ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<<Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ>>

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:ΚΑΒΟΥΣΑΝΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ 3291 / ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ 3298

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ.ΡΟΜΠΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ



ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2012

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ....4

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.... 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 7

1.1 Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών 7

1.2 Πάρκα αιολικής ενέργειας 9

1.3Υπεράκτια πάρκα.... 12

1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας.... 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 22

2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα – βιοκλιματική αρχιτεκτονική 25

2.2. Ηλιακή θέρμανση (ενεργητικά ηλιακά συστήματα) 31

2.3. Θερμότητα από τον Ήλιο.... 32

2.4. Ηλιακή θέρμανση νερού 34

2.5. Ηλιακός θερμοσίφωνας 36

2.5.1. Βασικές αρχές λειτουργίας.... 36

2.6. Φωτοβολταϊκά Συστήματα.... 39

2.6.1. Κατηγορίες Φ/Β Συστημάτων.... 40

2.6.2. Τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια.... 41

2.6.3. Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων 41

2.6.4. Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη των Φ/Β στην Ελλάδα 42

2.6.5. Λειτουργία οικιακών συσκευών από φωτοβολταϊκά στοιχεία.... 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.... 46

3.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας.... 47

3.2 Ιστορική αναδρομή.... 48

3.3 Η υδροηλεκτρική μονάδα.... 50

3.4 Μικρά υδροηλεκτρικά έργα 53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΒΙΟΜΑΖΑ 55
4.1. Η βιομάζα στην Ελλάδα 59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 60
5.1. Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων 61
5.2. Φυσικά γεωθερμικά πεδία 63
5.3. Εφαρμογές 65
5.4. Η γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα 67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ 70
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 76

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός: Σκοπός της εργασίας είναι να αναλυθεί η τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα οφέλη από τη χρήση τους. Επιπλέον αναδεικνύεται η ανάγκη να διεισδύσουν περισσότερο αυτές οι τεχνολογίες στην Ελλάδα.

Μεθοδολογία: Η εργασία είναι βιβλιογραφική και αποτελείται από έξι κεφάλαια κάθε ένα από τα οποία αφιερώνεται σε μια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι πληροφορίες που παρουσιάζονται συλλέχθηκαν κυρίως μέσω αναζήτησης στο διαδίκτυο.

Συμπεράσματα: Από την παρούσα εργασία καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι για την Ελλάδα η αιολική ενεργεία αποτελεί μια αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα της ενεργειακής-τεχνολογικής εξάρτησης από το εξωτερικό, στον περιορισμό των εκπομπών ρίπων και στην αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης μέσω της εισαγωγής κεφαλαίων, της δημιουργίας εγχώριας προστιθεμένης αξίας και θέσεων απασχόλησης. Παρά το ευνοϊκό περιβάλλον, τα σημαντικότερα προβλήματα που περιορίζουν τις αναπτυξιακές προοπτικές του κλάδου στην χώρα μας, όπως η ανεπάρκεια του κρατικού μηχανισμού, οι αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού καθώς και ο ασθενής βιομηχανικός ιστός της Ελλάδας αφήνουν ατελή τα περισσότερα σχέδια για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σκοπός επόμενων ερευνητών θα πρέπει να είναι η μελέτη των γεωθερμικών πεδίων που δεν έχουν ερευνηθεί μέχρι σήμερα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η διεξαγωγή ερευνών ώστε η χρήση των φωτοβολταικών κατόπτρων να γίνει πιο οικονομική. Να μελετηθούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που εφαρμόζονται σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας έχοντας σκοπό , εκτός από την παρουσίαση τους , την ζήτηση για επιμέρους χρηματοδοτήσεις εκ μέρους της Ε.Ε.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ως ανανεώσιμες πηγές θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (όπως για παράδειγμα του πετρελαίου ή του άνθρακα) που από τη φύση τους ανανεώνονται και είναι διαρκώς διαθέσιμες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δύο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχήν για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση (εξόρυξη, άντληση, καύση) όπως συμβαίνει 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 που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα (Ανώνυμος, 2011).

Το κόστος των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Ενδεικτικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2010 το 25% της ενέργειας θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρική και βιομάζα) (Ανώνυμος, 2011).

Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολλά. Καταρχάς είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου. Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής (Ανώνυμος, 2011).

Από την άλλη πλευρά έχουν και ορισμένα μειονεκτήματα. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης. Για αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων. 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. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη και ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (όπως για παράδειγμα σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό και έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Ανώνυμος, 2011).

Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η αιολική, η ηλιακή, η υδραυλική, η βιομάζα, η γεωθερμική και η ενέργεια από τους ωκεανούς. Σε αυτές θα γίνει λόγος στην παρούσα εργασία. Σκοπός της εργασίας είναι να αναλυθεί η τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα οφέλη από τη χρήση τους. Επιπλέον αναδεικνύεται η ανάγκη να διεισδύσουν περισσότερο αυτές οι τεχνολογίες στην Ελλάδα. Η εργασία είναι βιβλιογραφική και αποτελείται από έξι κεφάλαια κάθε ένα από τα οποία αφιερώνεται σε μια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Χαρακτηρίζεται «ήπια μορφή ενέργειας» και περιλαμβάνεται στις «καθαρές» πηγές όπως συνηθίζεται να αποκαλούνται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία των πρώτων πλοίων (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012). Αργότερα οι άνθρωποι άρχισαν να χρησιμοποιούν ανεμόμυλους και νερόμυλους προκειμένου να αλέσουν το σιτάρι τους. Ονομάζεται αιολική καθώς στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου. Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται ακόμα και στις μέρες μας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται για να κινούν αντλίες που ανυψώνουν το νερό πάνω από το έδαφος ή τροφοδοτούν γεννήτριες για το φωτισμό απόμακρων περιοχών (Βίτα – Φίντσι, 1991).

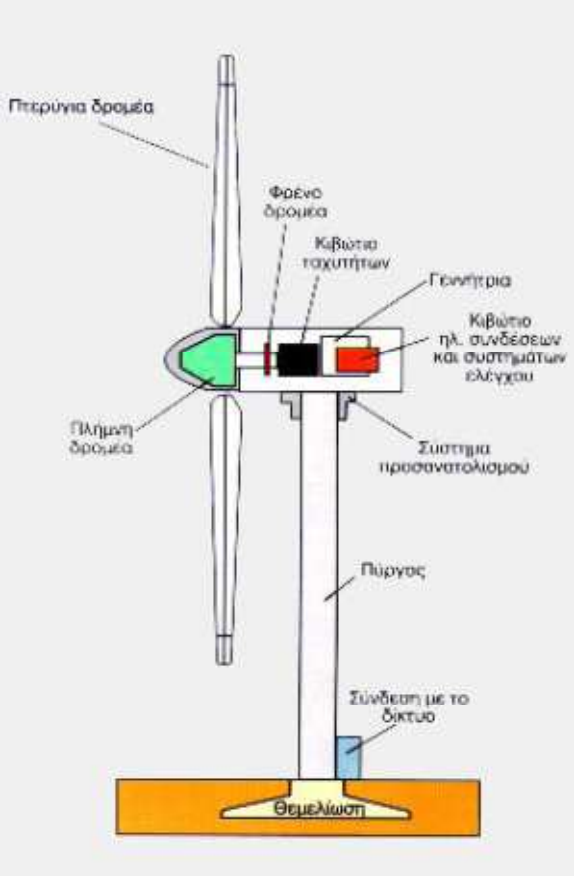
1.1 Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών

Οι σημερινές ανεμογεννήτριες έχουν οριζόντιο άξονα 2 ή 3 πτερυγίων με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400 kW (κιλοβατόρες). Όταν εντοπιστεί μια περιοχή με πολλούς ανέμους και εφόσον έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες οι οποίες απαρτίζουν το «αιολικό πάρκο», στο οποίο θα αναφερθούμε στην επόμενη υποενότητα (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Η εγκατάσταση της κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012). Ο πύργος είναι κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους (Μπινόπουλος & Χαβιαρόπουλος, 2012). Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια) και ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος

περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Έπειτα γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Από την παραπάνω περιγραφή της κατασκευής της ανεμογεννήτριας γίνεται κατανοητό ότι εκτός από τον πύργο άλλα τμήματα της είναι ο θάλαμος, τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και τα πτερύγια. Ο θάλαμος περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονας, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων και ηλεκτρογεννήτρια). Ο κύριος άξονα με το σύστημα πέδησης είναι παρόμοιος με τον άξονα των τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μιας και με τη διαφορά ότι έχει μόνο μια σχέση. Η ηλεκτρογεννήτρια είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη ή με τις γεννήτριες που υπάρχουν σε εξοχικές κατοικίες. Τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας αποτελούνται από ένα ή περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες. Τα πτερύγια είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες) παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι δε σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις (Μπινόπουλος & Χαβιαρόπουλος, 2012).



Εικόνα 1: Τα τμήματα μιας ανεμογεννήτριας (Δαγκαλίδης, 2010)

1.2 Πάρκα αιολικής ενέργειας

Στις μέρες μας υπάρχουν πάρκα αιολικής ενέργειας σε περιοχές με δυνατούς και σχετικά σταθερούς ανέμους. Ένα τέτοιο πάρκο βρίσκεται στο Σαν Φρανσίσκο και έχει περισσότερες από 2000 αερογεννήτριες. Η κατασκευή και η λειτουργία αυτών των μηχανημάτων στοιχίζει πολύ (Βίτα – Φίντσι, 1991).



Εικόνα 2: Ένα από τα λίγα αιολικά πάρκα που υπάρχουν στην Ελλάδα (Ανώνυμος, 2009α)

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές να προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα ενώ στο γεγονός αυτό συμβάλλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα ο νέος αναπτυξιακός νόμο 3299/04 σε συνδυασμό με το νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06 παρέχει ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012). Ακόμα αιολικά πάρκα μπορεί να

συναντήσει κανείς στην Εύβοια, τις Κυκλάδες, την Ανατολική Κρήτη, τη Λακωνία και αλλού (Δαγκαλίδης, 2010).

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών όπως το αιολικό πάρκο «Μανολάτη - Ξερολίμπα» του δήμου Διλινάτων στο Αργοστόλι στην Κεφαλονιά. Στο ίδιο νησί έχουν ήδη δημιουργηθεί δυο ακόμα αιολικά πάρκα: το αιολικό πάρκο «Αγία Δυνατή» του δήμου Πυλαρέων και το αιολικό πάρκο «Ημεροβίγλι» στα διοικητικά όρια των δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Με τη λειτουργία των τριών αιολικών πάρκων ο νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 75,6 kW ηλεκτρικής ισχύος. Επιπλέον σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής ανέρχονται σε 50 MW (μεγαβάτ). Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμα νησιά της επικράτειας (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Μία από τις επιχειρήσεις που χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο των δράσεων του ΕΠΑΝ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν και η εταιρεία Ρίκας Αιολική Θράκη ΙΙ ΑΕΒΕ η οποία δημιούργησε το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα συνολικής ισχύος 40,3 MW. Το αιολικό πάρκο είναι σε υψόμετρο 1300 μέτρων στην περιοχής Πατριάρχες, κοινότητας Κέχρου στο νομό Ροδόπης και τροφοδοτεί το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια καθώς έχει συνδεθεί μέσω υποσταθμού ανύψωσης τάσης (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Το έργο ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2004. Ενισχύει την οικονομική δραστηριότητα την περιφερειακή ανάπτυξη και απασχόληση, συμβάλλει στην ανάπτυξη της ελληνικής βιομηχανίας και της σχετικής τεχνογνωσίας στη Θράκη, δίνει τη δυνατότητα για αύξηση απασχόλησης του ανθρωπίνου δυναμικού της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης τόσο κατά την εγκατάσταση όσο και για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών ενώ συνεισφέρει και στην κατάρτιση σπουδαστών και φοιτητών στα τεχνικοοικονομικά θέματα της αιολικής ενέργειας (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα αναμένεται να λειτουργήσει εντός του επόμενου χρόνου στο όρος Βέρμιο. Θα είναι ισχύος 514 MW, θα διαθέτει 207

ανεμογεννήτριες και κατασκευάζεται από την ισπανική εταιρεία Acciona σε συνεργασία με την ελληνική εταιρεία «Έντεκα». Η κατασκευή του θα γίνει σε μια έκταση 120.000 στρεμμάτων στην ευρύτερη περιοχή του Σελίου και το έργο θα ολοκληρωθεί σε δύο φάσεις. Υπολογίζεται ότι θα κοστίσει 300.000.000 ευρώ. Σε πρώτη φάση θα τοποθετηθούν 107 ανεμογεννήτριες ισχύος 214 MW που θα καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες περίπου 30.000 νοικοκυριών. Το αιολικό πάρκο θα κατασκευαστεί μακριά από οικισμούς σε υψόμετρο 1.500 μέτρων (Ανώνυμος, 2009β).

1.3Υπεράκτια πάρκα

Τα υπεράκτια πάρκα δεν είναι τίποτε άλλο παρά η εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών σε θαλάσσιες περιοχές με σκοπό την αύξηση των κατάλληλων περιοχών δημιουργίας αιολικών πάρκων. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται και η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας «φιλικής» προς το περιβάλλον και ιδιαίτερα από χώρες μικρές όπως για παράδειγμα η Ελλάδα όπου οι κατάλληλες περιοχές στη ξηρά για δημιουργία αιολικών πάρκων είναι περιορισμένες ενώ από την άλλη πλευρά διαθέτει ατελείωτες θαλάσσιες περιοχές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό. Ακόμα έχει βρεθεί ότι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή στην ξηρά γεγονός που κάνει αποδοτικότερη τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).



Εικόνα 3: Χαρακτηριστικό παράδειγμα ανεμογεννήτριας υπεράκτιου αιολικού πάρκου (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012)

Σε παγκόσμιο επίπεδο η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ακόμα σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με αυτή που παράγεται από πάρκα ξηράς. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία (Ιούνιος 2010) του Ινστιτούτου για την ενέργεια του κοινού κέντρου ερευνών της Ευρωπαϊκής Ένωσης το ποσοστό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο από υπεράκτια αιολικά πάρκα σε σχέση με τα πάρκα της ξηράς είναι 1,2%. Πράγματι μέχρι το τέλος του 2009 η ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε σε όλο τον κόσμο από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας ήταν 160 GW και από αυτή μόνο τα 2 GW παράχθηκαν από ανεμογεννήτριες του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).



Εικόνα 4: Υπεράκτιο πάρκο στο Βέλγιο (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012)

Το θαλάσσιο περιβάλλον δίνει περισσότερη ελευθερία στην εύρεση κατάλληλης περιοχής για εγκατάσταση αιολικού πάρκου χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η επιλογή της περιοχής γίνεται αυθαίρετα. Για να επιλεγεί κάποια περιοχή πρέπει να πληρεί κάποια βασικά κριτήρια τα οποία θέτονται από την εκάστοτε χώρα. Συνήθως αυτά τα κριτήρια έχουν να κάνουν με το βάθος (συνήθως ως 50 μέτρα), την απόσταση από την ακτή (συνήθως 10 χιλιόμετρα), την οπτική όχληση από την ακτή, αν η περιοχή είναι προστατευόμενη, ικανοποιητική ταχύτητα του ανέμου κλπ (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).



Εικόνα 5: Υπεράκτιο πάρκο στην Ουαλία (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012)

Στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα εγκατεστημένα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Ωστόσο πρόσφατα το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικών Αλλαγών επέλεξε 12 θαλάσσιες περιοχές ανά τη χώρα για εγκατάσταση ανεμογεννητριών με ορίζοντα το 2017. Αυτές οι περιοχές είναι σε Άγιο Ευστράτιο, Αλεξανδρούπολη, Κάρπαθο, Κέρκυρα, Θάσο, Κρυονέρι, Κύμη, Λήμνο, Λευκάδα, Πεταλιούς, Σαμοθράκη και Φανάρι Ροδόπης συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας 1,2 GW (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).

Οι επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα από την κατασκευή και τη λειτουργία ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου είναι πολλές και θα συζητηθούν στη συνέχεια. αρχικά υπάρχουν επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς. Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών μπορεί να λειτουργήσουν μετά από χρόνια ως τεχνητοί ύφαλοι με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ψαριών από την αναμενόμενη αύξηση της τροφής. Αυτή η αύξηση των πληθυσμών των ψαριών μπορεί να επιφέρει με τη σειρά της αύξηση και στον αριθμό των πουλιών στην περιοχή με αποτέλεσμα τις πιθανές συγκρούσεις αυτών με τους πύργους και τα πτερύγια των ανεμογεννητριών (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).

Όπως και στα αιολικά πάρκα της ξηράς έτσι και στα υπεράκτια αιολικά πάρκα δημιουργούνται προβλήματα στα μεταναστευτικά πουλιά. Εκτός από τις πιθανές συγκρούσεις με τα διάφορα μέρη των ανεμογεννητριών τα πουλιά ίσως χρειάζονται περισσότερη ενέργεια να καταναλώσουν για να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες και να διατηρήσουν τον προσανατολισμό τους. Επίσης ο υποχρεωτικός φωτισμός των ανεμογεννητριών κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι πιθανό να επιφέρει αποπροσανατολισμό των πουλιών. Το ίδιο συμβαίνει και με τον θόρυβο που μπορεί σε αυτή την περίπτωση να επηρεάσει τους θαλάσσιους οργανισμούς (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).

Ακόμα υπάρχει περίπτωση να παρατηρηθεί πιθανή αλλαγή του φυσικού περιβάλλοντος και μείωση των ενδιαιτημάτων. Η υποθαλάσσια θεμελίωση, τα διάφορα συστήματα αγκίστρωσης, τα υλικά προστασίας των μερών της ανεμογεννήτριας από τη διάβρωση, τα διάφορα υλικά καθαρισμού και συντήρησής της και το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από τη λειτουργίας της είναι πιθανό να προκαλέσουν μείωση του βένθους του θαλάσσιου οικοσυστήματος με αντίκτυπο βέβαια σε όλη την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος. Επομένως αυτή η παρέμβαση μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στο φυσικό περιβάλλον και υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των θαλάσσιων οργανισμών (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).

