

Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ

“ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΗΛΙΑΚΗ) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ”



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΚΑΡΓΑΔΟΥΡΗΣ

ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2000

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ανανεώσιμες μορφές Ενέργειας.	5
1.2. Το ενεργειακό πρόβλημα σε παγκόσμια κλίμακα.	6
1.3. Κύριες κατηγορίες ήπιων μορφών ενέργειας.	7
1.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα των Ήπιων Μορφών Ενέργειας.	7
1.5. Κατηγορίες των Ήπιων Μορφών Ενέργειας, ως προς την εκμετάλλευσή τους.	8
1.6. Κριτήρια αξιολόγησης ήπιων μορφών ενέργειας.	8
1.7. Εκμετάλλευση των Ήπιων Μορφών Ενέργειας.	9
1.7.1. Ενδεικτικές εφαρμογές εκμετάλλευσης.	9
1.7.2. Μετατροπή των Ήπιων Μορφών Ενέργειας σε δύο κύκλους.	10
1.8. Ο ενεργειακός χάρτης της Ελλάδος.	10
1.9. Συνολική ενεργειακή κατανάλωση 1974 – 1984.	11
1.10. Αρχές ενεργειακής πολιτικής.	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1. Γενικά εισαγωγικά για την ηλιακή ενέργεια.	15
2.2. Χαρακτηριστικά της ηλιακής ενέργειας.	15
2.3. Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης.	17
2.4. Αιολική ενέργεια.	19
2.5. Εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της Ελλάδος.	21
2.6. Υδροηλεκτρική ενέργεια.	24
2.7. Γεωθερμία.	24
2.7.1. Παράμετροι αξιολόγησης γεωθερμικών συστημάτων.	25
2.8. Φωτοσύνθεση.	26
2.9. Θερμότητα Ωκεανών.	27
2.10 Βιομετατροπή.	27
2.10.1. Διαδικασίες βιομετατροπής.	28
2.10.2. Βιομάζα γεωργικών αποβλήτων.	28
2.10.3. Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα.	29
2.11. Παλιρροιακή ενέργεια.	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας.	32
3.2. Ηλιακά συστήματα.	36
3.3.Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.	
3.3.1. Δομή ηλιακού συστήματος.	36
3.3.2. Ηλιακοί συλλέκτες.	37
3.3.3. Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες.	37
3.3.4. Απώλειες των επιπέδων συλλεκτών.	38
3.3.5. Ωφέλιμη ενέργεια του συλλέκτη – Βαθμός απόδοσης.	39
3.4. Συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες.	41
3.4.1. Βασικοί τύποι συγκεντρωτικών συλλεκτών.	41
3.5. Σύγκριση επιπέδων και συγκεντρωτικών συλλεκτών.	42
3.6. Προσανατολισμός του συλλέκτη.	42
3.7. Διατάξεις θέρμανσης νερού από την ηλιακή ενέργεια.	44
3.7.1. Ηλιακός θερμοσίφωνας σε διάταξη φυσικής κυκλοφορίας.	44
3.7.2. Ηλιακοί θερμοσίφωνες σε διάταξη βεβιασμένης κυκλοφορίας.	45
3.8. Παθητικά ηλιακά συστήματα.	46

3.8.1. Άμεσο ηλιακό κέρδος.	46
3.8.2. Τοίχος θερμικής αποταμίευσης.	46
3.8.3. Ηλιακή λίμνη.	47
3.8.4. Χρήση θερμοκηπίου.	47
3.8.5. Φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας.	48
3.9. Φωτοβολταϊκά συστήματα.	50
3.9.1. Τεχνική περιγραφή.	52
3.9.2. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα.	54
3.9.3. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των φωτοβολταϊκών συστημάτων ενέργειας.	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

