΩΝ

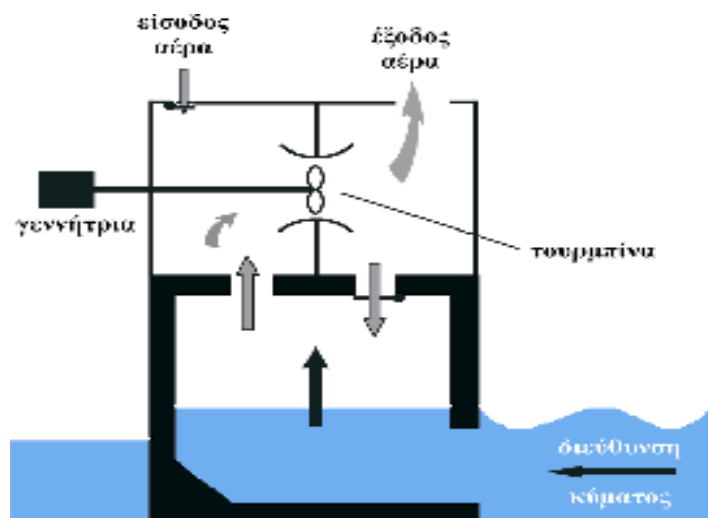
Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού.

### 5.1. ΚΥΜΑΤΑ

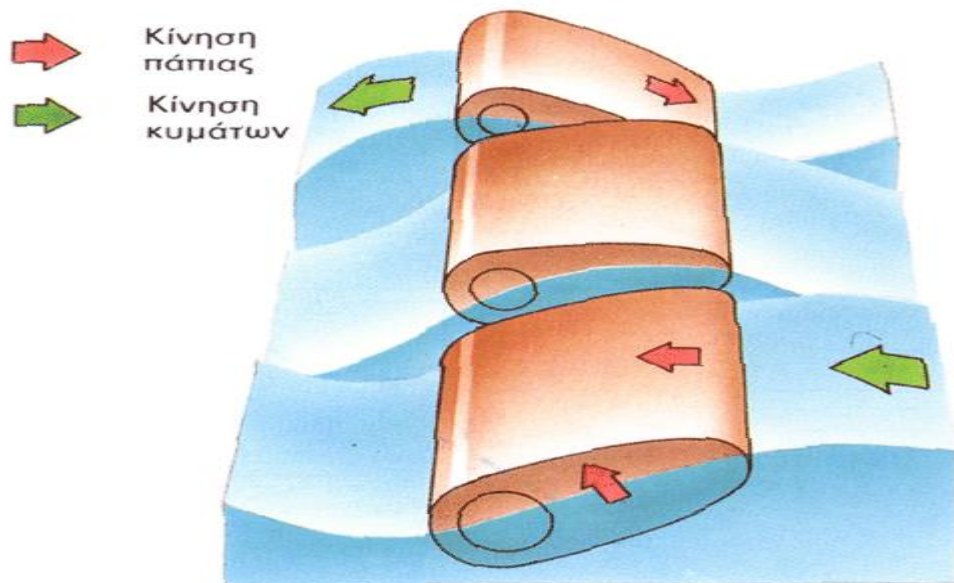
Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λπ.



Στα κύματα υπάρχει τουλάχιστον δεκαπλάσια ενέργεια από αυτή που υπάρχει στην παλίρροια, αλλά είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί. Έχουν εφευρεθεί αρκετές συσκευές για την εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων. Ορισμένες χρησιμοποιούν ταλαντευόμενες στήλες νερού. Άλλες έχουν κατασκευαστεί ώστε να επιπλέουν και να κινούνται από τα κύματα. Μια από τις ελπιδοφόρες κατασκευές ονομάζεται “πάπια”.

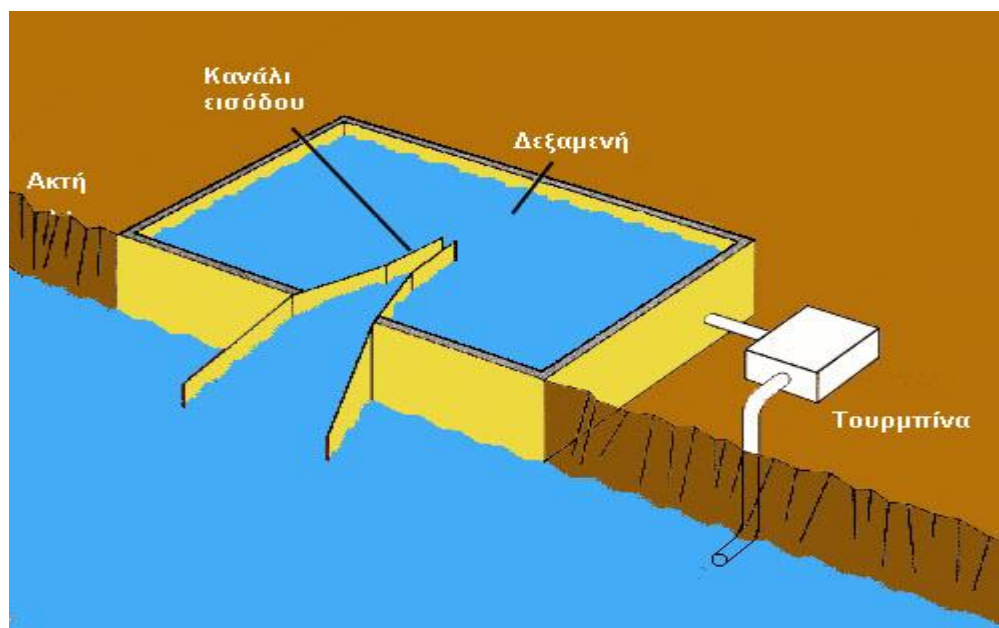
Αποτελείται από μια σειρά από πτερύγια που κινούνται από τα κύματα πάνω-κάτω, όπως οι πάπιες. Η κίνησή τους γίνεται με άξονα μια κοιλότητα που περιέχει λάδι. Με την κίνηση τους αντλούν το λάδι και δίνουν κίνηση σε έναν στρόβιλο που με τη σειρά του κινεί μια γεννήτρια.

Το πρόβλημα είναι ότι η γραμμή των περυγίων πρέπει να έχει μήκος μεγαλύτερο από ένα χιλιόμετρο.