Η δημιουργία μεγάλων υπεράκτιων αιολικών πάρκων είναι πιθανό να έχει επιπτώσεις στις θαλάσσιες μεταφορές γιατί όπως είναι λογικό τα πλοία θα πρέπει να χαράξουν νέες πορείες για να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες και ενδεχομένως αυτό να επιφέρει επιπρόσθετο κόστος. Επίσης το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο από τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας πιθανότατα να επηρεάζει τα ραντάρ των πλοίων

αλλά και τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας (Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος, 2012).

1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας. Η αιολική ενέργεια δεν μολύνει την ατμόσφαιρα όπως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού τα οποία στηρίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων όπως για παράδειγμα άνθρακα ή φυσικό αέριο. Οι ανεμογεννήτριες δεν εκλύουν χημικές ουσίες στο περιβάλλον οι οποίες προκαλούν όξινη βροχή ή αέρια του θερμοκηπίου (Ανώνυμος, 2012, Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Σε χώρες όπως στις ΗΠΑ που χρησιμοποιείται εκτεταμένα για οικιακή χρήση το κόστος παραγωγής της είναι πολύ μικρό. Κυμαίνεται από 4 – 6 cents ανά κιλοβατώρα. Η τιμή εξαρτάται από την ύπαρξη/ παροχή ανέμου και από τη χρηματοδότηση ή μη του εκάστοτε προγράμματος παραγωγής αιολικής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να στηθούν σε αγροκτήματα ή ράντσα και επιφέρουν με αυτό τον τρόπο οφέλη στην οικονομία των αγροτικών περιοχών. Οι αγρότες μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται στη γη καθώς οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν μόνο ένα μικρό μέρος της γης. Οι ιδιοκτήτες των εγκαταστάσεων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας πληρώνουν ενοίκιο στους αγρότες για τη χρήση της γης (Ανώνυμος, 2012).

Ωστόσο προκειμένου να παραχθεί ενέργεια από τους ανεμόμυλους υπάρχουν πολλά προβλήματα. Αρχικά ο άνεμος μπορεί να είναι πολύ ευμετάβλητος. Οι αλλαγές στην κατεύθυνση αντιμετωπίζονται εύκολα. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιο σύστημα που να κρατάει τα πτερύγια των ανεμόμυλων στη σωστή θέση. Ένα ακόμα πρόβλημα είναι οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες. Ακόμα ο άνεμος μπορεί να σταματήσει για πολλές μέρες ή να φυσάει με τέτοια ταχύτητα ώστε να καταστρέφει τα πτερύγια των ανεμόμυλων. Σε αντίθεση με το νερό που θα εξετάσουμε σε άλλο κεφάλαιο ο άνεμος δεν μπορεί να περιοριστεί σε φράγματα ώστε να ρυθμίζεται η ροή του. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται κατά τη διάρκεια

μεγάλων περιόδων ανέμων μπορεί να αποθηκεύεται σε μπαταρίες ωστόσο αυτές είναι και ακριβές και αναποτελεσματικές (Βίτα – Φίντσι, 1991, Ανώνυμος, 2012).

Όσον αφορά το κόστος της αιολικής ενέργειας όπως ειπώθηκε εξαρτάται από το πόσο ενεργητική ως προς τον άνεμο είναι μια τοποθεσία και με αυτό τον τρόπο το αιολικό πάρκο μπορεί ή δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που το κόστος της έχει μειωθεί δραματικά τα τελευταία 10 χρόνια η τεχνολογία απαιτεί μια αρχική επένδυση υψηλότερη από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με καύση ορυκτών. Ακόμα οι τοποθεσίες όπου μπορούν να κατασκευαστούν αιολικά πάρκα βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές και μακριά από πόλεις στις οποίες χρειάζεται ο ηλεκτρισμός (Ανώνυμος, 2012).

Επιπλέον αν και τα αιολικά πάρκα έχουν σχετικά μικρή επίπτωση στο περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας υπάρχει ένας προβληματισμός για τον θόρυβο που παράγεται από τις λεπίδες του ηλεκτρικού κινητήρα (ρότορα), για την αισθητική (οπτική) επίπτωση και για τα πουλιά που μερικές φορές έχουν σκοτωθεί καθώς πετούσαν προς τους ηλεκτρικούς κινητήρες (Ανώνυμος 2012, Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012, Μπινόπουλος & Χαβιαρόπουλος, 2012). Τα πουλιά που τραυματίζονταν ή σκοτώνονταν ήταν κυρίως αποδημητικά καθώς τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Για αυτό το λόγο καλύτερα είναι να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση πριν κατασκευαστεί ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει να έχει προηγηθεί μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πάντως η συχνότητα ατυχημάτων πουλιών σε αιολικά πάρκα είναι πολύ μικρότερη αυτής των ατυχημάτων με αυτοκίνητα (Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012).

Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν επιλυθεί ή έχουν σε σημαντικό βαθμό μειωθεί μέσω της τεχνολογικής ανάπτυξης (για παράδειγμα πλωτές πλατφόρμες σε ανοικτή θάλασσα χρησιμοποιούνται προκειμένου να τοποθετηθούν ανεμογεννήτριες, όπως ειπώθηκε στην υποενότητα για τα υπεράκτια πάρκα) ή μέσω της επιλογής κατάλληλων περιοχών για τη δημιουργία αιολικών πάρκων (Ανώνυμος, 2012, Δημοτικό σχολείο Σαπών, 2012). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο θόρυβος που δημιουργείται από τη λειτουργία τους γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξαρχής σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης) ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της

κατασκευής. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του (Μπινόπουλος & Χαβιαρόπουλος, 2012).

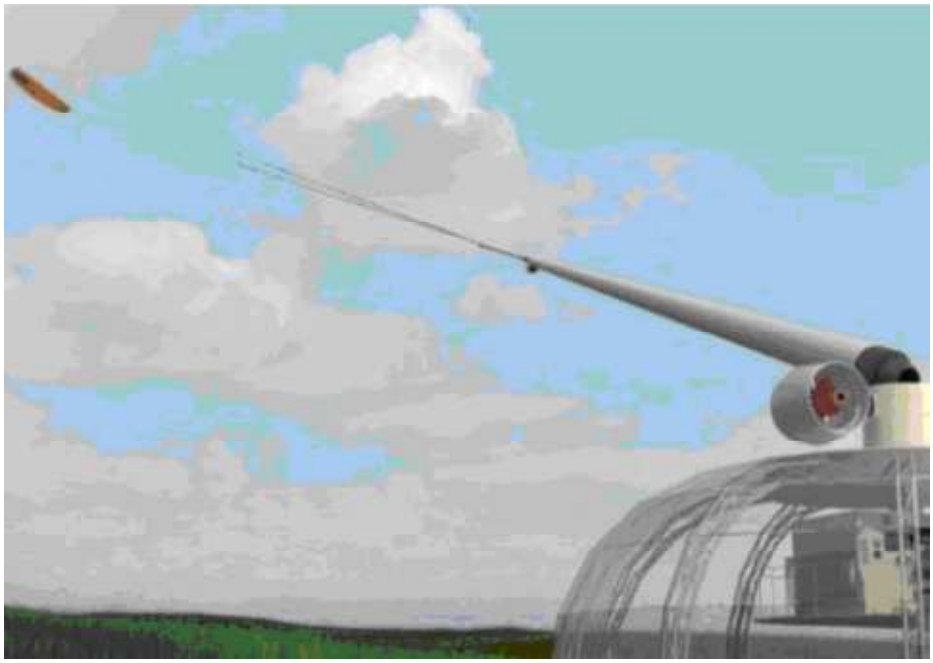
1.5. Η πρόοδος των ανεμογεννητριών

Η τεχνολογική έρευνα για την κατασκευή μη συμβατικών ανεμογεννητριών σήμερα βρίσκεται σε πιλοτική φάση με την κατασκευή πρωτότυπων που ίσως μελλοντικά επιτρέψουν την επέκταση σε βιομηχανικές εφαρμογές. Η τεχνολογία Maglev (magnetic levitation) που στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής αιώρησης δοκιμάζεται στην Κίνα σε πρωτότυπα 400kW ως 5 MW και αν η έρευνα αποδώσει τα αναμενόμενα, οι εξελίξεις θα είναι δραματικές. Με αυτή την τεχνολογία οι τριβές μηδενίζονται, η απόδοση της ανεμογεννήτριας πολλαπλασιάζεται ενώ το κόστος παραγωγής γίνεται ασήμαντο (Δαγκαλίδης, 2010).



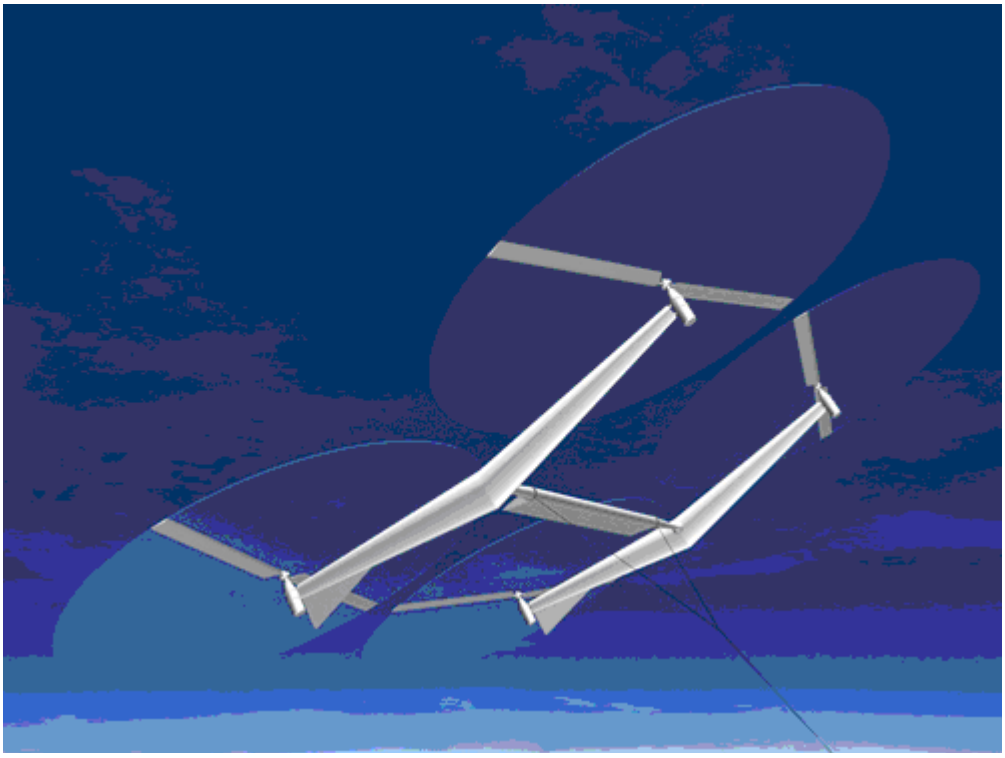
Εικόνα 6: Maglev

Η τεχνολογία KGC (kite gen concept) δοκιμάζεται στην Ιταλία και αν οι προσπάθειες ευοδωθούν θα αυξηθεί σημαντικά ο βαθμός αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει ένα ιπτάμενο σε ύψος 800 μέτρων τηλεκατευθυνόμενο αεροδυναμικό έλασμα που μεταδίδει κινητική ενέργεια σε ένα κινητό βραχίονα επί του εδάφους ο οποίος τροφοδοτεί ηλεκτρογεννήτρια (Δαγκαλίδης, 2010).



Εικόνα 7: Kite gen concept

Το Sky Windpower Flying Electric Generator είναι ιπτάμενες σε μεγάλο ύψος ανεμογεννήτριες που εκμεταλλεύονται το ισχυρό αιολικό δυναμικό που υπάρχει στα μεγάλα ύψη. Η έρευνα χρηματοδοτείται ήδη από μεγάλες εταιρείες όπως για παράδειγμα η Google (Δαγκαλίδης, 2010).



Εικόνα 8: Sky Windpower Flying Electric Generator

Τα συστήματα MARS είναι αερόπλοια δεμένα σε μεγάλο ύψος που διαθέτουν οριζόντιες ανεμογεννήτριες ή αποτελούν τα ίδια ανεμογεννήτριες όπως το Maggen (Δαγκαλίδης, 2010).



Εικόνα 9: Maggen (MARS)

Η πρόοδος της αεροδυναμικής τεχνολογίας και του λογισμικού που αναμένεται μελλοντικά ίσως επιτρέψει την εμπορική εκμετάλλευση των φουτουριστικών αυτών σχεδίων αλλά μέχρι τότε η αξιοποίηση του υπάρχοντος αιολικού δυναμικού θα είναι σχετικά περιορισμένη εξαιτίας των τεχνικών ορίων που υπάρχουν στις συμβατικές ανεμογεννήτριες (Δαγκαλίδης, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο Ήλιος αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη κάθε είδους ζωής στον πλανήτη. Σχεδόν κάθε φυσική λειτουργία πάνω στη Γη είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ύπαρξή του. Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας σήμερα είναι 90% φθηνότερη από ότι στη δεκαετία του 1970. Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Εφαρμογές της ενέργειας αυτής συναντάμε και στα βιοκλιματικά κτίρια (Ανώνυμος, 2011).



Εικόνα 10: Φωτοβολταϊκό πάρκο



Εικόνα 11: Ηλιακό πλοίο

Ο Ήλιος (εκ του αβέλιος - αέλιος - ηέλιος = ο ακτινοβολών, ο πυρπολών) είναι απλανής αστέρας μέσου μεγέθους που λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών των στοιχείων που τον συνθέτουν, μεταξύ των οποίων και το υδρογόνο, τα μόρια αλλά και τα άτομά τους βρίσκονται σε μια κατάσταση " νέφους " θετικών και αρνητικών φορτίων ή κατάσταση πλάσματος, όπως ονομάστηκε (Μαρινάκης, 2012).

Σε αυτές τις θερμοκρασίες, μερικών εκατομμυρίων C, οι ταχύτατα κινούμενοι πυρήνες υδρογόνου (H) συσσωματώνονται, υπερνικώντας τις μεταξύ τους απωστικές ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και δημιουργούν πυρήνες του στοιχείου ηλίου (He). Η πυρηνική αυτή αντίδραση -σύντηξη πυρήνων- είναι εξώθερμη και χαρακτηρίζεται από τη γνωστή μας έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας ή θερμότητας ή όπως συνηθίζεται να λέγεται, ηλιακής ενέργειας, που ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα (Μαρινάκης, 2012).

Αν και αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως (Μαρινάκης, 2012).

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη γη είναι ο Ήλιος μας. Υπάρχει τίποτα πάνω στη γη που θα μπορούσε να υπάρχει, να ζει και να κινείται, χωρίς τη

ζωογόνο ενέργεια του ήλιου; Δεν είναι παράξενο, λοιπόν, που για όλους τους αρχαίους λαούς, ο Ήλιος ήταν ο Μεγάλος Θεός, ο Δημιουργός, παίρνοντας διαφορετικές μορφές από χώρα σε χώρα κι από εποχή σε εποχή. Από πολύ νωρίς οι άνθρωποι είχαν καταλάβει την εξαιρετική σημασία που είχε για τη ζωή του κόσμου μας και τον περιέβαλαν με δέος και σεβασμό, οι δε εκλείψεις του αντιμετωπίζονταν σαν μεγάλες καταστροφές κι ήταν ένδειξη πως ο Θεός απέστρεφε το πρόσωπό του από τους ανθρώπους, σίγουρα για κάποιο λάθος τους (Μαρινάκης, 2012).

Σήμερα ξέρουμε ότι ο ήλιος είναι ένα πύρινο ουράνιο σώμα που αποβάλλει προς το ηλιακό μας σύστημα ποσότητες θερμότητας μέσω των εκρήξεων που γίνονται στην επιφάνειά του. Αλλά όσο κι αν η επιστήμη κι οι αναλύσεις έχουν μειώσει το μυστήριο που τον περιέβαλε σε άλλους καιρούς, άλλο τόσο έχουν ενισχύσει την άποψη ότι χωρίς τον ήλιο η γη θα ήταν ένας μικρός, παγωμένος, νεκρός πλανήτης, και ότι όλα όσα βρίσκονται πάνω σ' αυτήν και την πλουτίζουν με την ποικιλία και τη ζωή τους οφείλουν την ύπαρξή τους στον ήλιο (Μαρινάκης, 2012).

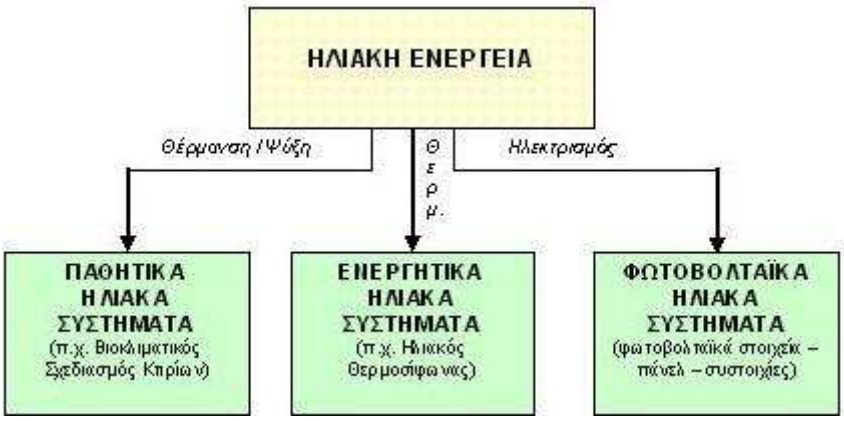
Η ακτινοβολία του Ήλιου, η ηλιακή ακτινοβολία, όπως έχουμε συνηθίσει να τη λέμε, έχει τροφοδοτήσει κι εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια του Ήλιου είναι, όμως, και από μόνη της μια σημαντική πηγή ενέργειας, την οποία αξιοποίησε ο άνθρωπος από την αρχαία εποχή έως σήμερα (Μαρινάκης, 2012).