4.1. Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του θερμοκηπίου.	57
4.2. Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε θερμοκήπια.	61
4.2.1. Εξωτερικός ηλιακός συλλέκτης.	61
4.2.2. Παθητικό ηλιακό σύστημα με σωλήνες νερού.	62
4.2.3. Εναλλάκτης εδάφους – αέρα.	63
4.2.4. Αντλίες θερμότητας.	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη της ηλιακής ενέργειας.	67
5.2. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων ηλιακής ενέργειας.	67
5.3. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικής ενέργειας.	67
5.4. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις βιομετατροπής.	68
5.5. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας.	68
5.6. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις παλιρροιακής ενέργειας.	70
5.7. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις γεωθερμικής ενέργειας.	70
5.8. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις ωκεάνιας θερμικής ενέργειας.	71
5.9. Προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή των τεχνολογιών Ήπιων Μορφών Ενέργειας.	72

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1.1. Βασικές έννοιες προσδιορισμού της ακτινοβολίας.	75
1.2. Καθορισμός της γωνίας πρόσπτωσης (θ) επί κεκλιμένης κατά γωνία (β) επιφάνειας (S).	77
1.3. Οριζόντια επιφάνεια – γωνία πρόσπτωσης (θ_0).	77
1.4. Επιφάνεια νότιου προσανατολισμού.	78
1.5. Ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες.	78
1.6. Ηλιακή ακτινοβολία σε κάθετες επιφάνειες.	78
1.6.1. Ηλιακή ακτινοβολία σε νότιου προσανατολισμού κάθετες επιφάνειες	78

2. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1. Εισαγωγικές πληροφορίες.	79
2.2. Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία στις Ήπιες Μορφές Ενέργειας.	81
2.3. Χρόνος απόσβεσης κόστους κατασκευής.	

2.3.1. Εφ' άπαξ εξοφλημένης στο ποσό Κο.	81
2.3.2. Ετήσια αξία χρήσεως συσκευής.	83
2.3.3. Υπολογισμός του κόστους της KWh μίας μηχανής.	84
2.3.4. Κόστος συντήρησης μηχανήματος.	84
2.3.5. Κόστος καυσίμου.	85
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕΣΩ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας

Εδώ και αρκετό καιρό, οι συζητήσεις περί εύρεσης διαφόρων εναλλακτικών τρόπων παραγωγής ενέργειας και αξιοποίησης τους, έχουν πληθύνει αρκετά. Αποτελεί κοινό τόπο το γεγονός ότι οι «συμβατικές» πηγές ενέργειας δεν είναι ανεξάντλητες. Αν λάβουμε υπόψη τη παράμετρο της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης, η οποία είναι ανάλογη με τη πληθυσμιακή αύξηση, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι αν δεν λάβουμε σύντομα δραστικά μέτρα για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος, θα βρεθούμε σύντομα προ δυσάρεστων εξελίξεων. Η πετρελαϊκή κρίση, η επικείμενη εξάντληση των ορυκτών αποθεμάτων, η αυξανόμενη επιβάρυνση του περιβάλλοντος, καθώς και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μας οδηγούν στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που δίνουν σε μεγάλο βαθμό λύση στα παραπάνω προβλήματα.

Αυτές οι πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική κ.α., προσφέρονται σαν τη πιο προσοδοφόρα λύση, μιας και διαθέτουν σειρά από χαρακτηριστικά τα οποία τις κάνουν επιθυμητές και σίγουρα βιώσιμες. Αρχικά, είναι ανανεώσιμες, πράγμα που σημαίνει ότι ανανεώνονται διαρκώς από τη φύση τους, και προσφέρονται δωρεάν για εκμετάλλευση.

Κατά δεύτερο λόγο, οι τεχνολογίες ανάπτυξης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, βρίσκονται μέσα στις κατασκευαστικές δυνατότητες των αναπτυσσόμενων τεχνολογικά χωρών, συνεπώς, εκτός από τη συνεισφορά τους στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, συνεισφέρουν σημαντικά, αν η ανάπτυξη τους είναι η επιθυμητή, και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, πράγμα που θα δώσει ώθηση στους οικονομικούς δείκτες της όποιας αναπτυσσόμενης χώρας.