### 5.1.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΡΧΑΝ

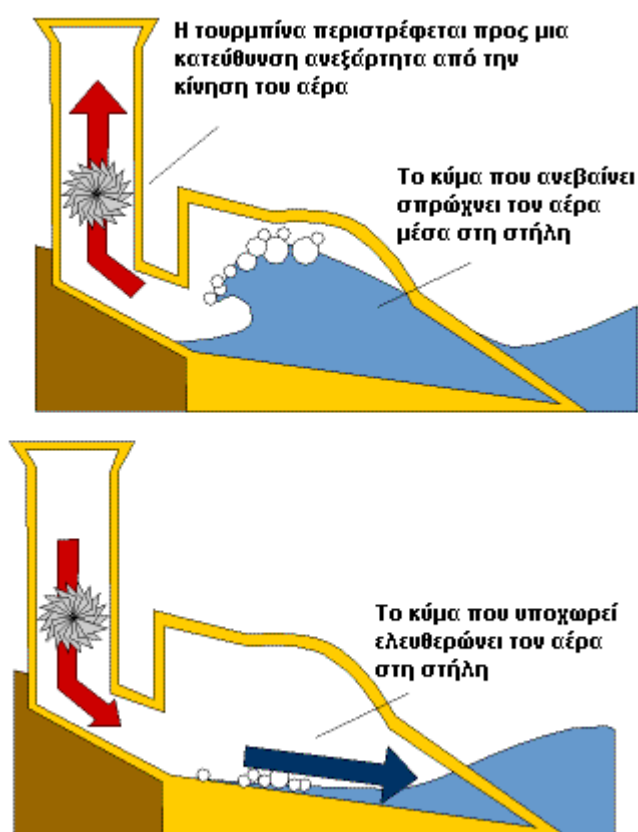
Το σύστημα ΤΑΡΧΑΝ (tapered channel) το οποίο μέσω ενός καναλιού οδηγεί το νερό των κυμάτων σε μία δεξαμενή. Το στένωμα του καναλιού αυξάνει το ύψος των κυμάτων περνώντας το νερό πάνω από τους τοίχους της δεξαμενής γεμίζοντάς την. Η κινητική ενέργεια του κινούμενου κύματος καθώς αποθηκεύεται στη δεξαμενή μπορεί να μετατραπεί σε άλλη μορφή ενέργειας. Επιπλέον το αποθηκευμένο νερό μπορεί να τροφοδοτήσει μια τουρμπίνα Kaplan όπως και σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.



Αυτό το σύστημα έχει μικρό κόστος λειτουργίας και μεγάλη αξιοπιστία. Δυστυχώς όμως δεν είναι κατάλληλο για όλες τις ακτές. Χρειάζεται περιοχές όπου υπάρχει συνεχής κυματισμός, παλίρροια μικρότερη του ενός μέτρου, αρκετό βάθος κοντά στις ακτές και κατάλληλη τοποθεσία για την δεξαμενή.

### 5.1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Μια άλλη μέθοδος χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρισμό σε δύο στάδια. Είναι σταθερή κατασκευή που αποτελείται από μια στήλη που περιέχει μια τουρμπίνα. Καθώς το κύμα μπαίνει στη στήλη σπρώχνει τον αέρα της στήλης να περάσει και να κινήσει μια τουρμπίνα, αυξάνοντας παράλληλα την πίεση του αέρα μέσα στην στήλη. Όταν το κύμα υποχωρεί ο πιεσμένος αέρας γυρίζει πίσω συνεχίζοντας να δίνει κίνηση στην τουρμπίνα.

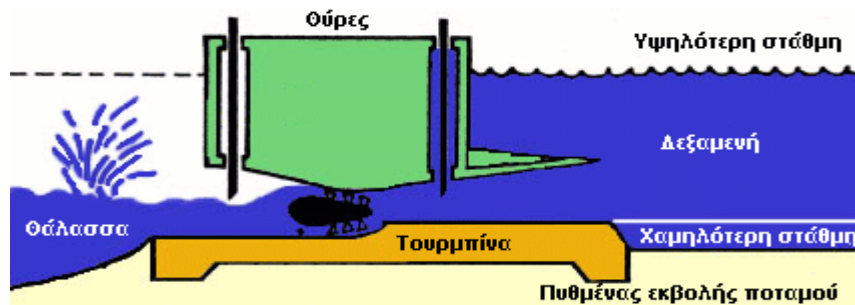


### 5.2. ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα.

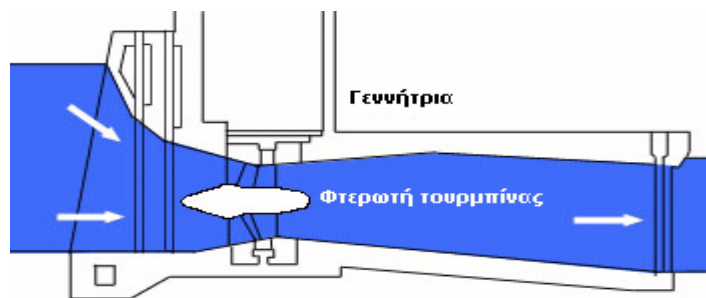
## 5.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ

Το πιο απλό σύστημα παραγωγής ενέργειας από παλίρροιες περιλαμβάνει ένα φράγμα στην εκβολή ενός ποταμού. Κάποιες θύρες στο φράγμα επιτρέπουν την είσοδο θαλασσινού νερού στη δεξαμενή που σχηματίζεται πίσω από το φράγμα. Η κίνηση του νερού προς τη δεξαμενή κατά την άνοδο της παλίρροιας και από την δεξαμενή κατά την άμπωτη κινεί τουρμπίνες και γεννήτριες που παράγουν ηλεκτρισμό.

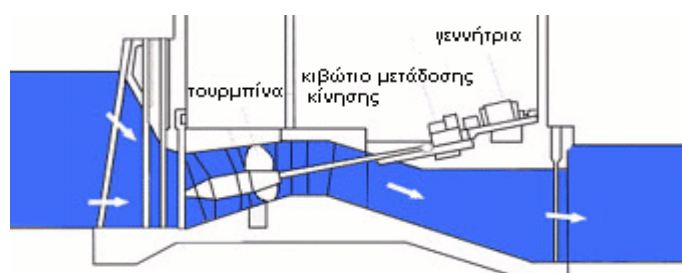


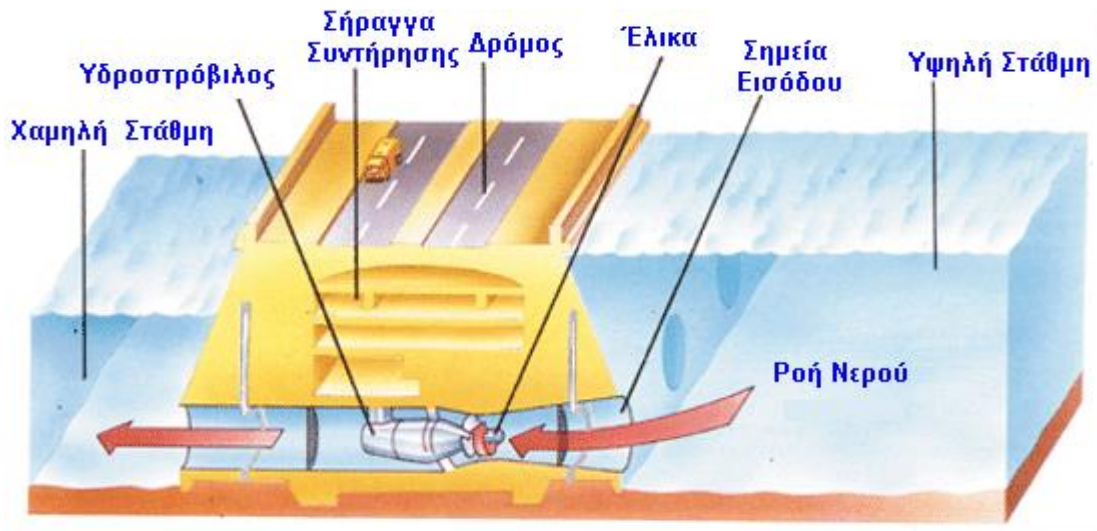
Πολλά είδη τουρμπίνας χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από παλίρροιες. Για παράδειγμα η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος La Rance κοντά στο St Malo στις ακτές της Βρετανίας στη Γαλλία χρησιμοποιεί τουρμπίνα όπου το νερό περνάει γύρω από αυτή κάνοντας την συντήρηση της δύσκολη αφού η πρόσβαση προς αυτή είναι δύσκολη.