Η ακτινοβολία του ήλιου όχι μόνο δίνει φως, αλλά επίσης θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Αυτή τη θερμότητα μπορούμε είτε να τη χρησιμοποιήσουμε αμέσως, καθώς έρχεται από τον ήλιο, είτε να την αποθηκεύσουμε με τεχνητά μέσα και να τη χρησιμοποιήσουμε όταν τη χρειαστούμε. Λιγότερο γνωστό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει και τις ιδιότητες κάποιων υλικών (των ημιαγωγών), που παράγουν έτσι ηλεκτρικό ρεύμα (Μαρινάκης, 2012).

Για να εκμεταλλευτούμε όσο γίνεται πιο αποδοτικά την ηλιακή ενέργεια, πρέπει να έχουμε στο νου μας πώς μεταβάλλεται η θέση του ήλιου στη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους. Στις χώρες του βορείου ημισφαιρίου, όπως η Ελλάδα, οι επιφάνειες που είναι προσανατολισμένες στο νότο δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, το καλοκαίρι, ο ήλιος είναι ψηλά ως προς τον ορίζοντα, ενώ το χειμώνα είναι χαμηλά (Μαρινάκης, 2012).

Μπορούμε να αξιοποιήσουμε την ηλιακή ακτινοβολία για ενεργειακούς σκοπούς, είτε για να προσλάβουμε Θερμότητα από τον Ήλιο, είτε για να παράγουμε Ηλεκτρικό ρεύμα από τον Ήλιο. Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια 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 (Μαρινάκης, 2012).

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, 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 (Μαρινάκης, 2012).

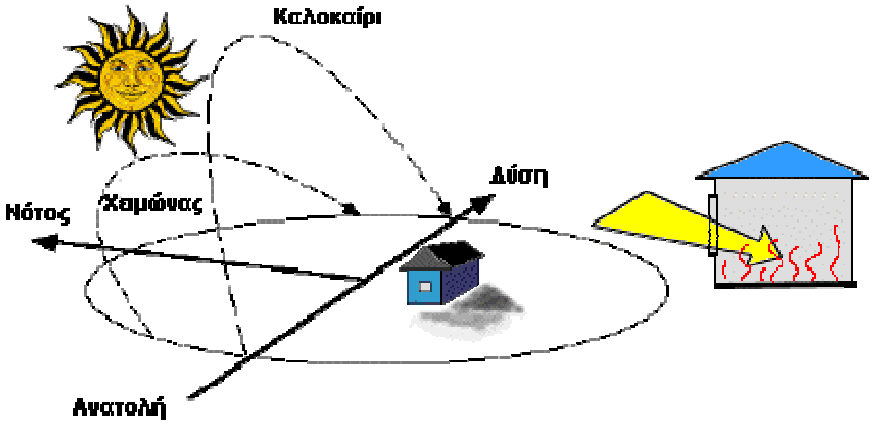


Εικόνα 12: Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα – βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Είναι τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου. Προϋπόθεση για την εφαρμογή σε ένα κτήριο παθητικών ηλιακών

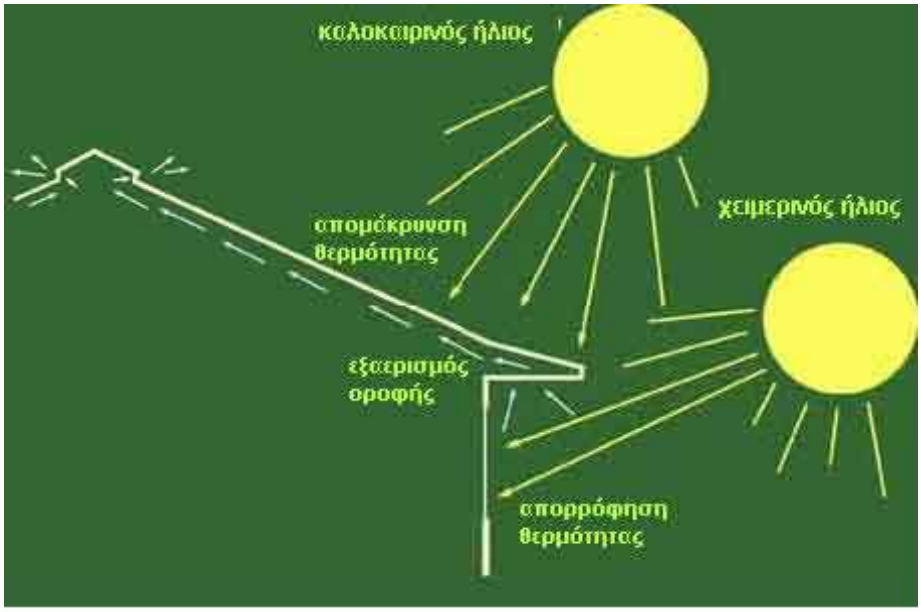
συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση, κ.ά.). Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτηρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτίνων του ήλιου στο κτήριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκίαστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 13: Ο νότιος προσανατολισμός ενός κτιρίου



Εικόνα 14: Τα μεγάλα παράθυρα και ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου εκμεταλλεύονται καλύτερα την ηλιακή ενέργεια



Εικόνα 15: Βιοκλιματική θέρμανση και ψύξη

Όταν άρχισαν να διαδίδονται οι πρώτες τεχνολογικές εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις, ανάμεσα σ' αυτές ήταν και η χρήση δομικών συστημάτων για τη θέρμανση κτιρίων από τον ήλιο. Αυτά τα συστήματα, ως απλά κομμάτια του κτιριακού περιβλήματος, που λειτουργούν βάσει των φυσικών νόμων χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων ονομάστηκαν παθητικά ηλιακά συστήματα και τα οποία εξασφαλίζουν και δροσισμό με φυσικό τρόπο το καλοκαίρι. Όταν τα συστήματα αυτά συνοδεύονται από κάποιο μηχανικό σύστημα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης πχ. ανεμιστήρα, ονομάζονται υβριδικά. Αυτά τα συστήματα θα τα συναντήσει κανείς και κάτω από άλλες ονομασίες όπως παθητικός ηλιακός σχεδιασμός , ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων, βιοκλιματική αρχιτεκτονική κ.α. (Μαρινάκης, 2012).

Ένα τζάμι προσανατολισμένο περίπου στο νότο, συνοδευόμενο από κάποια μάζα μέσα στο κτίριο (στο δάπεδο ή στους τοίχους), είναι το πιο απλό παθητικό σύστημα, το σύστημα του άμεσου κέρδους. Αρχή της λειτουργίας όλων των παθητικών συστημάτων είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου η συλλογή δηλαδή και ο εγκλωβισμός της ηλιακής ενέργειας σε μορφή θερμότητας σε ένα χώρο μέσα από το γυαλί και επιπλέον η αποθήκευση της περίσσειας θερμότητας που συλλέγεται στη

μάζα του κτιρίου, ώστε να αποδίδεται στο χώρο όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου (Μαρινάκης, 2012).

Άλλα παθητικά συστήματα έμμεσου κέρδους είναι θερμοκήπια προσαρτημένα σε κατοικήσιμους χώρους, τοίχοι μάζας που φέρουν εξωτερικά γυαλί και μονωμένα πανέλλα που συλλέγουν θερμότητα και τη μεταφέρουν μέσω του θερμού αέρα μέσα στους χώρους Ένα κτίριο μπορεί να θεωρηθεί παθητικό ηλιακό όταν σημαντικό ποσοστό των αναγκών του σε θέρμανση καλύπτονται από κάποια παθητικά συστήματα. Αυτό το ποσοστό μπορεί να φτάσει ως και 70% σε Ελληνικές κλιματικές συνθήκες, σπανιότερα δε μέχρι και 100%. Παράλληλα με τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού των κτιρίων, που μπορεί να είναι πολύ απλά συστήματα σκίασης και αερισμού, μέχρι συστήματα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας από την οροφή των κτιρίων, συστήματα εξατμιστικής ψύξης και δροσισμός μέσω του εδάφους (Μαρινάκης, 2012).

Ο σωστός προσανατολισμός, η επαρκής θερμική μάζα και η θερμομόνωση του κελύφους είναι επίσης αναπόσπαστα στοιχεία ενός παθητικού κτιρίου για τη λειτουργία του όλο το χρόνο. Τα παθητικά συστήματα μπορούν πολύ συχνά, με έξυπνους χειρισμούς να εφαρμοστούν και σε κτίρια που ήδη υπάρχουν, για τη βελτίωση της θερμικής τους συμπεριφοράς. Τα παθητικά συστήματα δεν είναι παρά ένα κομμάτι μιας ευρύτερης πρακτικής γνωστής από την αρχή της οικοδομικής δραστηριότητας του ανθρώπου, της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει έρθει στο προσκήνιο εμπλουτισμένη με επιστημονική γνώση και σύγχρονη τεχνολογία (Μαρινάκης, 2012).

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει ως στόχο την εναρμόνιση των κτιρίων με το περιβάλλον και με το μικροκλίμα της περιοχής τους με χρήση απλών, υλικών και μεθόδων για παροχή θερμικής και οπτικής άνεσης μέσα στους χώρους, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη συλλογή αλλά και την απομάκρυνση της θερμότητας και της ηλιακής ακτινοβολίας με τρόπο φυσικό. Πολλά έχουν ειπωθεί για την παραδοσιακή αρχιτεκτονική και τον επιτυχή τρόπο με τον οποίο κατορθώνει να παρέχει θερμική και οπτική άνεση με απλούστατες μεθόδους, ενσωματώνοντας ως αρχιτεκτονικά στοιχεία την πορεία του ήλιου σε κάθε τόπο , το φως , τις εποχιακές διακυμάνσεις του κλίματος και της αλλαγές της φύσης. Τα αντίστοιχα μέσα που διαθέτει η σύγχρονη

αρχιτεκτονική είναι πέρα από απλές εμπειρικές μεθόδους και πρακτικές, νέες τεχνολογίες και τεκμηριωμένες μέθοδοι ελέγχου και αξιολόγησης και αποτελούν έναν ευρύ εφαρμοσμένο επιστημονικό κλάδο, που επιχειρεί να ενσωματωθεί στην ευρεία αρχιτεκτονική πρακτική ως αναπόσπαστο κομμάτι της (Μαρινάκης, 2012).

Το οφέλη αυτής της πρακτικής είναι τόσο η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται στην παροχή θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού , όσο και η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης χάρις στην αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από ανανεώσιμες μη ρυπογόνες μορφές ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια. Το δυναμικό της χώρας μας για την εφαρμογή παθητικών συστημάτων και τεχνικών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι μεγάλο λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας καθώς και του ήπιου κλίματος που συντελεί στην επίτευξη θερμικής άνεσης με απλές και οικονομικές μεθόδους (Μαρινάκης, 2012).

Η οικονομική δε βιωσιμότητα των παθητικών συστημάτων οφείλεται επιπλέον στο ότι στη χώρα μας υπάρχει μεγάλη κατανάλωση σε καύσιμα τόσο για θέρμανση , όσο και για ηλεκτρισμό με αντίστοιχη αύξηση των εκπομπών CO2 στην ατμόσφαιρα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο κτιριακός τομέας είναι από τους πιο ενεργοβόρους τομείς σε παγκόσμιο επίπεδο και ότι στην Ελλάδα αντιστοιχεί στο 29% περίπου της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας, είναι άμεσα αντιληπτή η σημασία μιας ευρείας εφαρμογής παθητικών συστημάτων και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια (Μαρινάκης, 2012).

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί κατά πολύ και συνεχίζει με ιλιγγιώδη ρυθμό η εγκατάσταση και χρήση συστημάτων κλιματισμού με αντίστοιχη αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής, που επιδεινώνει το ενεργειακό πρόβλημα της χώρας. Η χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού μπορεί να υποκαταστήσει την ανάγκη χρήσης κλιματιστικών μηχανημάτων , με αποτέλεσμα τη μείωση αυτού του φορτίου αιχμής, με τεράστιες θετικές συνέπειες στην εθνική οικονομία. Στη χώρα μας η βιοκλιματική πρακτική δεν έχει ακόμα διαδοθεί στο ευρύτερο φάσμα της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα τελευταία χρόνια έχουν κτιστεί περίπου 100 κτιριακά σύνολα, μικρά και μεγάλα, με αυτές τις αρχές σε διάφορες περιοχές της χώρας. Τα κτίρια είναι κυρίως κατοικίες και εκπαιδευτικά κτίρια, αλλά και λίγα κτίσματα που καλύπτουν αρκετές τυπολογίες χρήσης και καλύπτουν πολλά είδη παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού, τα περισσότερα χρησιμοποιώντας

απλά υλικά και όχι δομικά συστήματα υψηλής τεχνολογίας. Το πιο γνωστό από αυτά είναι το Ηλιακό Χωριό στην Πεύκη, όπου έχουν εφαρμοστεί και ενεργητικά συστήματα. Εμπόδια στη διάδοση των αρχών και εφαρμογών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι τόσο η έλλειψη ενημέρωσης από πλευράς των μελετητών, όσο και η έλλειψη ειδικευμένων τεχνιτών, αλλά και παράλληλα η απουσία μιας ισχυρής αγοράς, η οποία θα μπορούσε να προωθήσει προϊόντα κατάλληλα για την κατασκευή και διάδοση των παθητικών συστημάτων .Η οικοδομική νομοθεσία δεν ευνοεί τα παθητικά συστήματα (Μαρινάκης, 2012).

Επιπλέον στο ευρύ κοινό δεν έχει φτάσει η βιοκλιματική αντίληψη και τα οφέλη της. Έχουν όμως τα τελευταία χρόνια αρχίσει να γίνονται προσπάθειες για τη διάδοση των αρχών και των εφαρμογών της. Στα πανεπιστήμια διδάσκονται όλο και περισσότερα σχετικά μαθήματα και γίνονται εκπαιδευτικά σεμινάρια για μηχανικούς οργανωμένα από διάφορους φορείς (Μαρινάκης, 2012).

Επίσης γίνονται προσπάθειες για τυποποίηση και πιστοποίηση των θερμικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων καθώς και για προσαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης, ώστε να λαμβάνονται υπόψη και να προωθούνται τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Χρειάζονται όμως περισσότερα μέτρα, όπως θέσπιση κινήτρων και καμπάνιες προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων στο πλατύ κοινό (Μαρινάκης, 2012).

Για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα αρχίζει μια νέα εποχή, με την παροχή κινήτρων , όπως φοροαπαλλαγές, χαμηλότοκα δάνεια και εξαίρεση των παθητικών ηλιακών συστημάτων από το συντελεστή δόμησης. Πρόκειται για το σχέδιο δράσης του ΥΠΕΧΩΔΕ για την εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιστικό τομέα, το οποίο ανατρέπει την ως τώρα φιλοσοφία και πρακτική που ισχύει για την κατασκευή κτιρίων. Το σχέδιο που φέρει την ονομασία «Ενέργεια 2000»,που πρόκειται να θεσμοθετεί με την ολοκλήρωση του Προεδρικού Διατάγματος, αφορά στην εφαρμογή του άρθρου 6 του νόμου 1512/85 για την θέσπιση κινήτρων για την εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια (Μαρινάκης, 2012).

Αυτό το σχέδιο προβλέπει τροποποιήσεις στο Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό, τροποποίηση και συμπλήρωση πολεοδομικών διατάξεων, καθιερώνει την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης για την έκδοση οικοδομικής αδείας, καθώς και οικονομικά

κίνητρα για τα κτίρια που εξοικονομούν ενέργεια , είτε νέα είτε υφιστάμενα (Μαρινάκης, 2012).

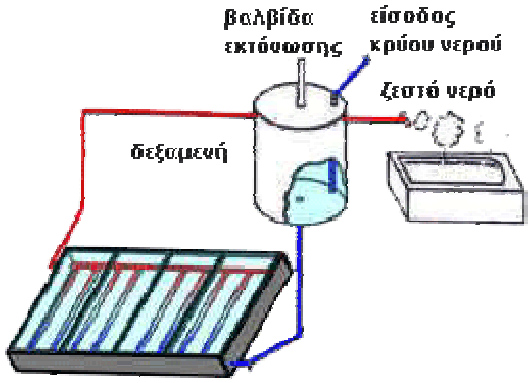
2.2. Ηλιακή θέρμανση (ενεργητικά ηλιακά συστήματα)

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού.



Εικόνα 16: Ηλιακός συλλέκτης

Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 17: Διάγραμμα ηλιακού θερμοσίφωνα

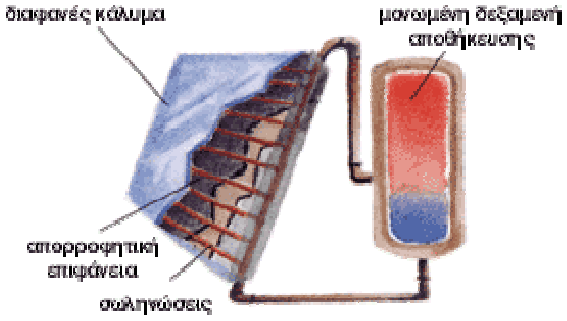
Με τη βοήθεια παραβολικών ανακλαστικών δίσκων, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να συγκεντρωθεί στο εστιακό σημείο 600 ως 2000 φορές περισσότερο από τη συνήθη και η θερμοκρασία να ανέλθει στους 800 ως 1500C. Η θερμότητα που συλλέγεται με τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος κινεί μια ηλεκτρογεννήτρια. Έτσι με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να παράγουμε και ηλεκτρική ενέργεια (Μαρινάκης, 2012).

2.3. Θερμότητα από τον Ήλιο

Η πρώτη, άμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι η θέρμαση των ίδιων των ανθρώπων, των χώρων που κατοικούν και εργάζονται, του νερού που χρησιμοποιούν, αλλά και φούρνων για την παρασκευή φαγητού. Αυτές είναι παλιές, παραδοσιακές πρακτικές που σήμερα χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, μαζί με νέες πρακτικές (Μαρινάκης, 2012).