Συνεχίζοντας, σκόπιμο είναι να αναφέρουμε το γεγονός ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας δεν είναι εξαγωγίμες, συνεπώς η εκμετάλλευση τους πρέπει να γίνει στη θέση όπου εμφανίζονται. Έτσι μπορούμε να μιλάμε για αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας η οποία, αν τη συνδέσουμε με τα ελληνικά δεδομένα, θα σημάνει και την αναζωογόνηση της υπαίθρου.

Τέλος θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ακόμα το σημαντικό ρόλο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη καταπολέμηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Έτσι η εκμετάλλευσή τους είναι συνεπής προς μία οικολογικά σωστή αντιμετώπιση της σχέσης ανθρώπινη δραστηριότητα και περιβάλλον, μια σχέση που μόνο τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος συνειδητοποίησε ότι πρέπει να τη λαμβάνει σοβαρά υπόψη κατά τη κατάρτιση σεναρίων οικονομικής και τεχνολογικής ανάπτυξης.

1.2 Το ενεργειακό πρόβλημα σε παγκόσμια κλίμακα

Η παγκόσμια ενεργειακή παραγωγή στο έτος 1987 εκτιμάται σε $8 \cdot 10^9$ Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (Τ.Ι.Π) και η ικανοποίησή της συνήθως γίνονταν (και γίνεται) από μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως φαίνεται αναλυτικά στον πίνακα 1.2

Κάρβουνο	$2,4 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Πετρέλαιο	$2,9 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Αέριο	$1,6 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Υδροηλεκτρική	$0,5 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Πυρηνική	$0,4 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Άλλες μορφές	$0,2 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.
Σύνολο	$8,0 \cdot 10^9$ Τ.Ι.Π.

Πίνακας 1.2

Σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια ενεργειακής πολιτικής προβλέπεται ότι το έτος 2020 η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση στη καλύτερη περίπτωση θα διπλασιαστεί. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, προκύπτει σοβαρότατο πρόβλημα κάλυψης της ενεργειακής ζήτησης και διαπιστώνεται ότι οι συμβατικές ενεργειακές πηγές που διαθέτει ο πλανήτης μας δεν είναι απεριόριστες και τα ενεργειακά αποθέματα εξαντλούνται. Σήμερα, τα αποθέματα καυσίμων εκτιμώνται περίπου σε:

- Κάρβουνο 200Q
- Πετρέλαιο 40Q
- Φυσικό αέριο 20Q

Δηλαδή 260Q όπου Q η σημερινή παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Με την υπόθεση ότι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε πλήρως τα ενεργειακά αποθέματα, συνήθως εκμεταλλευόμαστε το 50% αυτών, τότε με το σημερινό ρυθμό κατανάλωσης, αυτά επαρκούν για 260 χρόνια. Όμως, αν συνυπολογίσουμε την αύξηση της ετήσιας κατανάλωσης κατά 5% και την ετήσια αύξηση του πληθυσμού κατά 2%, τα αποθέματα αυτά των καυσίμων θα εξαντληθούν σε 70 χρόνια. Σοβαρά υπόψη μας πρέπει να λάβουμε το γεγονός ότι ενώ αυτά τα ενεργειακά αποθέματα έκαναν εκατομμύρια χρόνια να δημιουργηθούν, εμείς προτιθέμεθα να τα εξαντλήσουμε σε λιγότερο από εκατό χρόνια.