Οι τουρμπίνες όπως αυτή που χρησιμοποιείται στην Annapolis Royal στη Nova Scotia μειώνουν αυτό το πρόβλημα αφού η γεννήτρια είναι πάνω σε μια ξεχωριστή κατασκευή.



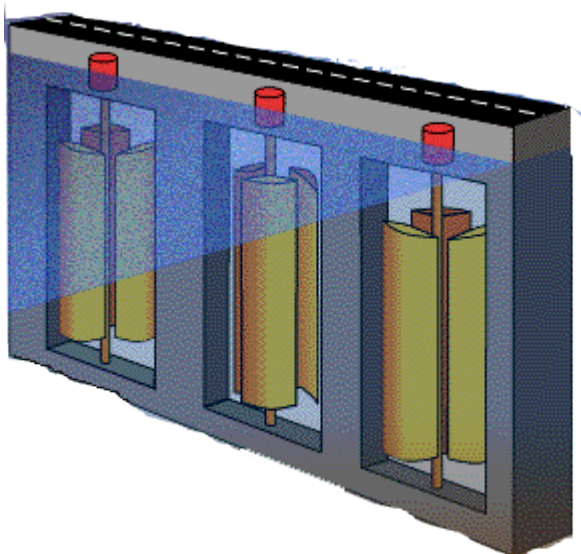
Αρκετά προγράμματα εκμετάλλευσης της παλιρροϊκής ενέργειας στην Μεγάλη Βρετανία προτείνουν τη χρήση κυλινδρικών τουρμπίνων. Σ αυτές η φτερωτή συνδέεται μέσω ενός μεγάλου άξονα με κάποια κλίση με τη γεννήτρια έτσι ώστε η πρόσβαση και η συντήρηση να είναι εύκολη.





### 5.2.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΡΑΧΤΩΝ

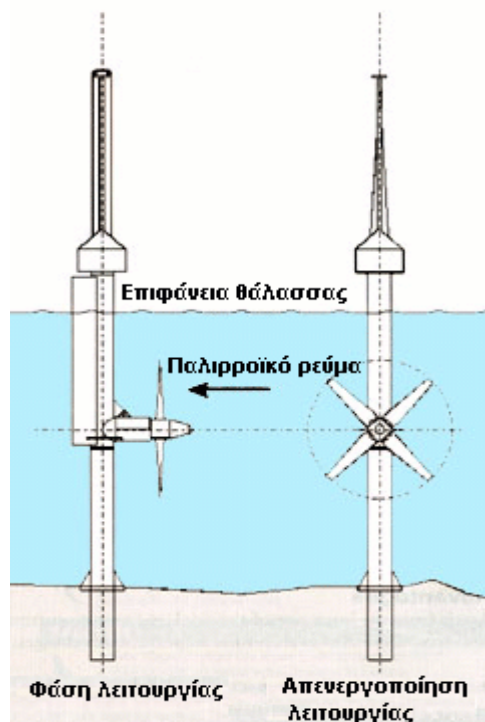
Οι παλιρροϊκοί φράχτες μοιάζουν με τεράστιες περιστρεφόμενες πόρτες που μπλοκάρουν εντελώς την είσοδο ενός καναλιού έτσι ώστε όλο το νερό της παλίρροιας να περνάει από αυτές.



### 5.2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Μετά τη πετρελαϊκή κρίση του 1970 προτάθηκε η χρήση παλιρροϊκών γεννητριών αλλά μόλις τα τελευταία 5 χρόνια άρχισε η κατασκευή τους όταν λειτούργησε η τουρμπίνα στο Loch Linnhe. Μοιάζει με ανεμογεννήτρια αλλά προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις προηγούμενες, μέσα στα οποία είναι και οι μειωμένες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι παλιρροϊκές γεννήτριες εκμεταλλεύονται τα παλιρροϊκά ρεύματα που κινούνται με ταχύτητα 2-3 m/s για να παράγουν ηλεκτρισμό μεταξύ 4 και 13 KW/m<sup>2</sup>.





Ενώ η παλιρροϊκή ενέργεια προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένης και της μεταφοράς της εξαιτίας της οικονομικής και τεχνικής ανάπτυξης κοντά στις εκβολές των ποταμών καθώς επίσης και μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου αφού δεν χρησιμοποιούνται στερεά καύσιμα, υπάρχουν ωστόσο σημαντικά περιβαλλοντικά μειονεκτήματα.

Η κατασκευή δεξαμενών στις εκβολές ποταμών μπορεί να αυξήσει το ιζήμα και τη θολερότητα του νερού στη δεξαμενή. Επιπλέον, θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στη ναυσιπλοΐα και τον τουρισμό αφού το βάθος της θαλάσσιας περιοχής θα μειωθεί λόγω αύξησης του ιζήματος. Πιθανόν το μεγαλύτερο πρόβλημα που θα μπορούσε να δημιουργήσει μια τέτοια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι οι επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Προς το παρόν πολύ λίγες μονάδες είναι σε λειτουργία για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε όλες τις συνέπειες που έχουν στο περιβάλλον.

### 5.3. ΘΕΡΜΙΚΗ

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 οC.

- Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.
- Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

## 6.ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, όπως συμβαίνει όταν ένα ποτάμι εκβάλλει στον ωκεανό. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ωσμωτική ενέργεια (ή γαλάζια ενέργεια) και ανακτάται όταν το νερό του ποταμού και το θαλασσινό νερό είναι διαχωρισμένα από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη και το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής.

Η ενέργεια είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της εντροπίας από την διαφορά αλατότητας μεταξύ του νερού του ποταμού με το θαλασσινό νερό. Η πρόκληση είναι η αξιοποίηση αυτής της ενέργειας, καθώς από την ανάμειξη που πραγματοποιείται αυξάνεται ελάχιστα τοπικά η θερμοκρασία του νερού. Σε ένα σύστημα που περιέχει νερό του ποταμού και θαλασσινό νερό η μέγιστη πίεση που μπορεί θεωρητικά να δημιουργηθεί είναι της τάξης των 26bar. Προϋπόθεση για την επίτευξη της πίεσης είναι η διατήρηση σε σταθερή τιμή της έντασης της πίεσης του θαλασσινού νερού. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από την ανάμειξη του γλυκού νερού με το θαλασσινό νερό μπορεί να γίνει αντιληπτή με την κατανόηση του φαινομένου της ώσμωσης, από όπου προκύπτει και το όνομα "ωσμωτική ενέργεια".