Ολόκληρα νοικοκυριά μπορούν να πάρουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρειάζονται για θέρμανση, ζεστό νερό αλλά και δροσισμό, από τη θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Η θερμότητα που προσφέρει ο ήλιος αξιοποιείται επίσης στα θερμοκήπια, καθώς και για την ξήρανση γεωργικών προϊόντων. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται τη θερμότητα του ήλιου με τη χρήση των θερμικών ηλιακών

συστημάτων. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Διακρίνονται σε ενεργητικά και παθητικά συστήματα. Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης, που είναι, συνήθως, τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Ο συλλέκτης παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία για να παράγει θερμότητα. Στη συνέχεια, αυτή η θερμότητα μεταφέρεται στον τόπο που θα αποθηκευτεί ή θα καταναλωθεί (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 18: Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα

Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν αλλά εμποδίζει τη θερμότητα να ξεφύγει (φαινόμενο θερμοκηπίου). Αν τοποθετήσουμε σωληνώσεις μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό, σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια, μπορούμε να της αποσπάσουμε την πολύτιμη, συγκεντρωμένη ενέργεια. Αυτή την ενέργεια τη μεταφέρουμε, με τη μορφή ζεστού νερού, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, απ' όπου θα την πάρουμε όταν τη χρειαστούμε (Μαρινάκης, 2012).

Το θερμό νερό που μας δίνει ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε, στη συνέχεια, για τις καθημερινές μας ανάγκες, δηλαδή για τη θέρμανση χώρων κατοικίας ή εργασίας, τη θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, γεωργικών εγκαταστάσεων, κλπ. Το πιο απλό, και πιο διαδεδομένο σήμερα,

ενεργητικό ηλιακό σύστημα είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας, που βρίσκεται ήδη στα περισσότερα ελληνικά σπίτια, μια και η χώρα μας εμφανίζει υψηλές τιμές σε ηλιοφάνεια. Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας μπορεί να δώσει όσο ζεστό νερό χρειάζεται καθημερινά μια οικογένεια (τις μέρες βέβαια που έχουμε ήλιο!). Μπορούμε, όμως, να παράγουμε μεγάλη ποσότητα ζεστού νερού αν συνδέσουμε μεταξύ τους πολλούς ηλιακούς συλλέκτες και αποθηκεύσουμε το ζεστό νερό σε μεγάλες μονωμένες δεξαμενές (Μαρινάκης, 2012).

Είναι γεγονός ότι οι ηλιακοί συλλέκτες που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα είναι περίπου οι μισοί απ' όσους έχουν εγκατασταθεί σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι η απλότητα κατασκευής και εγκατάστασής τους, τα σχετικά φτηνά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους και η αποδοτική μετατροπή της ενέργειας, που επιτυγχάνεται με αυτά (Μαρινάκης, 2012).

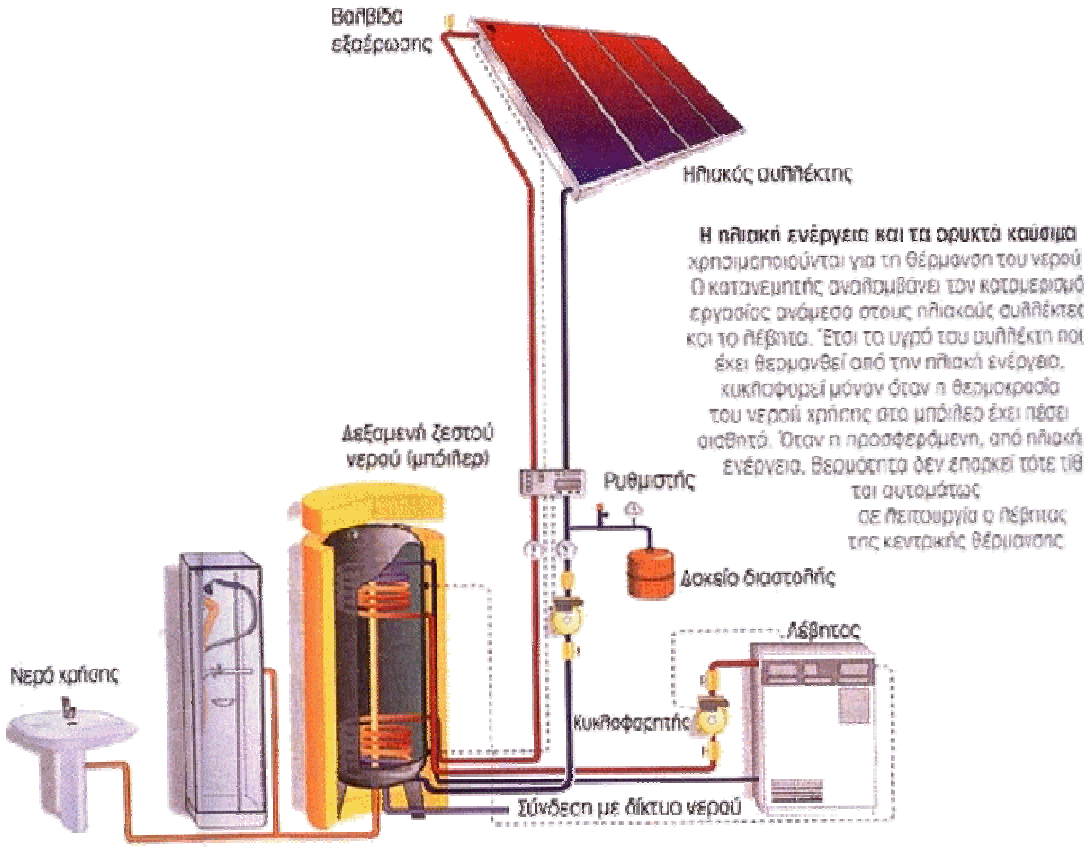
Ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, επίσης, και για το δροσισμό χώρων, με τη βοήθεια κατάλληλων ενεργειακών τεχνολογιών. Ακόμα, με τη χρήση κοίλων κατόπτρων, είναι δυνατό να συγκεντρώσουμε τις ακτίνες του ήλιου σε μικρή επιφάνεια ή σε ένα μόνο σημείο και έτσι να επιτύχουμε υψηλές θερμοκρασίες για βιομηχανική χρήση ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δυστυχώς όμως, αυτές οι εφαρμογές είναι ακόμα αρκετά ακριβές. Πολλά σπίτια χρησιμοποιούν παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία δεν απαιτούν αντλίες ανεμιστήρες ή άλλο μηχανολογικό εξοπλισμό για τη συσσώρευση και τη διάθεση της ηλιακής ενέργειας. Σε αντίθεση τα ενεργά ηλιακά συστήματα χρειάζονται πρόσθετα μηχανολογικά εξαρτήματα (Μαρινάκης, 2012).

2.4. Ηλιακή θέρμανση νερού

Ο ήλιος μπορεί ακόμα να θερμάνει νερό. Τα περισσότερα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού αποτελούνται από δύο κύρια μέρη: τον ηλιακό συλλέκτη και τη δεξαμενή αποθήκευσης. Ο συλλέκτης θερμαίνει το νερό που στη συνέχεια ρέει στη δεξαμενή. Η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι ένας τροποποιημένος θερμοσίφωνας, αλλά, ιδανικά, πρέπει να είναι μια πιο μεγάλη καλά μονωμένη δεξαμενή. Το νερό παραμένει στη δεξαμενή μέχρις ότου χρειαστεί για κάτι πχ. ένα ντους ή για να λειτουργήσει το πλυντήριο των πιάτων (Μαρινάκης, 2012).

Ο συνήθης συλλέκτης ονομάζεται επίπεδος συλλέκτης και συνήθως τοποθετείται στην οροφή. Αυτός ο συλλέκτης είναι ένα ορθογώνιο κουτί με ένα διαπερατό κάλυμμα που βλέπει τον ήλιο. Μικροί σωλήνες βρίσκονται μέσα στο κουτί και μεταφέρουν το νερό ή κάποιο άλλο ρευστό, όπως αντιπηκτικό, για να θερμανθεί. Οι σωλήνες συναρμολογούνται πάνω σε μια μεταλλική απορροφητική πλάκα, το οποίο βάφεται μαύρο για να απορροφά την ηλιακή θερμότητα. Το πίσω μέρος και τα πλαϊνά του κουτιού μονώνονται, ώστε να συγκρατούν την θερμότητα. Η θερμότητα συσσωρεύεται στον συλλέκτη και όπως περνά το ρευστό μέσα στους σωλήνες το θερμαίνει (Μαρινάκης, 2012).

Όπως και στους σχεδιασμούς ηλιακών κτιρίων, έτσι και τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να είναι ενεργά ή παθητικά. Τα πιο συνηθισμένα συστήματα είναι ενεργά, πράγμα που σημαίνει ότι χρησιμοποιούν αντλίες για τη κίνηση του θερμού ρευστού από τον συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης. Ενώ το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού λειτουργεί ικανοποιητικά, δεν θερμαίνει σωστά όταν ο ήλιος δεν λάμπει. Για αυτό το λόγο, τα σπίτια έχουν κι ένα συμβατικό σύστημα που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 19: Η ηλιακή ενέργεια και τα ορυκτά καύσιμα

2.5. Ηλιακός θερμοσίφωνας

2.5.1. Βασικές αρχές λειτουργίας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας είναι η πιο διαδεδομένη στη χώρα μας συσκευή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού. Η λειτουργία του βασίζεται στις κάτωθι βασικές αρχές :

1. Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της προσπίπτουσας, στη γυάλινη επιφάνεια, ηλιακή ακτινοβολίας στο μεγαλύτερο ποσοστό και στη μετατροπή της στο εσωτερικό χώρο του συλλέκτη σε θερμική ακτινοβολία. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στη ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά (Μαρινάκης, 2012).

2. Αρχή του θερμοσίφωνου (Θερμοσιφωνική ροή)

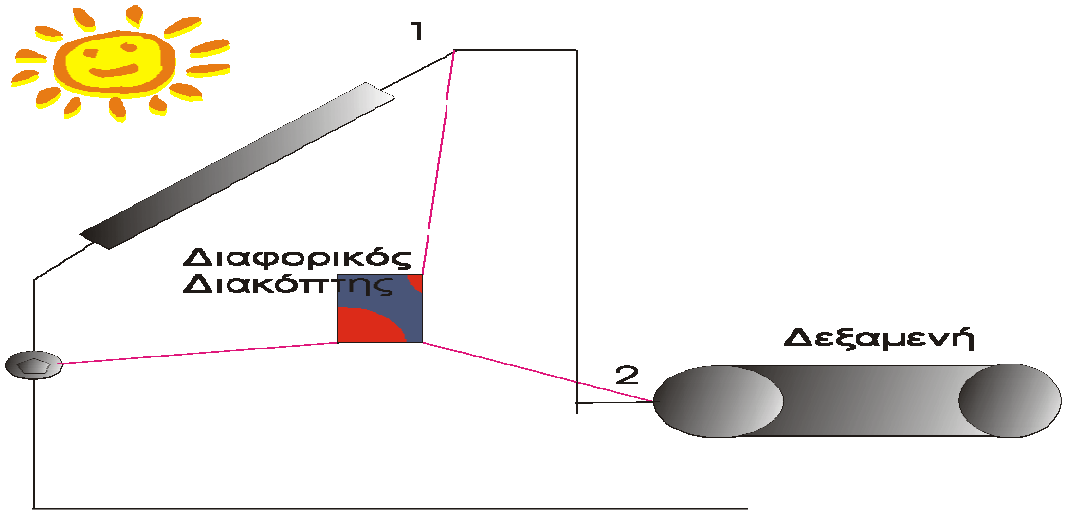
Με βάση την αρχή του θερμοσίφωνου λειτουργεί ο ηλιακός θερμοσίφωνας δηλ. αυξάνοντας η θερμοκρασία στο συλλέκτη ζεστές μάζες νερού γίνονται ελαφρύτερες ανεβαίνουν προς τα επάνω λόγο της διαφοράς πυκνότητας ζεστού και κρύου νερού και αντίστοιχα κρύες μάζες νερού οδηγούνται προς την είσοδο του συλλέκτη. Έτσι έχουμε ένα σύστημα φυσικής κυκλοφορίας με τη δεξαμενή αποθήκευσης υψηλότερα από τη συλλεκτική επιφάνεια. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για οικιακή χρήση και είναι απλά σε κατασκευή . Σε αντίθεση με τα ηλιακά συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας στα οποία η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται χαμηλότερα και είναι απαραίτητη η χρήση κυκλοφορητή και διαφορικού διακόπτη και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις εκτός από παραγωγή ζεστού νερού αλλά και για θέρμανση χώρων (Μαρινάκης, 2012).

3.Λειτουργία διαφορικού διακόπτη

Στα συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας είναι προφανής η ανάγκη ενός αυτοματισμού που θα θέτει σε λειτουργία ή θα θέτει εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας. Ο διαφορικός διακόπτης δίνει εντολή στην αντλία να λειτουργήσει όταν η θερμοκρασία στην έξοδο από τους συλλέκτες είναι μερικούς βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία μέσα στη δεξαμενή. Η θερμοκρασιακή διαφορά είναι ικανή ώστε ο κυκλοφορητής να τεθεί σε λειτουργία καλείται ΔTon. ΔToff καλείται η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των ιδίων σημείων ικανή να θέσει τον κυκλοφορητή εκτός . Η Δτοn είναι μεγαλύτερη από την ΔToff (Μαρινάκης, 2012).

Ο κυκλοφορητής στην αρχή δεν λειτουργεί. Μετά την ανατολή του ήλιου η θερμοκρασία του συλλέκτη αυξάνει σύντομα πάνω από τη θερμοκρασία της δεξαμενής. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας γίνει Δτοn ο κυκλοφορητής αρχίζει να λειτουργεί . Επειδή το κρύο νερό των σωληνώσεων και της δεξαμενής αφαιρεί θερμότητα από τους συλλέκτες δημιουργείται μία πτώση θερμοκρασίας. Η ΔΤ όμως στο σημείο 2 είναι μεγαλύτερη από την ΔToff και έτσι ο κυκλοφορητής εξακολουθεί να λειτουργεί (Μαρινάκης, 2012).

Το απόγευμα η θερμοκρασία του συλλέκτη αρχίζει να πέφτει έως ότου η ΔΤ γίνεται μικρότερη από την Δtoff . Ο κυκλοφορητής σβήνει και η θερμοκρασία του συλλέκτη υψώνεται πάλι. Εφόσον όμως η ΔΤon έχει προκαθοριστεί αρκετά υψηλότερη από την Δtoff ο κυκλοφορητής θα παραμείνει σβηστός. Με αυτό τον τρόπο προλαμβάνεται μία ασταθής λειτουργία του κυκλώματος και πολλά άχρηστα αναβοσβησήματα του κυκλοφορητή που φθείρουν και το κυκλοφορητή και τον διαφορικό διακόπτη. Όπως είναι φανερό υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της παροχής και των διαφορικών ΔΤon και Δtoff. Για την παροχή ίση προς 50Lt/ hm2 συνιστάται ΔΤon =4C και ΔΤoff =2C. Οι διαφορικοί διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είτε έχουν προκαθορισμένα αυτά τα διαφορικά , είτε έχουν δυνατότητα ρύθμισης ανάλογα με τις συνθήκες (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 20: Ηλιακό Σύστημα Βεβιασμένης κυκλοφορίας

2.6. Φωτοβολταϊκά Συστήματα



Εικόνα 21: Φωτοβολταϊκές πλάκες

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες (Μαρινάκης, 2012).

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Μαρινάκης, 2012).

2.6.1. Κατηγορίες Φ/Β Συστημάτων

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, ψ ύξη 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 (Μαρινάκης, 2012).

2.6.2. Τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια

- 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 (Μαρινάκης, 2012).

2.6.3. Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων

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 περισσότερα 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 αναπτυγμένες χώρες (Μαρινάκης, 2012).

2.6.4. Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη των Φ/Β στην Ελλάδα

- Διεθνής Αγορά Φ/Β Συστημάτων
- Εφαρμογές Φ/Β Συστημάτων στην Ελλάδα

Η σύγχρονη τεχνολογία μάς έδωσε τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), που η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα (Μαρινάκης, 2012).

Μερικά υλικά, όπως το πυρίτιο με πρόσμιξη άλλων στοιχείων γίνονται ημιαγωγοί (άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα προς μια μόνο διεύθυνση), έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να δημιουργούν διαφορά δυναμικού όταν φωτίζονται και κατά συνέπεια να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (φωτοβολταϊκές κυψέλες ή στοιχεία), τοποθετώντας τα σε μία επίπεδη επιφάνεια (φωτοβολταϊκό σύστημα) και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο είναι δυνατό να πάρουμε ηλεκτρικό ρεύμα αρκετό για να καλύψουμε τις ανάγκες για τη λειτουργία:

- επιστημονικών συσκευών (όπως δορυφόρων),

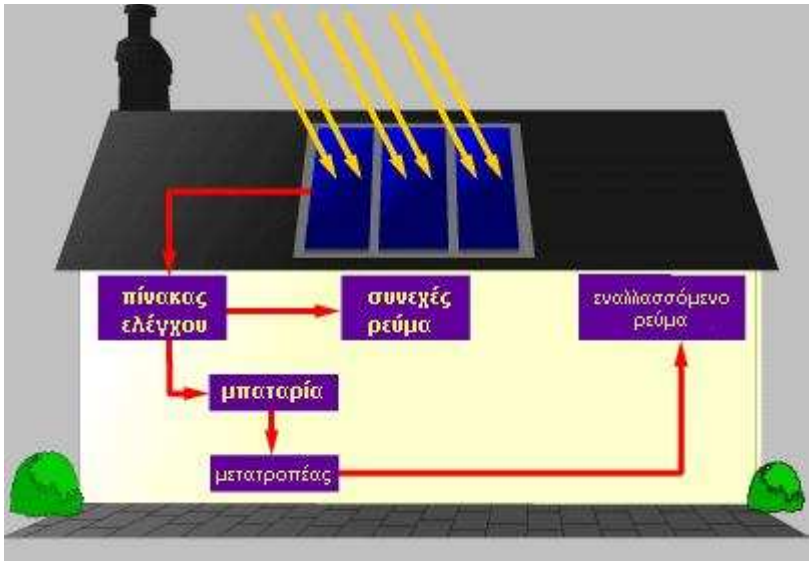
- για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα),

- για τη λειτουργία φάρων,

- για την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών απομονωμένων κατοικιών, όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη, ηχητική κάλυψη, (όχι κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ) (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 22: Φωτοβολταϊκό σύστημα



Εικόνα 23: Σπίτι στο οποίο εφαρμόζεται φωτοβολταϊκό σύστημα

2.6.5. Λειτουργία οικιακών συσκευών από φωτοβολταϊκά στοιχεία

Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β), ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). (Μαλαμής Β, 1999). Το σημαντικό είναι ότι η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατό να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες). Έτσι έχουμε ενέργεια ανεξάντλητη, ανανεώσιμη, φθηνή και κυρίως "καθαρή". Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση των φωτοβολταϊκών παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Μαρινάκης, 2012).