Αναφορικά με το κάρβουνο που φαίνεται ότι στα επόμενα χρόνια θα είναι ενεργειακό υποκατάστατο του πετρελαίου θα πρέπει να τονισθεί ότι η εκτεταμένη χρήση του θα οδηγήσει σε πολλά περιβαλλοντολογικά

προβλήματα, τα οποία μπορούν να φτάσουν μέχρι και στη καταστροφή του περιβάλλοντος λόγω της εξόρυξης, σοβαρά επίπεδα ρύπανσης από σωματίδια,

και κύρια θα συμβάλλει σημαντικά στην όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο θα οδηγήσει σε τρομερές κλιματολογικές αλλαγές, με τρομερές συνέπειες για τη κλιματολογική ισορροπία του πλανήτη μας.

1.3. Κύριες κατηγορίες ήπιων μορφών ενέργειας.

1. Ηλιακή ενέργεια
2. Αιολική ενέργεια
3. Γεωθερμική ενέργεια
4. Υδραυλική ενέργεια
5. Βιομάζα - φωτοσύνθεση
6. Παλιρροιακή ενέργεια
7. Ενέργεια κυμάτων
8. Ενέργεια Ωκεανών

Οι πρώτες πέντε περιπτώσεις παρουσιάζουν ενδιαφέρον και για την χώρα μας. Επισημαίνουμε ότι όλες οι ανωτέρω μορφές ενέργειας έχουν σε τελική ανάλυση αιτία γένεσης τον Ήλιο.

1.4. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα των Ήπιων Μορφών Ενέργειας.

α) Πλεονεκτήματα:

- ✓ Είναι ανεξάντλητες.
- ✓ Είναι εγχώριες και γεωγραφικά διεσπαρμένες στον Ελλαδικό Χώρο, χωρίς έξοδα μεταφοράς
- ✓ Υπάρχει δυνατότητα επιλογής της περισσότερο Πρόσφορης Ήπιες Μορφές Ενέργειας κάθε τύπου. Έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- ✓ Έχουν μικρά μεγέθη εγκαταστάσεων.
- ✓ Δημιουργούν πολλές θέσεις εργασίας.
- ✓ Είναι φιλικές προς περιβάλλον .

β) Μειονεκτήματα:

- ✓ Έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης.
- ✓ Δυσχέρεια απόκτησης μεγάλης ωφέλιμης Ισχύος.
- ✓ Διακυμάνσεις διαθεσιμότητας.

1.5. Κατηγορίες των ήπιων μορφών ενέργειας ως προς την εκμετάλλευσή τους.

Διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες εξαρτώμενες από τις δυνατότητες χρησιμοποιήσεώς τους, δηλαδή:

α) Οικονομικές ήπιες μορφές ενέργειας.

Θεωρούνται εκείνες οι ήπιες μορφές ενέργειας για τις οποίες υπάρχει επαρκώς ανεπτυγμένη τεχνολογία και τεχνογνωσία. Θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες. (ηλιακή θέρμανση νερού ή κατοικιών, φωτοβολταϊκά συστήματα, αιολικά συστήματα, βιομάζα).

β) Οικονομικές με κίνητρα ήπιες μορφές ενέργειας.

Ανήκουν οι ήπιες μορφές ενέργειας εκείνες, για τις οποίες υπάρχει επάρκεια τεχνολογίας, αλλά δεν θεωρούνται ανταγωνιστικές, παρά μόνο με την θέσπιση ειδικών κινήτρων (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με παραβολικούς συλλέκτες, παρασκευή υγρών καυσίμων από αιθανόλη κ.λ.π.).

γ) Υπό ανάπτυξη ήπιες μορφές ενέργειας.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ήπιες μορφές ενέργειας, που χρειάζονται περαιτέρω έρευνα. (Ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, συνεργαζόμενα με συμβατικά δίκτυα, αιολικές εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος, ενέργεια από τα κύματα).

δ) Μελλοντικές ήπιες μορφές ενέργειας.

Για όσες τεχνολογίες είναι εφικτές, χωρίς τεχνική και πρακτική απόδειξη. (Θερμική ενέργεια ωκεανών, παραγωγή υδρογόνου από την ηλιακή Ενέργεια κ.λ.π.)