Οι μέθοδοι για την μετατροπή αυτής της ενέργειας σε ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας ημι-διαπερατές μεμβράνες είναι:

1. Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση (Reverse Electrodialysis, RED)
2. Παρατεταμένης-πίεσης Ώσμωση (Pressure Retarded Osmosis, PRO).

### 6.1. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ

Η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (Reverse Electrodialysis, RED)[2][3][4], επικεντρώνεται στην θεωρία της ηλεκτροδιάλυσης, όπου ιόντα αλατιού μεταφέρονται από το ένα διάλυμα, μέσω μεμβρανών ανταλλαγής ιόντων, προς το άλλο διάλυμα κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου. Οι μεμβράνες ανταλλαγής ιόντων είναι δύο τύπων: η μεμβράνη ανταλλαγής κατιόντων (Cation Exchange Membrane, CEM) και η μεμβράνη ανταλλαγής ανιόντων (Anion Exchange Membrane, AEM). Το θαλασσινό και το γλυκό νερό εισρέουν σε μια στοιβία εναλλασσόμενων καθόδων και ανόδων μεμβρανών ανταλλαγής ιόντων.

Κατά τη διάρκεια της ροής, τα ιόντα  $\text{Na}^+$  διαπερνούν μέσω των μεμβρανών ανταλλαγής κατιόντων προς την κατεύθυνση της καθόδου και τα ιόντα  $\text{Cl}^-$  διαπερνούν μέσω των μεμβρανών ανταλλαγής ανιόντων προς την κατεύθυνση της ανόδου. Το διάλυμα στη πλευρά της ανόδου είναι αρνητικά φορτισμένο, λόγω της μεταφοράς των αρνητικών ιόντων  $\text{Cl}^-$  προς την άνοδο. Η ηλεκτρική ουδετερότητα του διαλύματος στη πλευρά της καθόδου διατηρείται μέσω αναγωγής στην επιφάνεια της καθόδου, και στη πλευρά της ανόδου μέσω οξείδωσης στην επιφάνεια της ανόδου.

Ως αποτέλεσμα, ένα ηλεκτρόνιο μπορεί να μεταφερθεί από την άνοδο προς την κάθοδο μέσω ενός εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτό το ηλεκτρικό ρεύμα

και η διαφορά δυναμικού πάνω από τα ηλεκτρόδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η κινητήρια δύναμη για τη μετακίνηση των ιόντων είναι η διαφορά στην ελεύθερη ενέργεια μεταξύ της συμπυκνωμένης και της αραιωμένης πλευράς του διαλύματος. Η διαφορά δυναμικού επί των ηλεκτροδίων είναι ίση με τη διαφορά δυναμικού του γινομένου της διαφοράς δυναμικού στη μεμβράνη και τον αριθμό των μεμβρανών.

Για την αξιοποίηση αυτής της ενέργειας έχει ασχοληθεί μέχρι στιγμής η εταιρεία REDstack στην Ολλανδία έχοντας θέσει σε λειτουργία μονάδα 50 kW με το επόμενο βήμα να είναι η κατασκευή μονάδας RED ισχύος 1 MW.

## 6.2. ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η μέθοδος της Παρατεταμένης-πίεσης Ώσμωση (Pressure Retarded Osmosis, PRO), εξάγει ενέργεια όταν δυο διαλύματα με διαφορετικές τιμές αλατότητας (συνήθως το νερό του ποταμού με το θαλασσινό νερό) διαχωρίζονται από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη, η οποία αποτελείται από πορώδες στρώμα με μικρές οπές. Η μεμβράνη επιτρέπει μικρά μόρια, όπως τα μόρια του νερού, να διαπεράσουν μέσω αυτής. Τα μόρια άλατος, άμμου, λάσπης και άλλες προσμείξεις δεν μπορούν να διαπεράσουν στην αντίθετη πλευρά της μεμβράνης. Το νερό επιδιώκει να μειώσει την συγκέντρωση άλατος στην πλευρά της μεμβράνης που περιέχει το περισσότερο αλάτι. Το νερό για αυτό τον λόγο ρέει δια μέσω της μεμβράνης και αυξάνει την πίεση στην πλευρά του θαλασσινού νερού. Η πίεση αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας με την κίνηση υδροστρόβιλου παράγοντας ηλεκτρισμό.

Το γλυκό νερό εισέρχεται στη μονάδα και φιλτράρεται πριν καταλήξει στη μεμβράνη. Το 80-90% του γλυκού νερού μεταφέρεται δια μέσω της μεμβράνης, εξαιτίας του φαινομένου της ώσμωσης, στην πλευρά της μεμβράνης που περιέχει θαλασσινό νερό σε υψηλότερη πίεση. Το φαινόμενο της ώσμωσης αυξάνει την ογκομετρική ροή του νερού με υψηλή πίεση με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας με την περιστροφή τουρμπίνας. Το θαλασσινό νερό αντλείται από τη θάλασσα και φιλτράρεται πριν τροφοδοτηθεί στη πλευρά της μεμβράνης όπου καταλήγει και το γλυκό νερό από το φαινόμενο της ώσμωσης. Για την επίτευξη μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας η πίεση λειτουργίας θα πρέπει να είναι από 11 έως 15 bars.

Εκτιμάται ότι αυτό το είδος ανανεώσιμης ενέργειας έχει τη δυνατότητα από την ανάμειξη του γλυκού με του θαλασσινού νερού στις εκβολές να παράγει 1650 TWh το χρόνο παγκοσμίως, δηλαδή περίπου το 13% της τωρινής παγκόσμιας καταναλωμένης ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας από PRO έχει υψηλή απόδοση και έχει παραγωγική ικανότητα λειτουργίας περισσότερη από 7000 ώρες το χρόνο.

Παρά τις δυνατότητες, η ανάπτυξη ωσμωτικής μονάδας έχει εμποδιστεί από την έλλειψη μεμβράνης με υψηλή απόδοση για την διαδικασία PRO και σε χαμηλή τιμή. Η χρησιμοποίηση εμπορικά διαθέσιμων μεμβρανών που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές αφαλάτωσης είναι μη αποδοτικές παράγοντας λίγη ενέργεια. Για να θεωρηθεί ανταγωνιστική με οικονομικά κριτήρια η ωσμωτική μονάδα έναντι των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει η πυκνότητα ενέργειας της μεμβράνης

να είναι τουλάχιστον 5W/m<sup>2</sup>. Προς το παρόν, καμία μεμβράνη δεν έχει ξεπεράσει τα 3.5W/m<sup>2</sup> πυκνότητα ενέργειας με χρήση γλυκού και θαλασσινού νερού.

Η μορφή αυτή ανανεώσιμης ενέργειας δεν χρησιμοποιείται ακόμη για εμπορική χρήση, αλλά οι εξελίξεις τα τελευταία χρόνια οδήγησαν σε νέες μελέτες παραγωγής ενέργειας με τη μέθοδο PRO σε εργαστηριακή κλίμακα και στην κατασκευή της πρώτης πιλοτικής μονάδας το 2009 από την κρατική εταιρεία Statkraft, ισχύος 4 kW.