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση φωτοβολταϊκών

Πλεονεκτήματα	**Μειονεκτήματα**
Μηδενική ρύπανση	Υψηλό κόστος κατασκευής
Αθόρυβη λειτουργία	Έλλειψη επιδοτήσεων
Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής	Προβλήματα στην αποθήκευση
Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων της ενέργειας	
Δυνατότητα επέκτασης	
Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας – ελάχιστη συντήρηση	

Τα Φ/Β παράγουν συνεχές ρεύμα που το μετατρέπουμε σε εναλλασσόμενο 220 V στη χώρα μας (ρεύμα ίδιο με της ΔΕΗ) με ηλεκτρονικές συσκευές (αντιστροφείς συνεχούς - εναλλασσόμενου). Μπορούμε να "πουλήσουμε" ρεύμα στη ΔΕΗ (Ν. 2244/94 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, γίνονται όμως προσπάθειες για τη μείωση του κόστους παραγωγής αυτών των πολύτιμων υλικών (Μαρινάκης, 2012).

Προϋποθέσεις κτηρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος

- Νότιος προσανατολισμός - Σωστή κλίση (γεωγραφικό πλάτος του τόπου ± 10ο)

- Κατάλληλος χώρος για ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες

Παραδείγματα ενδεικτικών εφαρμογών αποτελούν το ηλιακό σχολείο Γούδουρα Κρήτης, φωτοβολταϊκά του ΚΠΕ Καστοριάς (πιλοτική εγκατάσταση ενσωμάτωσης στη στέγη του ΚΠΕ) και οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών του "Αρκτούρου" στον Αετό Φλώρινας (Μαρινάκης, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο (Ανώνυμος, 2011).

Όπως όλα τα σώματα που κινούνται, έτσι και τα νερά που προέρχονται από την τήξη των πάγων και του χιονιού ή τη βροχή που έπεσε σε μεγάλο υψόμετρο, έχουν ενέργεια καθώς κατεβαίνουν προς χαμηλότερες περιοχές. Όμως, όταν η κάθοδός τους γίνεται από πολλά σημεία και συνεχώς, δεν είναι εύκολο ή δυνατό να χρησιμοποιήσουμε αυτή την ενέργεια (Μαρινάκης, 2012).

Αντίθετα, συγκεντρώνοντας τα νερά σε τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες) σε μεγάλο υψόμετρο, στην ουσία αποθηκεύουμε την ενέργειά τους. Αφήνοντάς τα, στη συνέχεια, να ρέουν μέσα σε αγωγούς με ταχύτητα (λόγω της διαφοράς του υψομέτρου) προς χαμηλότερες περιοχές, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτή την αποθηκευμένη ενέργεια, μετατρέποντάς τη σε άλλη μορφή ενέργειας. Πραγματικά, το νερό, πέφτοντας με ταχύτητα, είναι δυνατό να περιστρέψει μεγάλους τροχούς που έχουν πτερύγια στην περιφέρειά τους, τους υδροστρόβιλους. Αυτή την περιστροφή είχε εκμεταλλευτεί από παλιά ο άνθρωπος για τη λειτουργία υδρόμυλων, κυρίως, που άλεθαν τα σιτηρά. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν παραδοσιακές εγκαταστάσεις που λειτουργούν με το νερό μικρών ταμιευτήρων ή/και το νερό υδατορευμάτων, που βρίσκονται σε κάποιο υψόμετρο (Μαρινάκης, 2012).

Σήμερα το νερό των ταμιευτήρων, που συνήθως δημιουργούνται με τεχνητά φράγματα, χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (υδροηλεκτρικοί σταθμοί). Στη χώρα μας, όπου τα νερά δεν είναι άφθονα, οι υδατοταμιευτήρες δεν είναι δυνατό να τροφοδοτούν συνεχώς με νερό τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί

λειτουργούν μόνο μερικές ώρες της ημέρας, τις ώρες αιχμής όπως λέγονται, όταν δηλαδή χρειαζόμαστε πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια (Μαρινάκης, 2012).

Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι σε πολλές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, το νερό των ταμιευτήρων χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον υδροηλεκτρικό σταθμό και, στη συνέχεια, το ίδιο νερό αξιοποιείται για την ύδρευση κοντινών πόλεων ή για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων! Στη χώρα μας λειτουργούν μερικοί μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και πολλοί μικρότεροι, ενώ έχουμε τη δυνατότητα να εγκαταστήσουμε και άλλους σε πολλές περιοχές της χώρας, όπου υπάρχουν μεγάλα η μικρά υδατορεύματα. Το νερό, λοιπόν των ταμιευτήρων είναι μια ανεκτίμητη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, είναι δηλαδή μια καθαρή πηγή ενέργειας (Μαρινάκης, 2012).

Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών (Μαρινάκης, 2012).

3.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδραυλικής ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

1. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας

2. Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
3. Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

1. Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου
2. Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων (Μαρινάκης, 2012).

3.2 Ιστορική αναδρομή

Τα λόγια ενός ευρωπαίου περιηγητή της Ελλάδας του 19ου αιώνα, χαρακτηριστικά για τον υδάτινό πλούτο των ορεινών περιοχών παραμένουν διαχρονικοί εκφραστές μιας ξεχασμένης αλήθειας “...μας μίλησαν για μεγάλα κοπάδια προβάτων, για δάση από βελανιδιές και έλατα, αλλά και για αμέτρητα βουνίσια ρέματα που ποτέ δεν στερεύουν το καλοκαίρι και το νερό τους είναι πολύ κρύο δεν μπορείς να το πιεις” (Μαρινάκης, 2012).

Επιχειρώντας να γράψουμε για τις δυνατότητες μικροϋδροηλεκτρικής ανάπτυξης της Ελλάδας, συνειδητοποιούμε ότι η ανάπτυξη δεν είναι απλή άσκηση επί χάρτου ή δείγμα και έκφραση ενοχής για τον πολιτισμό του τσιμέντου και της καθημερινής πλήξης του “κλεινού άστεως”. Αντίθετα, είναι μια πολύπλοκη συνάρτηση των φυσικών προσόντων της ξεχασμένης Ελλάδας, με τους όγκους των βουνών και των γλυπτών της φύσης, που απροσπέλαστοι θυμίζουν εποχές του Ησιόδου, του Ομήρου, του Αλέξανδρου, του Πύρρου, με το κελλάρισμα του νερού που τρέχει, και τη βοή των χειμάρρων που μας θυμίζει ότι “ενηγροθηρευτήν δε, πλην

ιεροίς ποταμοίς τε και έλεσι και λίμναις, εν τοις άλλοις εξέστω θηρεύειν μη χρώμενον οπών αναθολώσει μόνον” . Η ανάπτυξη σχετίζεται άμεσα και με τα άγρια φαράγγια, τα πέτρινα γεφύρια, τα μοναδικά μνημεία της φύσης, τους παραδοσιακούς οικισμούς, τους τόπους που κάποτε έσφυζαν από ζωή ενώ σήμερα είναι πληθυσμιακά αποψιλωμένοι, με αυτά τα τόσο σημαντικά κεφάλαια φυσικών, ιστορικών και πολιτιστικών πόρων που σήμερα μοιάζουν να αποτελούν ανορθόδοξα εμπόδια σε αντιαναπτυξιακό παιχνίδι ανάπτυξης, που για την Ελλάδα ήταν πάντοτε προσαρμοσμένο στο επίπεδο, ενεργοβόρο αλλά ελέγξιμο τοπίο των πεδινών περιοχών (Μαρινάκης, 2012).

Η υδραυλική ενέργεια, ο "λευκός άνθραξ” υπηρέτησε και υπηρετεί πιστά τον άνθρωπο στο δρόμο της ανάπτυξης. Η εξέλιξη των προδρόμων των Μικρών Υδροηλεκτρικών χάνεται στους αιώνες. Αφθονούν οι σχετικές, με τους υδραυλικούς τροχούς και τους υδρόμυλους, περιγραφές από Ρωμαίους συγγραφείς, βουδιστές και ιησουίτες μοναχούς. Οι ρίζες τους όμως είναι καθαρά ελληνικές και μάλιστα μακεδονικές. Οι πρώτες σχετικές έγγραφες περιγραφές αφορούν συστήματα μετάδοσης κίνησης, και μάλιστα οδοντωτά, τα οποία αποδίδονται στον Αριστοτέλη, Η αρχαιότερη όμως διασωθείσα απόδειξη ύπαρξης σχετικής τεχνολογίας των κλασικών χρόνων είναι ο περίφημος Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Εικάζεται ότι, το υπάρχον απόθεμα τεχνολογικής γνώσης των Ελληνιστικών χρόνων σε προβλήματα μετάδοσης κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, συνέβαλε σημαντικά στη διαμόρφωση της τεχνικής των υδραυλικών τροχών και ανάγει την προέλευσή του στους μαθητές αυλική του Μακεδόνα φιλοσόφου και στον Ήρωνα τον Αλεξανδρέα. Στα κλασικά έργα του τελευταίου υπάρχουν περιγραφές σειράς υδραυλικών υπηρέτησε διατάξεων πέραν αυτών που σχετίζονται με τον γνωστό αεριοστρόβιλο. Ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι ξαναανακαλύπτει πολλές από τις περιγραφές του Ήρωνα, Ο "λευκός άνθραξ”, με τη μορφή της μηχανικής ενέργειας, αποτελούσε για σειρά αιώνων για όλους τους πολιτισμούς την κινητήρια δύναμη για την κίνηση υδροτροχών οριζοντίου ή κατακορύφου άξονα με σκοπό κυρίως την άλεση δημητριακών. Στην Ελλάδα, τα υδροτριβεία, οι δριστέλες, τα μπατάνια, τα πριονιστήρια ξυλείας οι σουσαμόμυλοι, τα κλωστοϋφαντουργεία, χρησιμοποιούν τη δύναμη του νερού και συμβάλλουν τα μέγιστα στην τοπική οικονομία (Μαρινάκης, 2012).

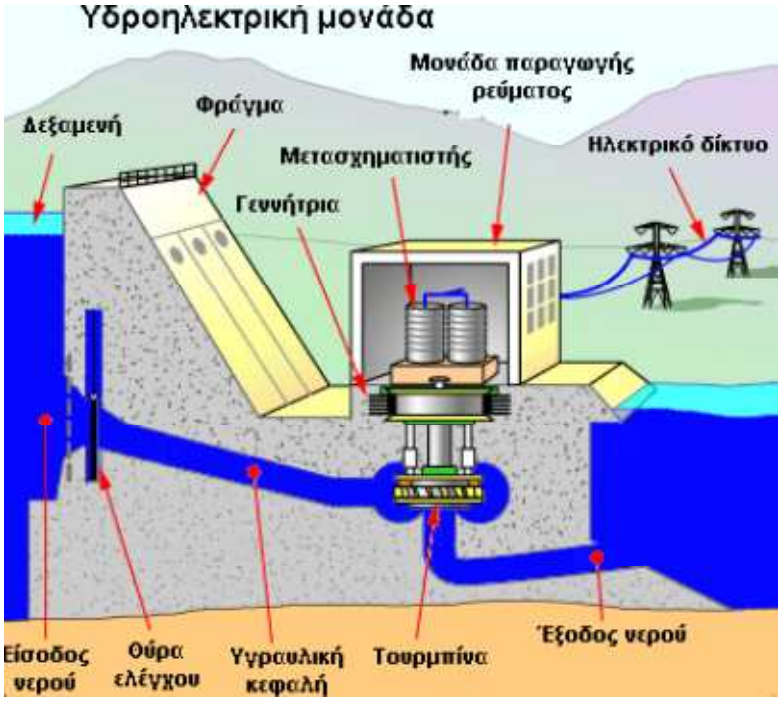
Με την πάροδο των αιώνων οι παραδοσιακές αυτές τεχνικές υδροκίνησης εξελίχθηκαν και αντικαταστάθηκαν από σύγχρονες πετρελαϊκές ή ηλεκτρικές μηχανές. Παραδοσιακές και σύγχρονες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις αξιοποιούσαν και αξιοποιούν τη δυναμική και κινητική ενέργεια του νερού για την παραγωγή μηχανικού έργου και ηλεκτρικής ενέργειας. Πολύ πριν οι ειδικοί μηχανικοί εγκαταστήσουν γιγαντιαία υδροηλεκτρικά έργα, χιλιάδες μικρά υδροηλεκτρικά είχαν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούσαν τόσο στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ όσο και στην Ασία. Αυτά τα έργα στήριξαν τα πρώτα βήματα της βιομηχανικής ανάπτυξης και επανάστασης και αποτέλεσαν τους πρώτους αξιόπιστους βασικούς εργασιακούς βιοτεχνικούς και πολιτιστικούς πυρήνες. Στις αρχές του αιώνα τέτοια έργα στήριξαν τη βιομηχανική ανάπτυξη της κλωστοϋφαντουργίας και νηματουργίας σειράς πόλεων της Μακεδονίας (Μαρινάκης, 2012).

Η πρώτη και δεύτερη κρίση πετρελαίου και ο πόλεμος του Περσικού Κόλπου συνέβαλαν σημαντικά στην αναθεώρηση της ενεργειακής πολιτικής κάθε κράτους και αναζωπύρωσαν το ενδιαφέρον για τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα. Συγχρόνως άρχισε να γίνεται κοινή συνείδηση όλων των εμπλεκομένων και ενδιαφερομένων ότι τα έργα αυτά είναι πράγματι τα μόνα αξιόπιστα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σε όλες τις χώρες μια πραγματική αναγέννηση της προώθησης και της εγκατάστασης Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων Η παρατηρούμενη τάση είναι απολύτως φυσιολογική συνέχεια της ιστορικής συμβολής των Μικρών Υδροηλεκτρικών στον εξηλεκτρισμό, στην εκβιομηχάνιση και την ανάπτυξη όλων των χωρών του κόσμου (Μαρινάκης, 2012).

3.3 Η υδροηλεκτρική μονάδα

Οι Υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη

πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει (Μαρινάκης, 2012).



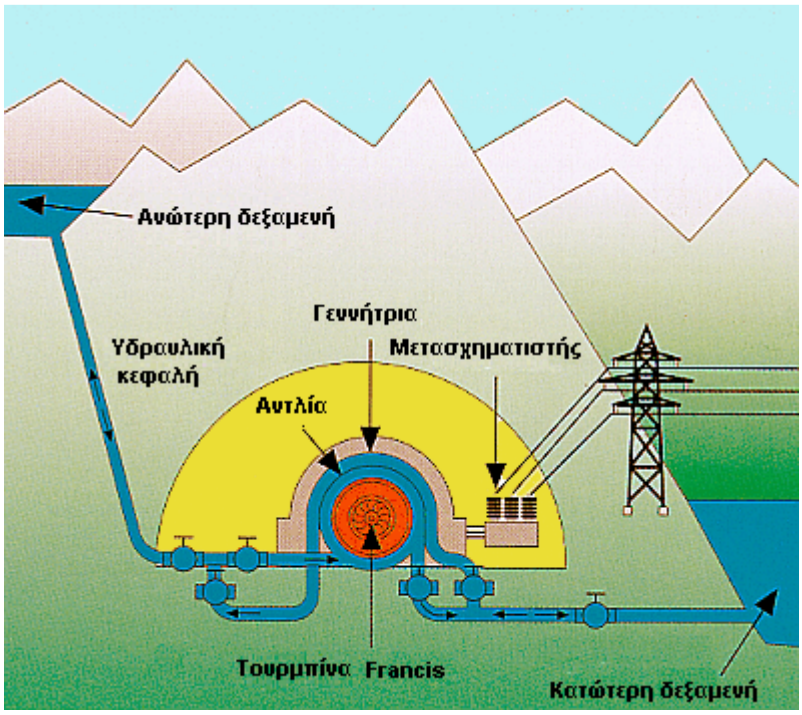
Εικόνα 24: Παρουσιάζεται μια υδροηλεκτρική μονάδα

Η περιστροφική αυτή κίνηση μεταφέρεται στην γεννήτρια η οποία είναι συνδεδεμένη με την τουρμπίνα με ένα άξονα. Ο πιο συνηθισμένος τύπος τουρμπίνας για υδροηλεκτρικές μονάδες είναι η τουρμπίνα Francis η οποία μοιάζει με ένα μεγάλο δίσκο με κυρτές φτερωτές. Μια τουρμπίνα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να κάνει 90 περιστροφές το λεπτό. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Ο μετασχηματιστής παίρνει το εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπει σε ρεύμα υψηλής τάσης. Έξω από κάθε υδροηλεκτρική μονάδα υπάρχουν τέσσερα καλώδια: οι τρεις φάσεις του ρεύματος που δημιουργούνται ταυτόχρονα συν η ουδέτερη ή γείωση και για τις τρεις (Μαρινάκης, 2012).

Το νερό στην δεξαμενή θεωρείται αποθηκευμένη ενέργεια. Όταν ανοίγουν οι θύρες το νερό που περνά μέσα από τον αγωγό γίνεται κινητική ενέργεια λόγω της κίνησής του. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς

παράγοντες. Δυο από αυτούς είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η ποσότητα της υδραυλικής κεφαλής. Υδραυλική κεφαλή είναι η απόσταση μεταξύ της επιφάνεια του νερού και της τουρμπίνας. Όσο αυξάνεται ο όγκος του νερού και της υδραυλικής κεφαλής τόσο αυξάνεται και το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Το μέγεθος της υδραυλικής κεφαλής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού της δεξαμενής (Μαρινάκης, 2012).

Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο.



Εικόνα 25: Τρόπος με τον οποίο λειτουργεί μια υδροηλεκτρική μονάδα

Όμως υπάρχει και ένας άλλος τύπος υδροηλεκτρικής μονάδας. Σε μια συμβατική υδροηλεκτρική μονάδα το νερό από την δεξαμενή περνάει από την τουρμπίνα και καταλήγει πάλι στο ποτάμι. Οι νέες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν δύο δεξαμενές. Την ανώτερη δεξαμενή η οποία συγκεντρώνει το νερό που συγκρατεί το φράγμα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Την κατώτερη δεξαμενή η οποία συγκεντρώνει το νερό που φεύγει από τις τουρμπίνες, αντί να γυρίζει πίσω στο ποτάμι. Μια αντίστροφη τουρμπίνα διοχετεύει

αυτό το νερό πάλι πίσω στην ανώτερη δεξαμενή. Επιστρέφοντας το νερό πίσω η μονάδα έχει περισσότερο νερό για χρήση σε περιόδους αιχμής (Μαρινάκης, 2012).

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται μια φυσική συνεχή μέθοδο - την διαδικασία που προκαλεί τη βροχή και δημιουργεί τα ποτάμια. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού στην ατμόσφαιρα καθώς οι υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου διασπούν τα μόρια του νερού. Αλλά ταυτόχρονα άλλο νερό εμφανίζεται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Το ποσό του νερού που δημιουργείται και το ποσό που χάνεται είναι περίπου το ίδιο (Μαρινάκης, 2012).

Ο όγκος του συνόλου του νερού εμφανίζεται σε διαφορετικές μορφές. Μπορεί να είναι σε υγρή μορφή πχ. Οι ωκεανοί, τα ποτάμια, η βροχή, σε στερεή μορφή όπως οι παγετώνες και σε αέρια μορφή όπως οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα. Το νερό αλλάζει μορφές καθώς κινείται γύρω από τον πλανήτη από ρεύματα αέρος. Τα ρεύματα αέρος δημιουργούνται από την θερμική ακτινοβολία του ήλιου. Τα αέρια ρεύματα δημιουργούνται επειδή ο ήλιος θερμαίνει τον Ισημερινό περισσότερο από άλλα μέρη της γης. Τα ρεύματα του αέρα μεταφέρουν το νερό μέσα από τον δικό του κύκλο, που ονομάζεται υδρολογικός κύκλος. Ο ήλιος θερμαίνει το νερό και το μετατρέπει σε υδρατμούς οι οποίοι γεμίζουν τον αέρα. Ο ήλιος επίσης θερμαίνει τον αέρα. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει στην ατμόσφαιρα μεταφέροντας τους υδρατμούς. Στα ανώτερα στρώματα συναντά ψυχρά ρεύματα αέρα. Οι υδρατμοί ψύχονται και γίνονται μικρά σταγονίδια νερού που σχηματίζουν σύννεφα. Όταν αρκετά σταγονίδια συσσωρευτούν βαραίνουν και πέφτουν ξανά στην γη σαν βροχή, χαλάζι ή χιόνι. Ο υδρολογικός κύκλος είναι σημαντικός για τις υδροηλεκτρικές μονάδες επειδή η ροή νερού σε αυτές εξαρτάται από αυτόν. Λιγότερες βροχές σημαίνει λιγότερο νερό και λιγότερη παραγωγή ηλεκτρισμού (Μαρινάκης, 2012).

3.4 Μικρά υδροηλεκτρικά έργα

Η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια του νερού, είναι μια ανανεώσιμη, και αποκεντρωμένη πηγή ενέργειας που υπηρέτησε και υπηρετεί πιστά τον άνθρωπο στο δρόμο της ανάπτυξης. Πολυάριθμοι υδραυλικοί τροχοί, νερόμυλοι, δριστέλλες, υδροτριβεία, πριονιστήρια, κλωστοϋφαντουργεία και άλλοι μηχανισμοί υδροκίνησης συνεχίζουν ακόμη και σήμερα να χρησιμοποιούν τη δύναμη του νερού,

συμβάλλοντας σημαντικά στην πρόοδο της τοπικής οικονομίας πολλών περιοχών, με απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο (Μαρινάκης, 2012).

Σε πολλά σημεία του ελληνικού χώρου κάποιες παραδοσιακές, αλλά και σύγχρονες εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων εξακολουθούν να αξιοποιούν την ενέργεια του νερού για την παραγωγή μηχανικού έργου αλλά κυρίως πλέον για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η αξιοποίηση του μικρού υδροδυναμικού των χιλιάδων μικρών ή μεγαλύτερων υδατορρευμάτων και πηγών της ορεινής Ελλάδος περνά από την υλοποίηση αποκεντρωμένων, αναπτυξιακών μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών πολλαπλής σκοπιμότητας, που μπορούν δηλαδή να λειτουργούν και για την ταυτόχρονη κάλυψη υδρευτικών, αρδευτικών και άλλων τοπικών αναγκών (Μαρινάκης, 2012).

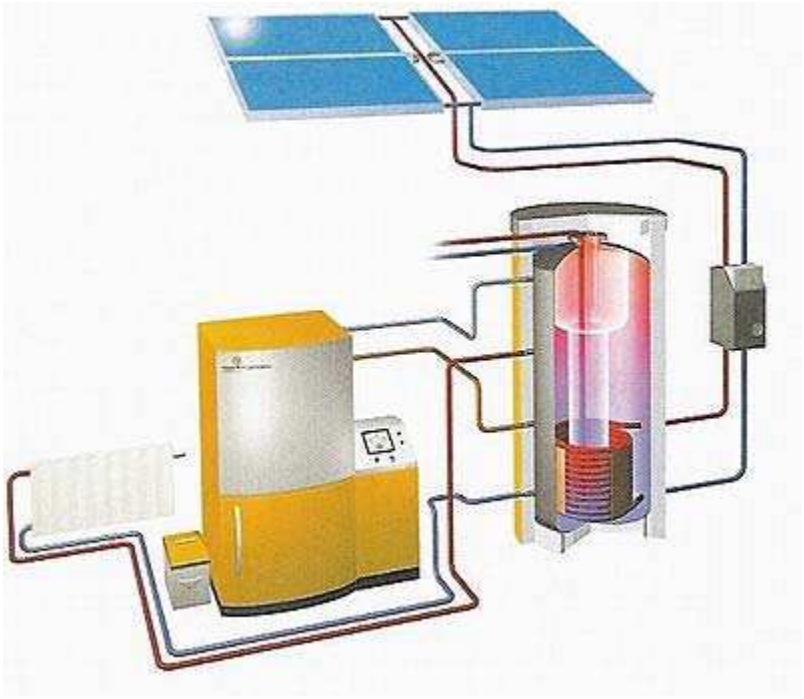
Οι πολύ υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων, που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90%, και η πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων, που μπορεί να υπερβαίνει και τα 100 έτη, αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών (Μαρινάκης, 2012).

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο, ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας αρίστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης, η φιλικότητα προς το περιβάλλον με τις μηδενικές εκπομπές ρύπων και τις περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης, κλπ.), η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις, κ.α. (Μαρινάκης, 2012).

Εξ' ορισμού, ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιοτόπων μικρής κλίμακας στα ανάντη των μικρών Ταμιευτήρων. Το σύνολο των επί μέρους συνιστώσων του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και αναβαθμίζοντας το γύρω χώρο (Μαρινάκης, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΒΙΟΜΑΖΑ

Βιομάζα ονομάζουμε οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα δάση, υπολείμματα από γεωργικές ή δασικές διαδικασίες και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα. Αντιθέτως, βιομάζα δεν είναι τα ορυκτά οργανικά υλικά (όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο). Η βιομάζα είναι φρέσκια οργανική ύλη. Βιομάζα είναι επίσης και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών (Ανώνυμος, 2011).



Εικόνα 26: Υβριδικό σύστημα θέρμανσης με βιομάζα και ηλιακή ενέργεια

Σε μερικές εγκαταλειμμένες, αλλά και σε γόνιμες περιοχές, καλλιεργούνται κάποια φυτά ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα για παραγωγή ενέργειας (ενεργειακές καλλιέργειες). Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια. 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. Για να πάρουμε ενέργεια από τη βιομάζα την καίμε, είτε απευθείας, είτε αφού προηγουμένως την υποβάλουμε σε επεξεργασία (κοπή, ξήρανση ή άλλες πιο πολύπλοκες διαδικασίες). Άλλες πάλι φορές, με κατάλληλη επεξεργασία ορισμένων φυτών που καλλιεργούνται σε ενεργειακές καλλιέργειες, μπορούν να παραχθούν υγρά καύσιμα, που λέγονται βιοκαύσιμα. Αυτά είναι πιο αποδοτικά και λιγότερο ρυπαντικά από τα γνωστά μας καύσιμα, αλλά δυστυχώς είναι ακόμα ακριβά. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανσή μας, για την παραγωγή ηλεκτρισμού αλλά, και ως καύσιμα μεταφορών. Σε μερικές μάλιστα χώρες, όπως η Βραζιλία, χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό για την κίνηση των αυτοκινήτων (αλκοόλη) (Μαρινάκης, 2012).

Όσο υπάρχουν φυτά και ζώα στον πλανήτη, όσο δηλαδή υπάρχει ζωή, θα έχουμε και την ανεξάντλητη, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που λέγεται βιομάζα. 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 (Μαρινάκης, 2012).

Η ενέργεια της βιομάζας, αποτελεί την αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας (ενέργειας), η οποία δεσμεύεται αρχικά από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και στη συνέχεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια που αποταμιεύεται στις νεογέννητες οργανικές ουσίες και μέσα στους ιστούς των φυτών. Με την "καύση" των φυτών και τη σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως:

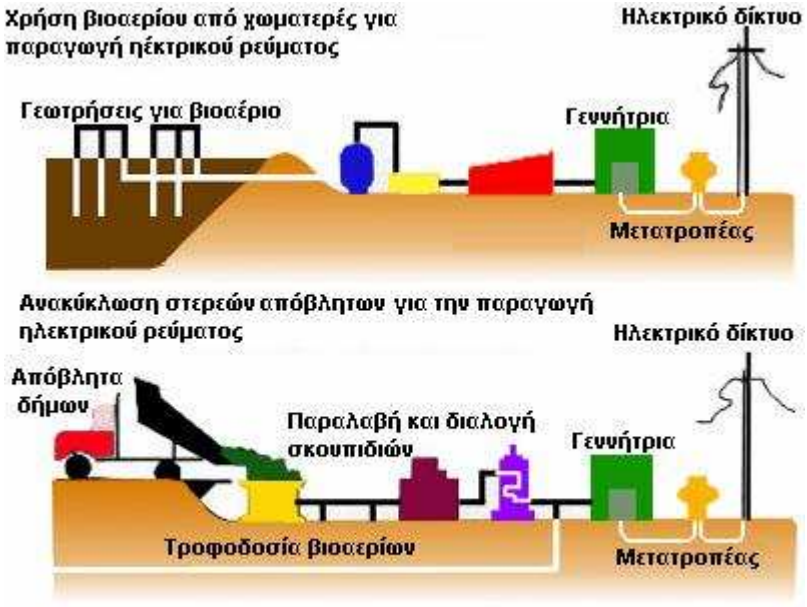
α) καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας,

β) πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαερίου ή φυσικού αερίου, το οποίο αποτελεί άριστη καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπως και

γ) πρώτη ύλη για παραγωγή αιθανόλης και βιοντήζελ για μηχανές εσωτερικής καύσης. Επιπλέον η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο CO2 - δεν

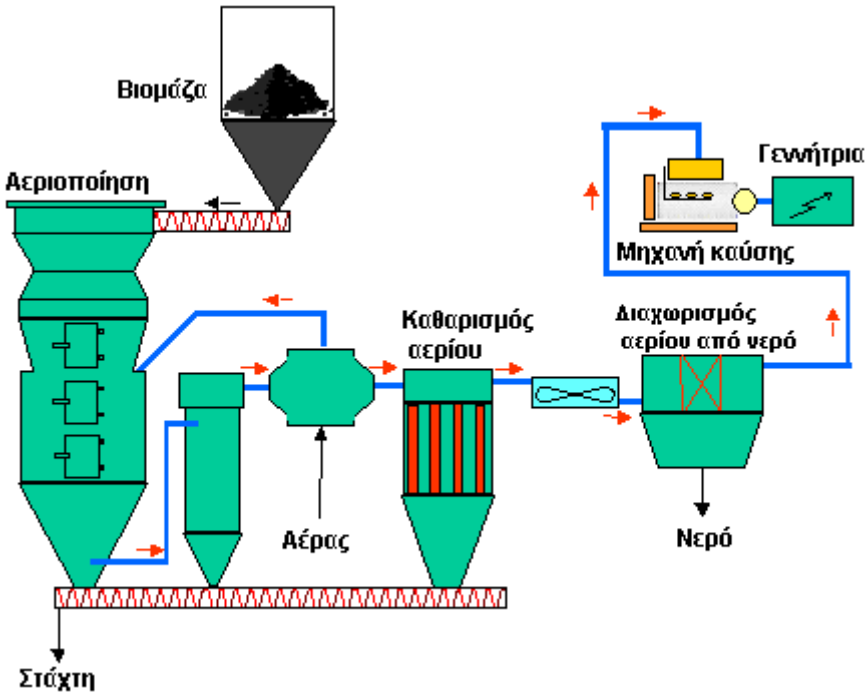
συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του CO2 που απελευθερώνονται κατά την καύση της έχουν ήδη δεσμευτεί από την ατμόσφαιρα για τη δημιουργία της βιομάζας (Μαρινάκης, 2012).

Η επί χιλιάδες χρόνια καύση της ξυλείας για μαγείρεμα και θέρμανση, καθώς και των ζωικών και φυτικών λιπών και ελαίων για φωτισμό, βρίσκει συνέχεια με την καύση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας (τηλεθέρμανση), ηλεκτρισμού, παραγωγή βιοαερίου. Οι χωματερές και οι μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, παράγουν βιοαέριο, που μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή. Στη χώρα μας τέτοιες μονάδες είναι εγκατεστημένες στη Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο, Χανιά και Ψυτάλλεια Αττικής με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 8000 KW, ενώ το 12% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας έχει ως πηγή τη βιομάζα (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 27: Ενέργεια από βιομάζα

Στα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αναφέρονται το κόστος συλλογής και επεξεργασίας των υλικών, καθώς και το μικρό ενεργειακό περιεχόμενο σε σχέση με ίση μάζα καύσιμου απολιθωμάτων (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 28: Ενέργεια από βιομάζα

Τα υπολείμματα ξύλου, των βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου, μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά όπως και τα αστικά απορρίμματα. Σε μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις όπως η Βιέννη, η Φραγκφούρτη και η Κολωνία λειτουργούν εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμη ύλη τα σκουπίδια των κατοίκων τους. Η ολική ποσότητα στερεών απορριμμάτων στις ΗΠΑ από το 1970 έως 1994 αυξήθηκε κατά 70%, αλλά την ίδια περίοδο το ποσοστό απορριμμάτων που ανακυκλώθηκε ή έγινε λίπασμα αυξήθηκε από 7% στο 23% (Μαρινάκης, 2012).

Η βιομάζα είναι ένα καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς δεν συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ ταυτόχρονα μειώνει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων σε εθνικό επίπεδο με προφανή οφέλη για την χώρα. Η βιομάζα για παραγωγή θερμότητας προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως καυσόξυλα, δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα π.χ. άχυρο από την παραγωγή σιτηρών, υπολείμματα από αγροτικές εργασίες π.χ. σοδειές που έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία ή σοδειές που καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα (Μαρινάκης, 2012).

4.1. Η βιομάζα στην Ελλάδα

Μια περιοχή της Ελλάδας με σημαντικό ενεργειακό δυναμικό βιομάζας είναι η Ήπειρος, όπου τα διαθέσιμα γεωργικά, δασικά και ζωικά υπολείμματα θα μπορούσαν να καλύψουν μεγάλο μέρος των αναγκών της. Η εκμετάλλευση της βιομάζας συναντά αρκετά προβλήματα στην πρακτική εφαρμογή, γίνονται όμως προσπάθειες για την ανάπτυξη προγραμμάτων με σκοπό την αξιοποίησή της (Μαρινάκης, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από τη σταθερή επιφάνεια της γης. Όπως αποκαλύπτει και η ετυμολογία της λέξης "γεω-θερμία" πρόκειται για θερμότητα από την γη. Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου από 14 έως 18 βαθμούς Κελσίου για τη χώρα μας. Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα και να τους ψύξουμε το καλοκαίρι. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν (παρέχεται από την φύση) (Ανώνυμος, 2011).

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται σήμερα τόσο σε διάφορες χώρες του κόσμου όσο και στην Ελλάδα. Μέσω της αξιοποίησης της δεν παράγονται διάφοροι αέριοι ρύποι που προκαλούνται από την καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Συνεπώς η χρήση της όπως ειπώθηκε και πρωτύτερα δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με αέριους ρύπους που προκαλούν την επίταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και την όξινη βροχή (Βουρδουμπάς, 2006).

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία όμως δεν οφείλεται στην ηλιακή ενέργεια (όπως η αιολική ενέργεια, η υδροδυναμική ενέργεια και η βιομάζα) αλλά στη θερμική ενέργεια που υπάρχει στο εσωτερικό της γης, και η οποία θα συνεχίσει να υπάρχει για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμη. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εγκατεστημένη ισχύς για θερμική αξιοποίηση της γεωθερμίας στην Ε.Ε (Βουρδουμπάς, 2006).

Πίνακας 2: Θερμικές χρήσεις της γεωθερμίας στην Ε.Ε.

Χώρα	**Εγκατεστημένη ισχύς**
Ιταλία	487
Γαλλία	330
Γερμανία	71
Αυστρία	100
Ελλάδα	75
Σουηδία	47
Πορτογαλία	6
Δανία	4

Τα γεωθερμικά ρευστά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη θερμοκρασία τους. Εάν η θερμοκρασία τους είναι πάνω από 1500C τότε αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Εάν η θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 100-1500C τότε αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για την παραγωγή θερμότητας είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Εάν η θερμοκρασία τους είναι κάτω από 1000C τότε αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας (Βουρδουμπάς, 2006).