1.6. Κριτήρια αξιολόγησης ήπιων μορφών ενέργειας.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας, όπως και οι συμβατικές μορφές ενέργειας, έχουν ορισμένα κριτήρια αξιολόγησής τους, που συνοπτικά είναι:

1. *Το κριτήριο της διαθεσιμότητας:* Εάν αυτή είναι συνεχούς, περιορισμένης ή περιοδικής διαθεσιμότητας.
2. *Το κριτήριο της Οικονομίας:* εξετάζει το (οικονομικό όφελος, σε σχέση με την συμβατική μορφή ενέργειας, που αντικαθιστά πλήρως ή μερικώς.
3. *Το κριτήριο της μόλυνσης του περιβάλλοντος και της αισθητικής προς το περιβάλλον:* Να μην μολύνει το περιβάλλον και να μην τα αλλοιώνει αισθητικώς.

4. *Το κριτήριο της μεταφοράς:* Από τον τόπο παραγωγής, στον τόπο κατανάλωσης, ως έχει ή αφού μετατραπεί σε άλλη μορφή ενέργειας, κυρίως ηλεκτρική ενέργεια.
5. *Το κριτήριο της αποθήκευσης:* αφορά την αποθήκευση του πλεονάζοντος ενεργειακού δυναμικού Ήπιες Μορφές Ενέργειας, για περιορισμένη σχετικά χρονική διάρκεια ως έχει, ή αφού μετατραπεί σε άλλη μορφή ενέργειας, για να χρησιμοποιηθεί όταν θα χρειασθεί.
6. *Το κριτήριο της μετατροπής:* Για να είναι δυνατή η μεταφορά, αποθήκευση, διάθεση της Ήπιες Μορφές Ενέργειας σε άλλη πρόσφορη κατά περίπτωση μορφή ενέργειας. Με το κριτήριο αυτό καθορίζεται ο τρόπος εκμετάλλευσης της Ήπιες Μορφές Ενέργειας, περί της οποίας αναφέρουμε κατωτέρω.
7. *Το κριτήριο της αυτάρκειας και αυτοδυναμίας:* Κατά πόσο οι Ήπιες Μορφές Ενέργειας είναι αυτάρκεις, δυνάμενες να εργασθούν αυτόνομα ή με άλλες μορφές ενέργειας, (συμβατικές).

1.7. Εκμετάλλευση των ήπιων μορφών ενέργειας.

Οι παραγόμενες Ήπιες Μορφές Ενέργειας (Η.Μ.Ε.) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει, συχνά όμως μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας όπως Θερμική ενέργεια ή Θερμότητα (Θ.Ε.), κινητική ενέργεια (Κ.Ε.), ηλεκτρική ενέργεια (Η.Ε.).

1.7.1 Ενδεικτικές εφαρμογές εκμετάλλευσης.

1. Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας, μέσω ανεμοκινητήρα (Α/Κ), για την εκ φρέατος άντληση ύδατος. Έχουμε μετατροπή της Αιολικής σε κινητική ενέργεια. **Η.Μ.Ε. → Κ.Ε.**
2. Εκμετάλλευση Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β Γεννητριών). **Η.Μ.Ε. → Η.Ε.**
3. Εκμετάλλευση Ηλιακής ενέργειας για την Παραγωγή θερμού νερού χρήσης: **Η.Μ.Ε. → Θ.Ε.**
4. Εκμετάλλευση βιομάζας για θέρμανση: **Η.Μ.Ε. → Θ.Ε.**
5. Εκμετάλλευση Παλιρροιακών κυμάτων για την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας **Κ.Ε. → Η.Ε.**
6. Εκμετάλλευση της Ηλιακής Ενέργειας για θέρμανση χώρων (Παθητικά συστήματα θέρμανσης). **Η.Μ.Ε. → Θ.Ε.**
7. Θερμιονική μετατροπή της ηλιακής ενέργειας **Θ.Ε. → Η.Ε.** (στην περίπτωση έχουμε ταύτιση των Ήπιων Μορφών Ενέργειας με την Θ.Ε.)