### **6.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ :

- Μηδενική εκπομπή CO<sub>2</sub>
- Συνεχή και σταθερή παροχή ενέργειας
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος και συντήρηση
- Ευέλικτη μονάδα ως προς τον σχεδιασμό
- Κατάλληλη για μικρές και μεγάλες μονάδες

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ :

- Μικρή τεχνολογική πρόοδος
- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- Λίγη ενέργεια ανά κυβικό μέτρο μεμβράνης
- Δεν είναι ακόμα εμπορικά αξιοποιήσιμη

## **7.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

Τρόπους να μειώσουν το κόστος των καυσίμων που ανεβάζει στα ύψη το λειτουργικό κόστος ενός πλοίου αναζητά η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία. Οι έρευνες και οι δοκιμές είναι πολλές και πάνω σε αυτές επενδύονται εκατοντάδες εκατομμύρια δολάρια.

Η τιμή του πετρελαίου βρίσκεται στα ύψη, κάτι το οποίο κάνει τις επενδύσεις στη ναυτιλία κοστοβόρες, μέσα στο σκληρό οικονομικό περιβάλλον που βιώνει ο πλανήτης.

Παράλληλα με τη μείωση του κόστους, οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας στοχεύουν στο να μειωθεί και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Από περιβαλλοντικής άποψης, οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα: καταναλώνουν σχετικά μικρές ποσότητες ενέργειας και οι απαιτήσεις σε υποδομή είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές των χερσαίων

μεταφορών. Λόγω της μικρής ενεργειακής τους κατανάλωσης οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τη ναυτιλία είναι σε χαμηλά επίπεδα συγκρινόμενες πάντα με το μεταφερόμενο όγκο φορτίου.

Όμως, σύμφωνα με στοιχεία του ΙΜΟ, του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού «οι εκπομπές διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου από τη ναυτιλία στην

Ευρωπαϊκή Ένωση θα φθάσουν και θα ξεπεράσουν αυτές από τις χερσαίες πηγές εκπομπής γύρω στο 2020».

Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας είναι το φυσικό αέριο, η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, το υδρογόνο και η πυρηνική.

Μεγαλύτερη εφαρμογή φαίνεται ότι θα έχει σε αυτή τη φάση η χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου στα πλοία.

Σύμφωνα με τους ειδικούς «το LNG είναι το καύσιμο του μέλλοντος» αν και είχε χρησιμοποιηθεί από ένα μικρό αριθμό πλοίων, τα λεγόμενα gas ships, για κάποιο χρονικό διάστημα.

### **7.1.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Όσον αφορά στη χρήση αιολικής ενέργειας οι Έλληνες πρωτοπορούν. Το 2011 η ελληνικών συμφερόντων ναυτιλιακή εταιρεία Anbro Maritime ανακοίνωσε ότι θα εγκαταστήσει στην πλώρη του φορτηγού πλοίου της «Aghia Marina», έναν από τους μεγαλύτερους αιολικούς χαρταετούς του κόσμου, κατασκευασμένος με τη τεχνολογία SkySails GmbH. Στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια που θα παράγει ο αιολικός χαρταετός για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμων μέχρι και 35%, ενώ κάτω από βέλτιστες καιρικές συνθήκες η μείωση της κατανάλωσης μπορεί να φθάσει περιοδικά έως και το 50%.

### **7.1.2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ**

Στις θάλασσες του κόσμου πλέον ηλιακά καταμαράν. Η ηλιακή ενέργεια δεν έχει δοκιμασθεί ακόμη σε εμπορικά πλοία. Σε πειραματικό στάδιο είναι και η χρήση πυρηνικής ενέργειας σε εμπορικά πλοία.

Όσο αφορά το υδρογόνο ως εναλλακτική μορφή ενέργειας, πολλά έχουν γραφτεί μέχρι σήμερα χωρίς όμως να έχει προχωρήσει το θέμα. Όπως επισημαίνουν οι ειδικοί, είναι ένα καύσιμο που ναι μεν δε ρυπαίνει το περιβάλλον, αλλά προς το παρόν λαμβάνεται κυρίως από υδρογονάνθρακες και νερό με χρήση άλλων ενεργειακών πηγών είτε συμβατικών είτε ανανεώσιμων.

Η ναυτιλία εκσυγχρονίζεται, τα πλοία «πρασινίζουν» και η θάλασσα γίνεται και πάλι γαλάζια. Αυτό είναι το οικολογικό όραμα ορισμένων ναυπηγών που ορθώνουν φουτουριστικά πανιά ικανά να εκμεταλλεύονται την αιολική ενέργεια, καθώς και ατελείωτες επιφάνειες φωτοβολταϊκών που ακολουθούν και «δαμάζουν» τον ήλιο.

Η παγκόσμια ναυτιλία ευθύνεται για το 3% των ρύπων παγκοσμίως, εκλύοντας τεράστιες ποσότητες σωματιδίων άνθρακα στην ατμόσφαιρα που επιβαρύνουν τις παράκτιες περιοχές. Με δεδομένη τη συνεχή αύξηση του όγκου του εμπορίου θα πρέπει να αναμένουμε αύξηση και των ρύπων που προκαλούν τα πλοία, για τους οποίους ήδη συζητείται η θέσπιση πιο αυστηρών προδιαγραφών. Η αστάθεια και η αύξηση των τιμών του πετρελαίου, από την άλλη, καθιστά το μέλλον των θαλάσσιων μεταφορών αβέβαιο. Η αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα συμβάλλει στη διαμόρφωση βιώσιμων λύσεων στον τομέα της μεταφοράς αγαθών.

## 7.2. ΠΑΝΙΑ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

Το τρικάρτο φορτηγό πλοίο 3.000 τόνων που σχεδίασε η βρετανική εταιρεία B9 Energy Group διαθέτει hi-tech πανιά που έχουν σχεδιαστεί ώστε να ξεδιπλώνονται ή να μαζεύονται με το πάτημα ενός κουμπιού. Σε αντίθεση με τα σημερινά φορτηγά, στην περίπτωση του φουτουριστικού ιστιοφόρου όλες οι διαδικασίες θα πραγματοποιούνται αυστηρά από τη γέφυρα του πλοίου χάρη σε ένα καινοτόμο σύστημα αυτοματισμών. Υπολογίζεται ότι η δύναμη του ανέμου θα προσφέρει το 60% της ενέργειας κίνησης, κάτι που κατά την εταιρεία σημαίνει ότι η εξοικονόμηση καυσίμων θα είναι τεράστια. Ενώ όταν ο άνεμος δεν θα είναι αρκετός, θα αναλαμβάνει δράση ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης που φέρει την υπογραφή της Rolls-Royce και λειτουργεί με βιοαέριο παραγόμενο από οργανικά απόβλητα (σκουπίδια). Κατ' αυτόν τον τρόπο η ενέργεια που θα κινεί το πλοίο θα είναι 100% «οικολογική».