5.1. Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων

Η συγκεντρωμένη στο εσωτερικό της γης θερμότητα μεταφέρεται κοντά στην επιφάνειά της μέσω γεωλογικών φαινομένων, δημιουργώντας έτσι υπέρθερμες περιοχές με γεωθερμική βαθμίδα μεγαλύτερη από 700 C/km. Το σημαντικότερο από αυτά τα γεωλογικά φαινόμενα είναι αυτό των λιθοσφαιρικών πλακών: Το εξωτερικό κέλυφος της γης, η λιθόσφαιρα, δεν είναι ενιαίο αλλά αποτελείται από πολλά κομμάτια, τις λιθοσφαιρικές πλάκες. Οι πλάκες αυτές βρίσκονται σε μια διαρκή κίνηση που πραγματοποιείται με πολύ μικρή ταχύτητα, μερικά μόλις εκατοστά το χρόνο. Ανάλογα με τη σχετική κίνηση των πλακών, στα όριά τους παρατηρούνται τρία διαφορετικά φαινόμενα:

1. Οι δύο πλάκες αποκλίνουν, δηλαδή κινούνται έτσι που να απομακρύνονται η μια από την άλλη. Στο κενό που αφήνουν, αναβλύζει μάγμα που στερεοποιείται, γεμίζει το κενό και δημιουργεί καινούργια λιθόσφαιρα, Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι λεγόμενες "ράχες".

2. Οι δύο πλάκες συγκλίνουν έτσι που η μια να βυθίζεται κάτω από την άλλη και τελικά να απορροφάται από το μανδύα ή να καταστρέφεται. Φαινόμενα τριβής στα όρια των πλακών έχουν σαν αποτέλεσμα, μέρος της μηχανικής ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτή η θερμότητα εκτονώνεται με τη μορφή ηφαιστειακής δράσης. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι "τάφροι". Στις τάφρους η λιθόσφαιρα καταστρέφεται με το ρυθμό που δημιουργείται στις ράχες.

3. Οι δύο πλάκες "γλιστρούν" η μια παράλληλα στην άλλη με τρόπο που ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται λιθόσφαιρα (Μαρινάκης, 2012).

Τόσο οι "τάφροι" όσο και οι "ράχες" συνδέονται με ηφαιστειακή δράση και κατά συνέπεια με υπέρθερμες περιοχές. Για αυτό και τα σημαντικότερα γεωθερμικά πεδία εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, δηλαδή στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, τις λεγόμενες "ζώνες σεισμικών εστιών". Περιοχές με μικρότερο γεωθερμικό ενδιαφέρον, δηλαδή με γεωθερμική βαθμίδα λίγο υψηλότερη από τη μέση, μπορεί να βρεθούν και εκτός των εν λόγω ζωνών. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κάποιον από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Τοπικά υψηλή θερμική ροή από το μανδύα και τη βάση του φλοιού προς την επιφάνεια, σε μεγάλες περιοχές.

2. Αυξημένες συγκεντρώσεις των ραδιενεργών στοιχείων ουρανίου, θορίου και καλίου σε ορισμένες περιοχές στο φλοιό της γης, που συντελούν στην παραγωγή θερμότητας και κατά συνέπεια στην αύξηση της γεωθερμικής βαθμίδας. Πετρώματα με αυξημένες αυτές τις συγκεντρώσεις είναι τα γρανιτικά με 5-1 0 ppm σε ουράνιο και 80 ppm σε θόριο.

3. Φαινόμενα συναγωγής που προκαλούνται από κυκλοφορία νερού διαμέσου πορωδών σχηματισμών ή μέσα από συστήματα ρηγμάτων. Με αυτό τον τρόπο μεταφέρεται η θερμότητα σε μικρότερα βάθη και αυξάνεται η γεωθερμική βαθμίδα.

4. Σε μια περιοχή με δεδομένη θερμική ροή στη βάση του φλοιού και απουσία άλλης θερμής πηγής μέσα στο φλοιό, η γεωθερμική βαθμίδα ποικίλλει ανάλογα με τη θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων που αποτελούν το φλοιό. Τα αργιλικά πετρώματα έχουν τη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα, ενώ τα κρυσταλλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμική αγωγιμότητα (περίπου 6 φορές αυτή των αργίλων) (Μαρινάκης, 2012).

Οι παραπάνω μηχανισμοί μπορεί να δημιουργήσουν δευτερεύουσας σημασίας γεωθερμικές ανωμαλίες μακριά από τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Έτσι, ενώ σημαντικές θερμικές ανωμαλίες εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, περιοχές με ελαφρά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα απαντώνται σε όλη τη γη. Δεδομένου ότι η θερμότητα του πλανήτη μας βρίσκεται στο εσωτερικό του, πρέπει να γίνουν γεωτρήσεις προκειμένου να προσπελαστεί στις ζώνες σεισμικών εστιών, θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βρεθούν σε βάθη 2-3 km, ενώ σ' αυτά τα βάθη, σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα, οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλότερες, ικανές μόνο για κάλυψη θερμικών αναγκών (Μαρινάκης, 2012).

Σε αυτές τις περιοχές χρειάζονται γεωτρήσεις βάθους 6- 7 km για να βρεθούν θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά είναι και τα μέγιστα βάθη γεωτρήσεων που πραγματοποιούνται επειδή οι βαθιές γεωτρήσεις κοστίζουν πολύ, δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλείς και επιπλέον σ' αυτά τα βάθη είναι πιθανόν να μη υπάρχει υδροφορία (Μαρινάκης, 2012).

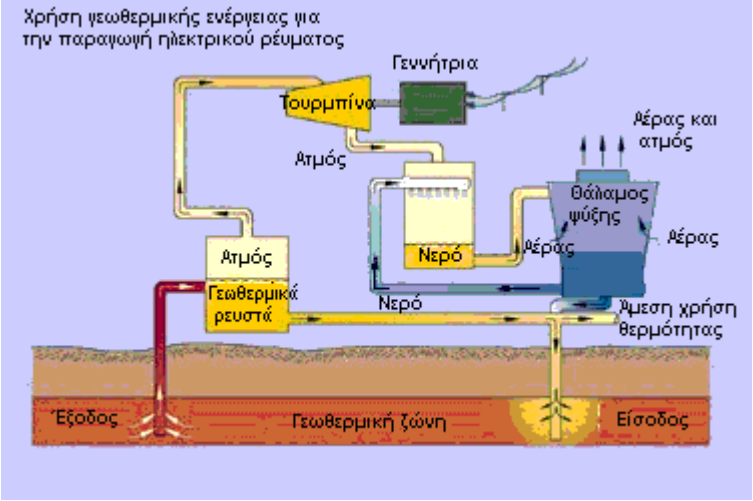
5.2. Φυσικά γεωθερμικά πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι η μοναδική συνθήκη-προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, είναι διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή ή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα αυτά στην επιφάνεια της γης (Μαρινάκης, 2012).

Έτσι, η παραγωγικότητα μιας θερμικής περιοχής προσδιορίζεται και συχνά καθορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όμως όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία που αποτελεί τη δεύτερη συνθήκη για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Κατά συνέπεια, ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σε αυτά (Μαρινάκης, 2012).

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες: στα πεδία "υψηλής ενθαλπίας", όπου το ρευστό (άνω των 1500 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και/ή για θέρμανση, και στα πεδία "χαμηλής ενθαλπίας" όπου το ρευστό (κάτω των 150 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση. Στις ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που σχετίζονται μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Ισλανδία, που βρίσκεται πάνω στη μεσο-ωκεάνια ράχη του Ατλαντικού (Μαρινάκης, 2012).

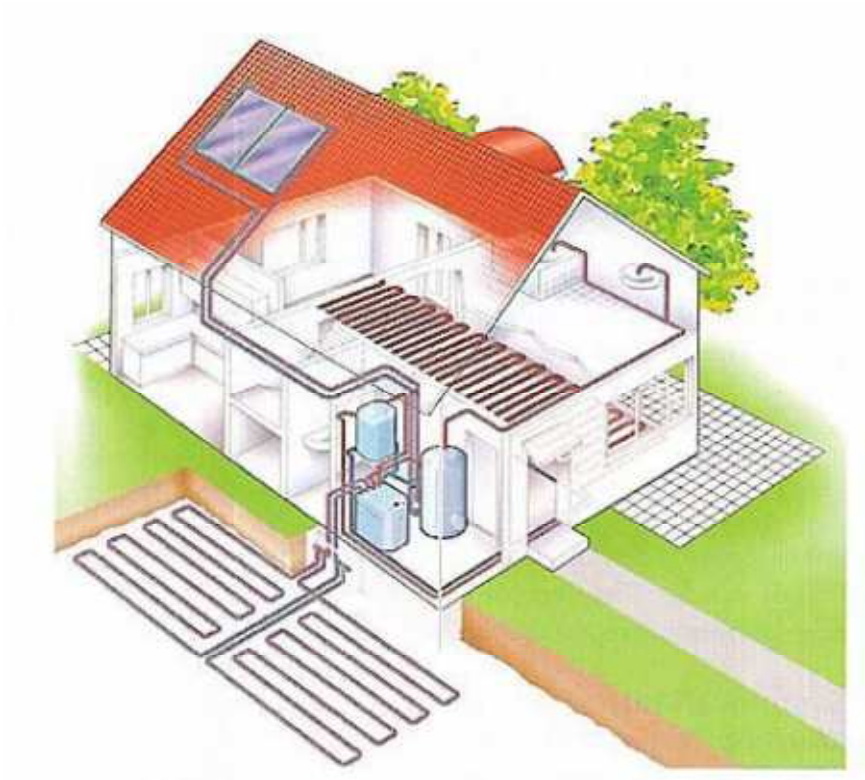
Το γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση, δηλαδή προέρχεται από τις κατακρημνίσεις. Το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και σιγά-σιγά προχωρεί στο εσωτερικό της γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5 km. Στην πορεία του θερμαίνεται λόγω της υψηλής θερμικής ροής και στη συνέχεια βρίσκει διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και επιστρέφει στην επιφάνεια. Από αναλύσεις βασισμένες ραδιοϊσότοπα βρέθηκε ότι ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια. Η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη από αυτό απόσταση μέχρι και 200 km, οπότε και η διαδρομή του ρευστού ποικίλλει ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Το νερό, λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί και σαν "συμπυκνωτής" θερμότητας. Η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10 km από την επιφάνεια της γης είναι 85 kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (1300 C) είναι 420 kJ/kg, δηλαδή πενταπλάσια. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360 C είναι 2.790 kJ/kg δηλαδή τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων. Για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα, είτε πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία είτε να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή μέχρι να φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων (Μαρινάκης, 2012).



Εικόνα 29: Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

5.3. Εφαρμογές

Υπάρχουν δύο κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας. Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης. Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπόγειων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης. Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας παράγει παγκοσμίως 8000 (MWe) ηλεκτρικού ρεύματος και 4000 (MWt) θερμικής ενέργειας.



Εικόνα 30: Δείχνει ένα σπίτι που η ενέργεια του είναι γεωθερμική

Όλοι οι τύποι θεωρούνται ανανεώσιμοι εφόσον ο ρυθμός άντλησης της θερμότητας δεν υπερβαίνει το ρυθμό επαναφόρτισης της γεωθερμικής δεξαμενής από τη γη. Για την παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να χρειαστούν αρκετές εκατοντάδες χρόνια για να επαναφορτιστεί μια γεωθερμική δεξαμενή η οποία έχει αδειάσει τελείως. Τα περιφερειακά συστήματα θέρμανσης μπορεί να πάρουν 100-200 χρόνια για να επαναφορτιστούν ενώ οι γεωθερμικές αντλίες μόνο 30 χρόνια (Μαρινάκης, 2012).

Θα μπορούσε να πει κάποιος ότι η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι πραγματικά ανανεώσιμη, γιατί με την πάροδο του χρόνου το εσωτερικό της γης θα κρυώσει και η ραδιενεργή φθορά των στοιχείων που κρατούν το εσωτερικό της γης θερμό θα μειωθεί. Όμως, επειδή οι δεξαμενές γεωθερμίας είναι τεράστιες σε μέγεθος συγκριτικά με τις ανάγκες του ανθρώπου, η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά ανανεώσιμη. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα σημερινά γεωθερμικά πεδία παράγουν μόνο το 1/6 CO2 σε σύγκριση με τις γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με

φυσικό αέριο, και καθόλου νιτρικά (NOx) και θειϊκά (SOx) αέρια. Για κάθε 1.000 MW ηλεκτρικού ρεύματος που προέρχεται από γεωθερμικές πηγές εκπέμπονται 1 εκατομμύριο Kg λιγότερα τοξικά αέρια το χρόνο και 4 δισεκατομμύρια Kg λιγότερο CO2, ενώ οι ρύποι αυτοί θα ήταν πολύ περισσότεροι αν σαν πρώτη ύλη χρησιμοποιούνταν άνθρακας (Μαρινάκης, 2012).

5.4. Η γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί πλούσια γεωθερμικά πεδία, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων. Σήμερα υπάρχουν μόνο θερμικές εφαρμογές της γεωθερμίας στην Ελλάδα, ενώ θα μπορούσε η γεωθερμία να χρησιμοποιείται και στη χώρα μας για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Βουρδουμπάς, 2006).

Πριν από 20 χρόνια περίπου η ΔΕΗ προσπαθώντας να αξιοποιήσει το αξιόλογο γεωθερμικό πεδίο των Κυκλάδων εγκατέστησε στη Μήλο ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 2 MW που αξιοποιούσε το τοπικό γεωθερμικό ρευστό υψηλής θερμοκρασίας. Όμως για διάφορους λόγους το έργο αυτό αστόχησε με αποτέλεσμα τις έντονες κοινωνικές διαμαρτυρίες και τη σύντομη εγκατάλειψη από τη ΔΕΗ του εργοστασίου αυτού (Βουρδουμπάς, 2006).

Συνήθως τα γεωθερμικά ρευστά βρισκόμενα σε επαφή με υπόγεια πετρώματα διαλύουν διάφορα άλατα και εξερχόμενα στην επιφάνεια μεταφέρουν κάποιους ρύπους (αέριους η υγρούς) οι οποίοι πρέπει να αντιμετωπισθούν. Φαίνεται ότι η ΔΕΗ στην περίπτωση αυτή δεν έλαβε τα αναγκαία μέτρα επεξεργασίας των αποβλήτων με αποτέλεσμα την αποτυχία της πρώτης προσπάθειας στην Ελλάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη γεωθερμία (Βουρδουμπάς, 2006).

Στην Ελλάδα σήμερα η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της γεωθερμίας σχετίζεται με την θέρμανση των θερμοκηπίων και οι περιοχές της χώρας με εγκατεστημένα γεωθερμικά θερμοκήπια είναι οι Σέρρες, η Ξάνθη, η Λέσβος, η Χαλκιδική, η Θεσσαλονίκη και οι Κυκλάδες. Σε αυτά οι θερμοκρασίες γεωθερμικών ρευστών κυμαίνονται μεταξύ 40 και 800C (Βουρδουμπάς, 2006).

Στην Κρήτη δεν έχουν καταγραφεί αξιόλογα γεωθερμικά πεδία μέχρι σήμερα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η θέρμανση (ή η ψύξη) κτιρίων με γεωθερμικό εναλλάκτη θερμότητος και συστήματα υψηλού βαθμού απόδοσης (αντλίες

θερμότητος) και τέτοια συστήματα είναι ευρέως διαδεδομένα στις Ευρωπαϊκές χώρες (Βουρδουμπάς, 2006).

Λαμβάνοντας υπ' όψη την αποτυχία της ΔΕΗ να αξιοποιήσει το γεωθερμικό πεδίο της Μήλου, θα πρέπει να τονισθεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην αντιμετώπιση των πιθανώς ρυπογόνων αποβλήτων που εμπεριέχονται στα γεωθερμικά ρευστά (υγρά ή αέρια). Βεβαίως ένα σημαντικό πλεονέκτημα της γεωθερμικής ενέργειας είναι ότι η αξιοποίηση της συμβάλλει θετικά στη περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία συνήθως βρίσκονται μακριά από τα αστικά κέντρα (Βουρδουμπάς, 2006).

Στο Σιδηρόκαστρο, η Συνεταιριστική Επιχείρηση του Δήμου Σιδηροκάστρου προχώρησε στην κατασκευή ενός θερμοκηπίου 5 στρεμμάτων που χρησιμοποιεί νερά μιας γεώτρησης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ). Στη Ν. Κεσσάνη βρίσκεται σε εξέλιξη ένα μεγάλο πρόγραμμα ανάπτυξης του πεδίου που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της ΕΕ. Στο Λαγκαδά, στη Νυμφόπετρα και στη Νέα Απολλωνία λειτουργούν ήδη δεκάδες στρέμματα πλαστικών "γεωθερμικών" θερμοκηπίων, ενώ στο Λαγκαδά λειτούργησε για δύο χρόνια μικρή πειραματική μονάδα εκτροφής χελιών. Στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Τα αποτελέσματα από αυτές τις εφαρμογές είναι αισιόδοξα και δίνουν ώθηση για παραπέρα έρευνα σε γεωθερμικά πεδία που έχουν εντοπιστεί αλλά δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά (Μαρινάκης, 2012).

Το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδος) συμβάλλει στην προσπάθεια αξιοποίησής τους. Η προσπάθεια εκμετάλλευσης γεωθερμικών πεδίων στη Μήλο και στη Νίσυρο δεν ευδοκίμησε, λόγω έκλυσης στο περιβάλλον δύσοσμων αερίων, γεγονός που προκάλεσε την αντίδραση των κατοίκων. Η γεωθερμική ενέργεια έχει και αγροτικές εφαρμογές. Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας, π.χ. θερμοκρασίας 20-25C απαιτείται για τις ιχθυοκαλλιέργειες, 40-60C για θέρμανση εδάφους και περίπου 80C για θέρμανση θερμοκηπίων. Τέτοια πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία, Θράκη και Λέσβο. Με δεδομένο την ύπαρξη πλούσιου γεωθερμικού δυναμικού στη χώρα μας, θετική θα ήταν η ενημέρωση με σκοπό την ευρύτερη αποδοχή και την αξιοποίησή του (Μαρινάκης, 2012).