Στα παραπάνω παραδείγματα έχουμε μετατροπή των ήπιων μορφών ενέργειας σε ένα Κύκλο.

1.7.2. Μετατροπή ήπιων μορφών ενέργειας σε δύο Κύκλους:

Ενδεικτικά αναφέρουμε:

1. Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας μέσω των Ανεμοκινητήρων για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας **H.M.E. → K.E. → H.E.**
2. Εκμετάλλευση Γεωθερμικής Ενέργειας, για την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας: **Θ.E. → K.E. → H.E.**

Να τονίσουμε ότι με την αύξηση του αριθμού των κύκλων, (συνήθως) μειώνεται ο τελικός βαθμός απόδοσης. Λέμε συνήθως γιατί π.χ. κύκλος **Θ.E. → H.E.** έχει βαθμό απόδοσης $\leq 25\%$, ενώ η μετατροπή **Θ.E. → K.E. → H.E.** έχει συνολικό βαθμό απόδοσης 40% περίπου. Προφανώς ο βαθμός απόδοσης σε ένα μετασχηματισμό τριών κύκλων είναι $n_{ολ} = n_1 + n_2 + n_3$.

1.8. Ο ενεργειακός χάρτης της Ελλάδος

Η εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδος βασίζεται σε:

- Στερεά καύσιμα κατά 20%
- Υγρά καύσιμα κατά 75%
- Υδροηλεκτρική ενέργεια κατά 5%

Τα γνωστά αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα είναι $5 \cdot 10^9$ τόνους και συνεπώς με τον σημερινό ρυθμό κατανάλωσης στερεών καυσίμων επαρκούν για 100-150 χρόνια.

Από το διάγραμμα ροής ενέργειας στη χώρα μας, βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο βαθμός χρήσης της ενέργειας είναι μόνο 30% ενώ το υπόλοιπο 70% αποτελεί ενεργειακή απώλεια. Σε συνδυασμό με την παρατήρηση αυτή είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι ο βαθμός χρήσης 1 kg πετρελαίου στις διάφορες χρήσεις είναι πολύ μικρός με γενικό μέσο όρο γύρω στο 8%, πράγμα που σημαίνει ότι από το 1 kg πετρελαίου που καταναλώνεται χρησιμοποιούνται επωφελώς μόνο τα 80 γραμμάρια ενώ το υπόλοιπο αποτελεί απώλεια.

Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να αναπτυχθεί μια νέα ενεργειακή φιλοσοφία ενώ παράλληλα καλό θα είναι να περιοριστούν οι απώλειες θερμότητας στις παλαιές και στις νέες κατασκευές, θερμομονώσεις σε όλες τις συσκευές συναλλαγής θερμότητας, να αναπτυχθεί η ηλιακή αρχιτεκτονική, ενώ η Δ.Ε.Η. να υποχρεωθεί στην επαναχρησιμοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς για ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων που απαιτούν θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας (θέρμανση θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιέργειες, ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.τ.λ.). Παράλληλα η αύξηση του θερμοδυναμικού βαθμού απόδοσης των θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής με την υιοθέτηση προηγμένης τεχνολογίας όπως η τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου, μαγνητοϋδροδυναμικών γεννητριών κ.τ.λ, θα συμβάλει αφενός μεν στη βελτίωση του βαθμού χρήσης του πετρελαίου και αφετέρου στην ανηγμένη (ανά KW) μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ενεργειακή μελέτη για την Ελλάδα αποδεικνύει ότι η χώρα μας μπορεί να καλύψει με 500 μεγάλες ανεμογεννήτριες τουλάχιστον το 10% των ενεργειακών της αναγκών, ενώ τα νησιά του Αιγαίου πελάγους τα οποία έχουν πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό αν διασυνδεθούν με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο μπορούν να αποτελέσουν αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αντίστοιχους με τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της ενδοχώρας.