«Οι καινοτόμες τεχνολογίες που αναπτύσσονται από την εταιρεία B9 είναι περισσότερο από ευπρόσδεκτες, καθώς δείχνουν ότι η ναυτιλία με χαμηλές εκπομπές

ρύπων είναι εφικτή» αναφέρει χαρακτηριστικά ο βρετανός υπουργός Ναυτιλίας Μάικ Πένινγκ.

### 7.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΠΛΟΙΑ

Μια σειρά από υβριδικά επιβατηγά τριμαράν και φορτηγά πλοία προτείνει η αυστραλιανή εταιρεία Solar Sailor με σκοπό να περιοριστούν δραματικά οι δαπάνες κίνησης. Πρόκειται, σε αντιστοιχία με ότι συμβαίνει στο χώρο του αυτοκινήτου, για α) υβριδικά σειριακής λειτουργίας και β) για υβριδικά παράλληλης λειτουργίας. Στην πρώτη περίπτωση, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης χρησιμοποιείται για τη λειτουργία μιας γεννήτριας που τροφοδοτεί με ρεύμα τον ηλεκτροκινητήρα. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι αυτός που μόνος του κινεί την προπέλα. Στη δεύτερη περίπτωση ηλεκτροκινητήρας και κινητήρας εσωτερικής καύσης κινούν από κοινού ή εναλλάξ την προπέλα. Εννοείται ότι η διαχείριση της ισχύος πραγματοποιείται με τη βοήθεια υπολογιστή.

Από κει και πέρα το λόγο έχουν τα ηλιακά πανιά, που αξιοποιούν όχι μόνο την ενέργεια του ήλιου, αλλά και την αιολική, αφού λειτουργούν σε κάποιο βαθμό όπως και τα παραδοσιακά πανιά. Σύμφωνα με την εταιρεία, τα ηλιακά πανιά εκτιμάται ότι θα οδηγούν σε εξοικονόμηση του συνολικού κόστους καυσίμων για την κίνηση του πλοίου της τάξεως του 40%-60%.

«Οι εταιρείες εξόρυξης αναφέρουν ότι τα καύσιμα που απαιτούνται για τη μεταφορά ενός τόνου σιδηρομεταλλεύματος αγγίζουν το 90% του συνολικού κόστους» αναφέρει ο γενικός διευθυντής της εταιρείας, Ρόμπερτ Ντέιν. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις πιέσεις που ασκεί ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (IMO) για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων ρύπων κατά 25%-30% μέχρι το 2030, οδήγησε την εταιρεία στη δημιουργία πλοίων που κινούνται με τη βοήθεια κινητήρων εσωτερικής καύσης και φωτοβολταϊκών συστημάτων.



Ανάμεσα στα πρωτότυπα σχέδια των Αυστραλών συγκαταλέγονται Aquatankers (δεξαμενόπλοια για μεταφορά νερού, κοινώς «νερουλάδικα») και τριμαράν όπως το BayTri. Τα πρώτα αποτελούν υδροφόρα τάνκερ με ηλιακά κατάρτια με δυνατότητα ανάκλισης. Η φόρτωση και η εκφόρτωσή τους θα πραγματοποιούνται με τη βοήθεια μικρών πλωτών σταθμών, γνωστών και ως Single Point Moorings (SPM), που θα συνδέονται με κεντρικές δεξαμενές μέσω ενός συστήματος χερσαίων και υποθαλάσσιων σωληνώσεων.

Το BayTri, χωρητικότητας 600 επιβατών, πάλι, χάρη στο γιγαντιαίο «λοφίο» φωτοβολταϊκών που φέρει στο επάνω μέρος του, μπορεί μέσα σε μόλις τέσσερις ώρες να συλλέγει αρκετή ηλιακή ενέργεια για την ηλεκτροδότηση ενός μέσου δυτικού σπιτιού για έξι ολόκληρες ημέρες.

## 7.4. ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. Ονομάζεται Aquarius (Υδροχόος) και αποτελεί την πρόταση της ιαπωνικής εταιρείας Eco Marine Power. Το φορτηγό πλοίο με τα αμέτρητα όρθια πάνελ φωτοβολταϊκών θα είναι σε θέση να εκμεταλλεύεται τόσο την αιολική όσο και την ηλιακή ενέργεια.



Σύμφωνα με τους υπευθύνους της εταιρείας, αν και το συγκεκριμένο concept αναπτύχθηκε αρχικά με πρότυπο τα μεγάλα δεξαμενόπλοια, θα μπορούσε παρ' όλα αυτά να εφαρμοστεί και σε μικρότερα πλοία – π.χ., επιβατηγά και οχηματαγωγά φέρι μπόουτ, τουριστικά πλοία και φορτηγά μικρότερου μεγέθους που πραγματοποιούν παράκτια δρομολόγια.

Βάσει του «πράσινου» σχεδίου, η στρατιά των φωτοβολταϊκών θα ελέγχεται εύκολα και γρήγορα μέσω ενός έξυπνου συστήματος ηλεκτρονικού υπολογιστή που, ανάλογα



με τις καιρικές συνθήκες, θα μετατοπίζει το βάρος της ενεργειακής παραγωγής από τον ήλιο στον άνεμο.

Αν όλα αυτά πραγματοποιηθούν, τότε θα μιλάμε για μια τραγική ειρωνεία: πετρελαιοφόρα που θα ταξιδεύουν χάρη στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

**2. Φορτηγά πλοία κινούμενα με αιολική ενέργεια** ενδέχεται να αντικαταστήσουν στο μέλλον τα συμβατικά πλοία που κινούνται με αργό πετρέλαιο και τα παράγωγά του, μειώνοντας την παραγόμενη ρύπανση έως και κατά 80%, σύμφωνα με πρόσφατη ανακοίνωση ομάδας Νορβηγών μηχανικών.

Το «αιολικό πλοίο» ονομάζεται Vindskip και σχεδιάστηκε από το Νορβηγό μηχανικό Τέργε Λάντε με σκοπό να μειώσει το υψηλό κόστος των καυσίμων και να βοηθήσει τις ναυτιλιακές εταιρείες να συμμορφωθούν με τις νέες οδηγίες για τις επιβλαβείς εκπομπές αερίων.

Σχεδόν το 90% όλων των αγαθών μεταφέρεται διεθνώς με πλοία, και για αυτό το λόγο ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO) σκοπεύει να μειώσει τον αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο των φορτηγών πλοίων.

Από το 2020 τα πλοία θα επιτρέπεται να χρησιμοποιούν, στις περισσότερες περιοχές, καύσιμα με μέγιστη περιεκτικότητα θείου 0,1%. Ωστόσο, τα καύσιμα αυτού του τύπου είναι υψηλότερου κόστους από αυτά που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σήμερα.

Ο Λάντε βρήκε λύση σε αυτό το πρόβλημα σχεδιάζοντας ένα πλοίο το οποίο χρησιμοποιεί αιολική ενέργεια, με τον σκελετό του να χρησιμοποιείται ως συμμετρική αεροτομή. Στην ανοικτή θάλασσα, το Vindskip θα επωφελείται από τους δυνατούς ανέμους, καθιστώντας το ενεργειακά αποδοτικό, ενώ στα περάσματα με ανέμους χαμηλών εντάσεων, το πλοίο θα χρησιμοποιεί ένα σύστημα με υγροποιημένο φυσικό αέριο.