Στην Ήπειρο δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή ενεργειακή εκμετάλλευση γεωθερμικών ρευστών στην περιοχή. Όμως υπάρχει γεωθερμικό δυναμικό στην περιοχή της Κόνιτσας. Ειδικότερα υπάρχουν δύο πηγές ρευστού χαμηλής ενθαλπίας στην Κόνιτσα. Το δυναμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα για παροχή θερμού σε ιχθυοτροφεία. Μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί γεωθερμικά πεδία στις πηγές Καβασίλων, στις πηγές Αμάραντου και στην περιοχή Συκιών (Μαρινάκης, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ

Μία ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που μόλις πρόσφατα άρχισε να βρίσκει εφαρμογές στην παραγωγή ηλεκτρισμού είναι η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων. Η ιδέα της μετατροπής της ενέργειας των επιφανειακών θαλάσσιων κυμάτων σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια είναι αρκετά παλιά. Όμως οι εντατικές προσπάθειες για το σκοπό αυτό άρχισαν μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, και οδήγησαν τριάντα περίπου χρόνια αργότερα στην ανάπτυξη των πρώτων εφαρμογών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα (Βουρδουμπάς, 2006).

Τα επιφανειακά θαλάσσια κύματα δημιουργούνται από τον άνεμο και μπορούν να μεταφέρουν την ενέργειά τους σε μεγάλες αποστάσεις. Η ενέργεια των κυμάτων εξαρτάται κυρίως από το ύψος τους και την ταχύτητά τους. Βέβαια, όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι και η θαλάσσια κυματική ενέργεια είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένη στην επιφάνεια του πλανήτη. Οι περιοχές που βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ 300 και 600 και στα δύο ημισφαίρια έχουν συνήθως θαλάσσια κύματα που περιέχουν αξιόλογη ενέργεια (Βουρδουμπάς, 2006).

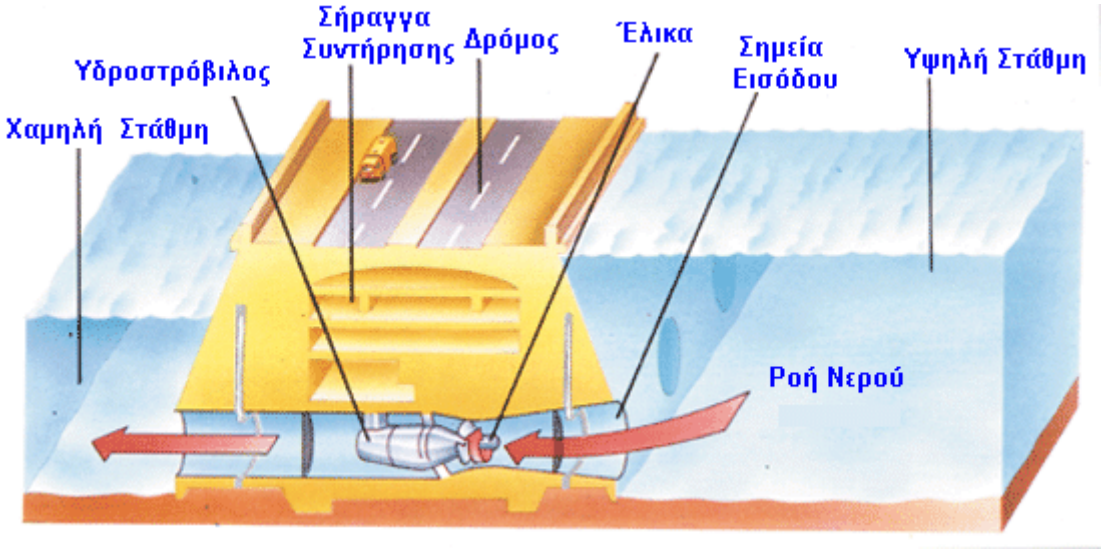
Έχει υπολογισθεί ότι στις Ευρωπαϊκές ακτές κατά μήκος του Ατλαντικού ωκεανού, η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με άλλες περιοχές του πλανήτη. Ειδικά στις δυτικές ακτές της Σκωτίας και της Ιρλανδίας η ενέργεια αυτή είναι αρκετά υψηλή (περίπου 40-60 KW ανά τρέχον μήκος κύματος). Αντίθετα στις ακτές της Μεσογείου η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι αρκετά χαμηλή μόλις περίπου το 10-20 % της αντίστοιχης ενέργειας στη Δυτική Σκωτία (Βουρδουμπάς, 2006).

Τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησης της θαλάσσιας κυματικής ενέργειας είναι πολλά. Αποτελεί μία καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας χωρίς να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και χωρίς να προκαλεί εκπομπές CO2 στην ατμόσφαιρα. Έτσι η αξιοποίησή της με κατάλληλα συστήματα μπορεί να συγκριθεί με την εγκατάσταση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων κοντά στις ακτές που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία 5-10 έτη. Δύο τύποι συστημάτων έχουν αναπτυχθεί για την αξιοποίηση της θαλάσσιας κυματικής ενέργειας. Ο πρώτος αφορά εγκαταστάσεις επί

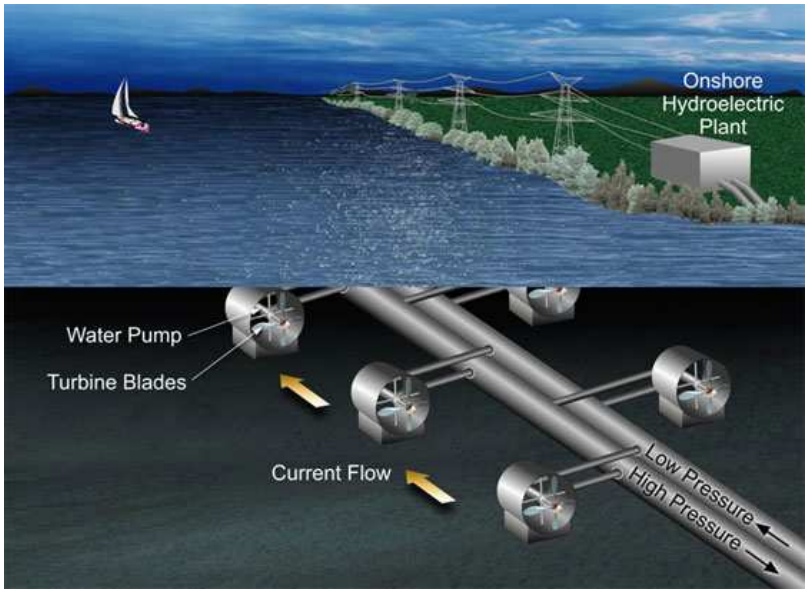
των ακτών και ο δεύτερος εγκαταστάσεις στη θάλασσα, σε κάποια απόσταση από τις ακτές (Βουρδουμπάς, 2006).

Για την ανάπτυξη εμπορικών εφαρμογών στον τομέα αυτό θα πρέπει να επιλυθούν μια σειρά από τεχνολογικά προβλήματα αλλά και το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας να είναι ελκυστικό. Μετά λοιπόν από 30 χρόνια εντατικής έρευνας στον τομέα αυτό, υλοποιείται σήμερα το πρώτο πρόγραμμα αξιοποίησης της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων στην Πορτογαλία, όπου σε απόσταση 5χλμ από τις ακτές εγκαθίστανται 3 μηχανές PELAMIS, ισχύος 750 KW η κάθε μία. Υπολογίζεται ότι το σύστημα αυτό θα καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό 1500 οικογενειών και αργότερα προβλέπεται η εγκατάσταση περισσότερων μηχανών ούτως ώστε η συνολική ισχύς του συστήματος να φθάσει τα 20 MW. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σύστημα αυτό θα μεταφέρεται στις ακτές με υποθαλάσσιο καλώδιο. Στο μέλλον θα μπορούσε να γίνει σύζευξη των θαλάσσιων αιολικών πάρκων με πάρκα αξιοποίησης των θαλάσσιων κυμάτων, με στόχο τη συνδυασμένη αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού μιας θαλάσσιας περιοχής (Βουρδουμπάς, 2006).

Σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέχει τη παγκόσμια πρωτοπορία στον τομέα αυτό, όπου ήδη διακρίνομε τις πρώτες εμπορικές εφαρμογές. Έτσι στην Ευρώπη σήμερα βρίσκουν ενεργειακές εφαρμογές η Ηλιακή ενέργεια, η Αιολική ενέργεια, η υδροδυναμική ενέργεια, η βιομάζα, η γεωθερμία και η ενέργεια των θαλασσών. Ευρωπαϊκές χώρες με ακτές στον Ατλαντικό Ωκεανό όπως η Πορτογαλία, η Ιρλανδία, η Μεγάλη Βρετανία, η Νορβηγία κλπ. στις οποίες η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων που διαβρέχουν τις ακτές τους είναι αρκετά υψηλή, αναμένεται να παράγουν τα προσεχή 10-15 χρόνια σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσιες ενεργειακές φάρμες αξιοποίησης των κυμάτων (Βουρδουμπάς, 2006).



Εικόνα 31: Ενέργεια από την παλίρροια



Εικόνα 32: Ενέργεια από ωκεανό

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύτηκε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις εφαρμογές τους σε μια περίοδο όπου υπάρχει οικονομική, περιβαλλοντική και ενεργειακή κρίση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ένα επίκαιρο θέμα μέσα σε αυτή την περίοδο και ίσως αποτελούν μια απάντηση σε αυτές τις προκλήσεις. Κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει η αιολική ενέργεια καθώς θα απαιτήσει τεράστιες επενδύσεις, θα περιορίσει τις κλιματικές αλλαγές και θα μειώσει την εξάρτηση από το πετρέλαιο ή τα λοιπά ορυκτά καύσιμα τα οποία αναμένεται να εξαντληθούν.

Για την Ελλάδα η αιολική ενέργεια αποτελεί μια αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα της ενεργειακής – τεχνολογικής εξάρτησης από το εξωτερικό, στον περιορισμό των εκπομπών ρίπων (που σύντομα θα αρχίσουν να κοστολογούνται) και στην αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης μέσω της εισαγωγής κεφαλαίων, της δημιουργίας εγχώριας προστιθέμενης αξίας και θέσεων απασχόλησης (Δαγκαλίδης, 2010).

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας αντιμετωπίζει βέβαια προβλήματα αλλά επιβάλλεται η υπέρβαση τους καθώς οι προοπτικές που διανοίγονται είναι τεράστιες. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμπόδισαν τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ήταν η χρονοβόρα αδειοδοτική διαδικασία, η έλλειψη βασικών κρατικών υποδομών, οι δυσκολίες απορρόφησης ισχύος από το δίκτυο και η έλλειψη διασύνδεσης (Δαγκαλίδης, 2010).

Ο κλάδος παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές είναι σχετικά νέος στη χώρα μας αλλά το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι έντονο εξαιτίας των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει η Ελλάδα για περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και των υψηλών ενισχύσεων που προβλέπονται για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ενισχύσεις αυτές είναι επιβεβλημένες καθώς η αιολική ενέργεια παρά την πρόοδο των τελευταίων ετών και το εξαιρετικά ελπιδοφόρο μέλλον της δεν είναι ακόμα πλήρως ανταγωνιστική των συμβατικών πηγών (Δαγκαλίδης, 2010).

Παρά το ευνοϊκό περιβάλλον και το επενδυτικό ενδιαφέρον σοβαρών εταιρειών από την Ελλάδα και το εξωτερικό (που είχαν σαν αποτέλεσμα η μέχρι σήμερα αιτηθείσα ισχύς ανανεώσιμων πηγών να υπερκαλύψει την απαιτούμενη

ζήτηση για την επόμενη 10ετία) τα περισσότερα σχέδια για τις ανανεώσιμες πηγές δεν υλοποιήθηκαν εξαιτίας γραφειοκρατικών διαδικασιών, τοπικών αντιδράσεων ή προβλημάτων διασύνδεσης (Δαγκαλίδης, 2010).

Οι επενδύσεις σε αιολικά πάρκα είναι σχεδόν μηδενικού κινδύνου εξαιτίας της σχετικά σταθερής ετήσιας απόδοσης τους, των χαμηλών εξόδων λειτουργίας τους, της υψηλής τιμής αγοράς από τη ΔΕΗ και της εξασφαλισμένης διάθεσης της παραγωγής για μια 20ετία. Η οικονομική απόδοση των επενδύσεων είναι ικανοποιητική και εξαρτάται κυρίως από τις ανεμολογικές συνθήκες της περιοχής, τις ισχύουσες τιμές αγοράς, το κόστος διασύνδεσης και τις οικονομίες κλίμακας δηλαδή την ισχύς της ανεμογεννήτριας (Δαγκαλίδης, 2010).

Οι προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου είναι πολύ θετικές εξαιτίας των υψηλών στόχων που έθεσε το πρόγραμμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των γενναιόδωρων τιμών αγοράς. Θετική επίδραση αναμένεται να έχει τις επόμενες δεκαετίες η τεχνολογική ανάπτυξη που θα επιτρέψει την αύξηση των αποδόσεων και τη μείωση του κόστους των αιολικών συστημάτων καθώς και η αύξηση του κόστους των συμβατικών πηγών ενέργειας (Δαγκαλίδης, 2010).

Τα σημαντικότερα προβλήματα που ενδεχομένως θα περιορίσουν τις αναπτυξιακές προοπτικές σχετίζονται με τις ανεπάρκειες του κρατικού μηχανισμού, τις αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού, τον ασθενή βιομηχανικό ιστό της Ελλάδας και την υπερκάλυψη των στόχων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο (Δαγκαλίδης, 2010).

Η επιτυχία του φιλόδοξου αλλά και δαπανηρού αιολικού προγράμματος της Ελλάδας θα κριθεί όχι τόσο από την επίτευξη των στόχων διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών όσο κυρίως από την ικανότητα της εγχώριας βιομηχανίας να ανταποκριθεί δημιουργώντας πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα για το σύνολο της οικονομίας. Αυτό όμως προϋποθέτει συντεταγμένη προσπάθεια που θα επιτρέψει τη δημιουργία ισχυρής τεχνολογικής και παραγωγικής υποδομής ώστε ο εκκολαπτόμενος κλάδος παραγωγής αιολικού εξοπλισμού να γίνει διεθνώς ανταγωνιστικός (Δαγκαλίδης, 2010).

Δόθηκε τόση μεγάλη έμφαση για τα αιολικά πάρκα και την αιολική ενέργεια καθώς αυτού του είδους η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας συνεχίζει ακόμα να χρηματοδοτείται. Όσον αφορά τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας θα πρέπει να επανέλθει η επιχορήγηση τους καθώς αντιμετωπίζουμε πρόβλημα ενέργειας αφού τα καύσιμα όπως για παράδειγμα το πετρέλαιο τείνουν να εκλείψουν. Είναι πολύ σημαντικό να δημιουργηθούν έργα και να στραφεί ο κόσμος στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο δεν ρυπαίνει το περιβάλλον και μπορεί να υπάρχει σε αφθονία.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ενέργεια από τους ωκεανούς δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα καθώς η κίνηση των κυμάτων δεν μπορεί να δημιουργήσει υψηλή ισχύ ενέργειας. Για αυτό το λόγο ίσως θα πρέπει να μελετηθεί η κίνηση των κυμάτων και έπειτα με τα κατάλληλα έργα να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε αυτή τη μορφή ενέργειας.

Σκοπός επόμενων ερευνητών θα πρέπει να είναι η μελέτη των γεωθερμικών πεδίων που δεν έχουν ερευνηθεί μέχρι σήμερα. Ακόμα είναι η διεξαγωγή ερευνών ώστε η χρήση των κατόπτρων να γίνει πιο οικονομική. Άλλοι ερευνητές μπορούν να μελετήσουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που εφαρμόζονται σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας με σκοπό εκτός από την παρουσίαση και την ζήτηση για επιμέρους χρηματοδοτήσεις εκ μέρους της Ε.Ε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανώνυμος, (2009α). Έμεινε από άνεμο η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Άρθρο στην ιστοσελίδα www.tovima.gr.
2. Ανώνυμος, (2009β). *Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο της Ελλάδας στο Βέρμιο*. Άρθρο στην ιστοσελίδα www.econews.gr.
3. Ανώνυμος, (2011). *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Άρθρο στην ιστοσελίδα http://biostore-aloa.blogspot.com/2007/06/2007.html.
4. Ανώνυμος, (2012). *Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας*. Άρθρο στην ιστοσελίδα www.aenaon.net.
5. Βίτα – Φίντσι, Κ. (1991). *Το τρισδιάστατο βιβλίο. Η ενέργεια. Μια τρισδιάστατη ματιά στις πηγές και τις χρήσεις της ενέργειας*. Θεσσαλονίκη: Μαλλιάρης Παιδεία.
6. Δαγκαλίδης, Α. (2010). *Αιολικά πάρκα*. Μελέτη που δημοσιεύτηκε στην ιστοσελίδα www.piraeusbank.gr.
7. Δημοτικό σχολείο Σαπών (2012). *Η αιολική ενέργεια*. Άρθρο στην ιστοσελίδα http://dim-sapon.rod.sch.gr.
8. Ελληνική ένωση προστασίας θαλάσσιου περιβάλλοντος (2012). *Υπεράκτια πάρκα*. Άρθρο στην ιστοσελίδα www.helmepacadets.gr.
9. Μαρινάκης, Ι. (2012). *Πηγές ενέργειας*. Άρθρο στην ιστοσελίδα http://imarinakis.webs.com/sources_energy.htm.
10. Μπινόπουλος, Ε. & Χαβιαρόπουλος, Π. (2012). *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων: «Μύθος και πραγματικότητα»*. Άρθρο στην ιστοσελίδα http://dim-sapon.rod.sch.gr.