Αναφορικά με την ηλιακή ενέργεια πρέπει να γίνουν μερικές διαπιστώσεις:

- Από στατιστικές έχει εκτιμηθεί ότι το 40-50% των αναγκών της βιομηχανίας σε θερμότητα αφορά κυρίως θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας που μπορεί να παραχθεί με εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με συλλέκτες.
- Ομοίως στις βιομηχανίες γεωργικών προϊόντων το 60-70% της καταναλισκόμενης ενέργειας αφορά θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας.
- Έχει διαπιστωθεί ότι σχεδόν το 90% των αναγκών σε ζεστό νερό των κατοικιών, ξενοδοχείων κ.τ.λ., μπορεί να καλυφθεί από ηλιακούς συλλέκτες.

Συνεπώς θα προκύψει μια σοβαρότατη εξοικονόμηση πετρελαίου με την πλατειά χρήση ηλιακών συλλεκτών οπότε πρέπει να αναληφθεί από την πολιτεία πρωτοβουλία ενημέρωσης των καταναλωτών για χρήση ηλιακών συλλεκτών.

Τέλος, θα αναφερθούμε στη γεωθερμική ενέργεια η οποία αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευσή της δε πρέπει να κοιταχθεί από τη σκοπιά της παραγωγής ηλεκτρισμού αλλά και από τη σκοπιά της ολοκληρωμένης οικονομικής ανάπτυξης της περιοχής με χρήση της γεωθερμίας για θέρμανση θερμοκηπίων, ξήρανση αγροτικών προϊόντων, ιχθυοκαλλιέργεια κ.τ.λ. Δεν έχει νόημα μια πηγή θερμικής ενέργειας να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια προκειμένου στη συνέχεια να μετατραπεί σε θερμική ενέργεια.

1.9. Συνολική ενεργειακή κατανάλωση 1974-1984

Σε αυτό το σημείο καλό θα ήταν να παραθέσουμε τον πίνακα στον οποίο μπορούμε να δούμε την ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα κατά τη δεκαετία 1974-1984. Σ' αυτόν τον πίνακα μπορούμε να δούμε την αλματώδη αύξηση της ενέργειας κατά 67%:

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΤΟΝΟΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ
1974	7543
1975	7943
1976	8691
1977	9201
1978	10171
1979	10680
1980	10551
1981	10312
1982	10704
1983	10852
1984	11310

Πίνακας 1.9

Από αυτά:

- Το 75-80% αντιστοιχεί σε κατανάλωση υγρών καυσίμων.
- Το 4-7% αντιστοιχεί σε κατανάλωση στερεών καυσίμων.
- Το 15-17% αντιστοιχεί σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Το 0,02-0,07% αντιστοιχεί σε κατανάλωση αερίων καυσίμων.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.9 η μέση ετήσια μεταβολή της κατανάλωσης ανά την επικράτεια τη δεκαετία 1974-1984, αυξήθηκε κατά 375,8 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (Τ.Ι.Π.) ή κατά 38,29%.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ανάπτυξη των ήπιων (ανανεώσιμων) μορφών ενέργειας είναι επιβεβλημένη, γιατί ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας – με τη μορφή Τ.Ι.Π.- είναι υπολογίσιμος ενώ οι φυσικοί πόροι είναι βραχυχρόνια σταθεροί. Γι' αυτό το λόγο όσο πιο αποτελεσματικά και βραχυπρόθεσμα αναπτύξουμε τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, τόσο πιο μεγάλη είναι η πιθανότητα να μην αντιμετωπίσουμε ενεργειακό πρόβλημα μακροπρόθεσμα.

1.10. Αρχές ενεργειακής πολιτικής

Η ενεργειακή πολιτική μιας χώρας πρέπει να έχει να σκοπό την εξασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας της χώρας, με εύλογο κόστος ενώ σύγχρονος να μη διαταράσσεται η οικολογική ισορροπία της χώρας.