Η κατανάλωση καυσίμων του πρότυπου πλοίου εκτιμάται πως θα είναι 40% μικρότερη σε σύγκριση με ένα συμβατικό φορτηγό πλοίο, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να μειωθούν έως και κατά 80%, σύμφωνα με τον Λάντε.

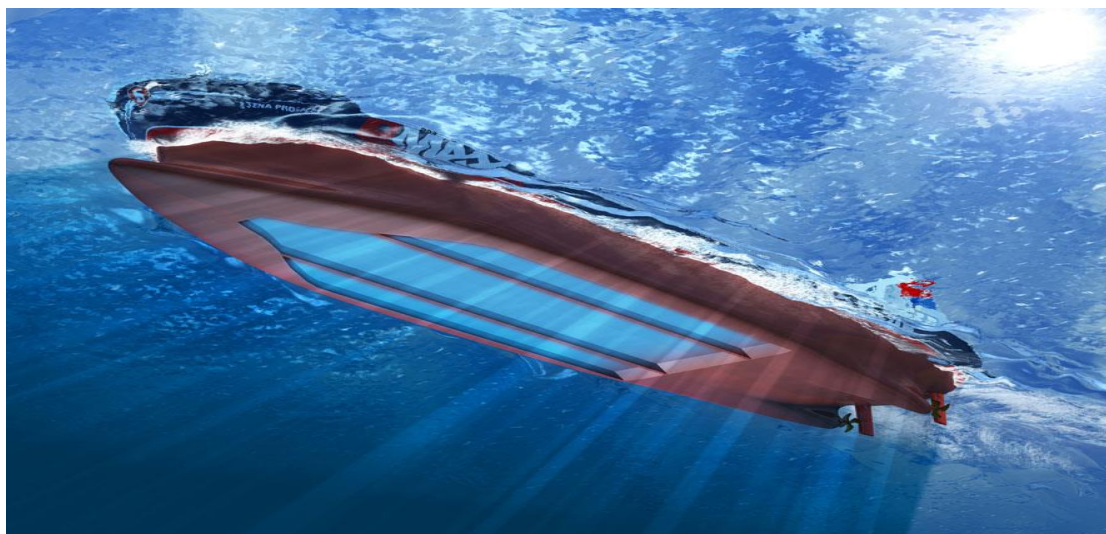
Το πλοίο θα χρησιμοποιεί επίσης ένα νέο λογισμικό που υπολογίζει τη βέλτιστη πορεία για την εκμετάλλευση της μέγιστης διαθέσιμης αιολικής ενέργειας, χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα και μεγιστοποιώντας την ενεργειακή απόδοση.

Το υβριδικό πλοίο αναμένεται να πλεύσει επίσημα για πρώτη φορά το 2019, εάν όλες οι δοκιμές στεφθούν με επιτυχία.

## **7.5. ΣΤΡΩΜΑ ΑΕΡΑ ΜΕΙΩΝΕΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ**

Εναν πρωτότυπο τρόπο να περιορίσουν την κατανάλωση καυσίμων σκέφτηκαν οι ειδικοί της σουηδικής εταιρείας Stena Rederi AB, του Ινστιτούτου SSPA και του

Πανεπιστημίου Τεχνολογίας Chalmers: επινόησαν ένα οικολογικό τάνκερ που στο κάτω μέρος του φέρει ένα προηγμένο σύστημα «λίπανσης» με... αέρα το οποίο του επιτρέπει να «γλιστρά» απαλά επάνω του.



Το δεξαμενόπλοιο μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου Stena E-max air, όπως ονομάζεται, χάρη στο θαυματοργό «μαξιλαράκι» αέρος, υπολογίζεται ότι καταναλώνει κατά 32% λιγότερα καύσιμα συγκριτικά με συμβατικά τάνκερ του μεγέθους του περιορίζοντας έτσι σημαντικά το ενεργειακό αποτύπωμά του. Κάτι τέτοιο, όπως εξηγούν οι ειδικοί, συμβαίνει ακριβώς επειδή το σύστημα αέρινου «μαξιλαριού» περιορίζει σημαντικά την τριβή του τάνκερ με το νερό, όπως επίσης και την αντίσταση που συναντά εν πλω. Στην ίδια λογική και άλλες εταιρείες έχουν παρουσιάσει παρόμοια σχέδια που επιτρέπουν σε πλοία να «πετούν» με κατεύθυνση ένα υγιές περιβάλλον.

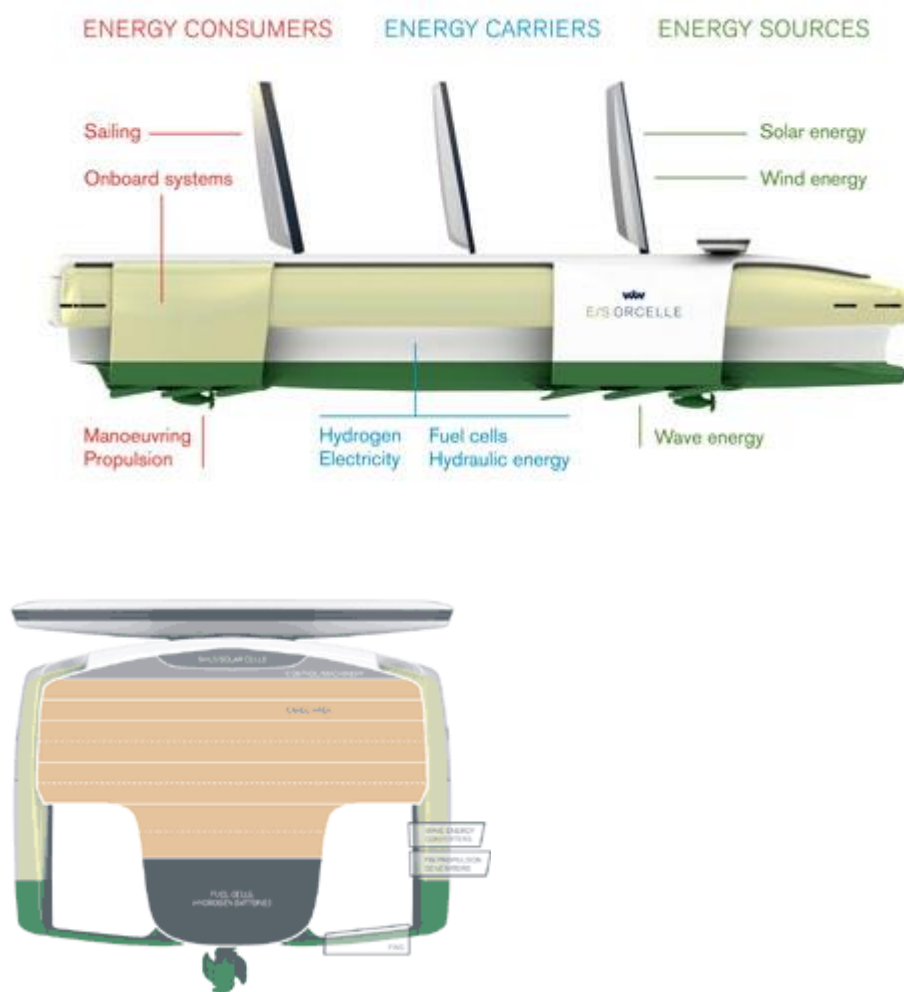
## 7.6. Wallenius Wilhelmsen

Η ναυτιλιακή εταιρεία «Wallenius Wilhelmsen» παρουσιάζει στην Παγκόσμια έκθεση EXPO 2005, στο Aichi της Ιαπωνίας, ένα πρότυπο-μακέτα του πρώτου πλοίου Ro Ro, το οποίο θα κινείται αποκλειστικά με ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μάλιστα δεν θα έχει και θαλασσινό νερό για έρμα.

Το πλοίο θα χρησιμοποιεί για την κίνηση του την ηλιακή ενέργεια, η οποία θα συλλέγεται μέσω των τεραστίων ιστίων-panels και τα οποία θα εκμεταλλεύονται και την αιολική ενέργεια λειτουργώντας ταυτοχρόνως και σαν πανιά. Επίσης θα εκμεταλλεύεται την ενέργεια των κυμάτων. Η μισή ενέργεια του πλοίου θα παράγεται από «fuel cells», η οποία είναι η πλέον ραγδαία αναπτυσσόμενη «καθαρή» τεχνολογία.

Το πλοίο έχει μήκος 820 ft (270 m) και θα έχει επιφάνεια γκαράζ 85.000 m<sup>2</sup> ( ίση με 16 γήπεδα ποδοσφαίρου) σε 8 decks για 10.000 αυτοκίνητα. Η υπηρεσιακή ταχύτητα θα είναι περίπου 15 knots.

Πρόκειται για το πρώτο απολύτως καθαρό πλοίο, με μόνα παράγωγα: θερμότητα και υδρατμούς. Και μάλιστα χωρίς θαλάσσιο έρμα, το οποίο κατηγορείται για βλαβερές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.



## 7.7. Eco Marine Power (EMP)

Eco Marine Power (EMP) ανακοίνωσε ότι η ClassNK την τίμησε με την αποδοχή του καινοτόμου συστήματος ηλιακής ενέργειας Aquarius Marine Solar Power που πρόκειται να ενσωματωθεί πάνω σε μεγάλης κλάσης πλοία.

Αυτό το επίτευγμα αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προόδου για την EMP και επίσης δίνει τη δυνατότητα σε μια καινοτόμο λύση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να λάβει τη θέση που της αξίζει στη ναυτιλιακή αγορά. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μπορεί να εγκατασταθεί εύκολα, μαζί με άλλα συστήματα επί διαφόρων τύπων πλοίων.

Η EMP σχεδιάζει τώρα να προχωρήσει παραπέρα και να εμφανίσει δύο ναυτιλιακά πακέτα ηλιακής ενέργειας: το 1ο από αυτά θα είναι το Aquarius Marine Solar Power και το 2ο είναι το Aquarius MAS + Solar. Το τελευταίο πρόκειται να συμπεριλάβει

επιπλέον υλικό hardware καθώς και λογισμικό (software) που θα επιτρέπει στο σύστημα να πραγματοποιεί διάφορες λειτουργίες, όπως η παρακολούθηση των επιπέδων κατανάλωσης καυσίμων κλπ.

Τα ναυτιλιακά συστήματα ηλιακής ενέργειας της εταιρείας διαθέτουν ένα υπολογιστικό σύστημα που συνοδεύεται από μια οθόνη LCD, ρυθμιστές φόρτισης της μπαταρίας, μονάδες διασύνδεσης/ελέγχου, αποθήκευσης ενέργειας, κατάλληλους για θαλάσσια συλλέκτες ηλιακής ενέργειας και διάφορες συσκευές επεξεργασίας δεδομένων.

Η ενεργεια από το Aquarius MAS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή συνεχούς (DC) ή εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος (μέσω της χρήσης ενός μετατροπέα) και μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για την παροχή μιας αξιόπιστης εφεδρικής πηγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αντίθεση με τα κλασσικά εφεδρικά συστήματα, οι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας επιτρέπουν την επαναφόρτιση.

Κάθε σύστημα θαλάσσιας ηλιακής ενέργειας της EMP ενσωματώνει το Aquarius MAS, που είναι σε θέση να ρυθμίσει τον διακόπτη on/off, να παρακολουθεί την απόδοση των συλλεκτών ηλιακής ενέργειας καθώς και να διαχειρίζεται το πακέτο μπαταριών συν τα αρχεία καταγραφής δεδομένων, να υπολογίζει τις εκπομπές καυσαερίων, να προειδοποιεί για δυσλειτουργίες του συστήματος και να καταγράφει την κατανάλωση καυσίμων, μεταξύ άλλων διαδικασιών.

Η πλατφόρμα hardware και software του Aquarius MAS αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τον καθιερωμένο και αξιόπιστο καταγραφέα δεδομένων KEI 3240 ως βάση. Ο καταγραφέας δεδομένων έχει ήδη καταφέρει να εδραιώσει τη θέση του στην πλειοψηφία των πλοίων – εκπαιδευτικών σκαφών, πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου μεταλλεύματος, δεξαμενόπλοιων, ρυμουλκών κλπ.

Τα ναυτιλιακά συστήματα αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας της εταιρείας ακολουθούν την πεπατημένη της ιαπωνικής εταιρείας Furukawa Battery Company και προωθούν τη σειρά μπαταριών FCP-500/FCP-1000 ή τις FC38-12 Valve Regulated Lead Acid (VRLA) μπαταρίες (όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στο Blue Star Delos).

## 8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.helmepacadets.gr/gr/shipping/the-role-of-shipping>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82\\_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82)
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1)
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm)

- <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>
- <http://www.allaboutenergy.gr/HliakiEnergeia.html>
- <http://www.hellasnrg.gr/el/content/energitika-iliaka-systimata>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C\\_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1)
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_photovol.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol.htm)
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1)
- <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=287>
- <http://www.allaboutenergy.gr/AiolikiEnergeia.html>
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_wind.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm)
- [http://users.sch.gr/imarinakis/aeolian\\_energy.htm](http://users.sch.gr/imarinakis/aeolian_energy.htm)
- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/oceans.htm>
- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/wavenergy.htm>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A9%CF%83%CE%BC%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A9%CF%83%CE%BC%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1)
- <http://www.naftikachronika.gr/2017/12/14/pros-mia-energeiaka-apodotikoteri-ploigisi-ton-ploion/>
- <http://www.shipfriends.gr/forum/topic/344-%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B5-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/>
- <http://www.pemptousia.gr/2012/01/prasini-naftilia/>
- <http://www.naftemporiki.gr/story/921649/fortiga-ploia-kinoumena-me-aioliki-energeia>
- <http://www.protothema.gr/economy/article/247293/naytilia-ependyoyn-ekat-dolgia-na-broy-n-fthhna-kaysima-gia-ta-ploia/>
- <http://www.e-nautilia.gr/anagorizetai-apo-ti-class-nk-to-sistema-iliakis-energeias-tis-emp/>