Η προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να αποτελεί ουσιώδες μέλημα της ενεργειακής πολιτικής. Προβλέπεται ότι η εκπεμπόμενη ποσότητα άνθρακα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα το έτος 2000 θα ανέλθει σε $8,5 \cdot 10^9$ τόνους από $6 \cdot 10^9$ τόνους που είναι σήμερα με άγνωστες επιδράσεις στην επιταχυνόμενη αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Μια εθνική ενεργειακή πολιτική θα πρέπει να επιδιώκει:

- Αξιοποίηση των εγχώριων φυσικών πηγών έχοντας υπόψη τα συμφέροντα της επόμενης γενιάς καθώς και τη μείωση της πετρελαϊκής ε

- Ανάπτυξη και εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Επέκταση της ενεργειακής αγοράς με τη προσφορά στην οικονομία αποτελεσματικότερων πρωτογενών μορφών ενέργειας.
- Ελαχιστοποίηση της εξάρτησης της χώρας από μια πηγή ενέργειας και από μια χώρα.
- Η ανάπτυξη του βαθμού εκμετάλλευσης της ενέργειας και εξοικονόμησή της σε όλους τους τομείς της εθνικής οικονομίας.
- Σχεδίαση του ρυθμού ανάπτυξης της χώρας και το είδος αυτής, με στόχο την ελαχιστοποίηση του ενεργειακού κόστους.
- Ανάπτυξη Εθνικής Βιομηχανίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Εισαγωγή μέσω της εκπαίδευσης μιας νέας ενεργειακής φιλοσοφίας ενάντια στη σημερινή καταναλωτική θέση προς τη ζωή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Γενικά εισαγωγικά για την ηλιακή ενέργεια

Παρ' όλο που όλες οι γνωστές ως σήμερα πηγές ενέργειας- πλην της πυρηνικής- έχουν σαν αρχή την ενέργεια που διοχετεύεται πάνω στη γη από τον ήλιο, οι προσπάθειες για άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, πριν από το 1974, ήταν καθαρά περιστασιακές. Σ' αυτό είχαν συντελέσει οι αλληπάλληλες ανακαλύψεις φθηνών ενεργειακών πηγών (κάρβουνο, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κ.τ.λ.), οι οποίες είχαν σαν συνέπεια την αύξηση των ενεργειακών αποθεμάτων με ταχύτερο ρυθμό από την αύξηση των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας, και κατά προέκταση τη μείωση των σχετικών τιμών της ενέργειας.

Ωστόσο, μετά τη πρώτη ενεργειακή κρίση της περιόδου 1973 – 1974, και τις δυσμενείς επιπτώσεις της στην διεθνή οικονομία, άρχισαν να γίνονται συντονισμένες προσπάθειες προκειμένου να αξιοποιηθούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Η τάση που αναπτύχθηκε για μείωση της εξάρτησης από τις χώρες-παραγωγούς πετρελαίου, οδήγησε τις μεγάλες βιομηχανικές χώρες στο να αναζητήσουν την άμβλυνση της οξύτητας του ενεργειακού τους προβλήματος, είτε στην χρησιμοποίηση πυρηνικής ενέργειας, είτε στην εκμετάλλευση άλλων πηγών ενέργειας, μεταξύ των οποίων, κυρίαρχη θέση κατέχει η ηλιακή.

Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από την ήλιο. Ο ήλιος έχει διάμετρο $1,4 \cdot 10^9$ m, απέχει από τον πλανήτη μας μια μέση απόσταση $1,5 \cdot 10^{11}$ m. Ο ήλιος περιστρέφεται περί τον άξονά του μία φορά τον μήνα. Η θερμοκρασία στο κέντρο του πυρήνα του είναι $8940 \cdot 10^6$ °K. Στην επιφάνειά του η θερμοκρασία ανέρχεται σε 5762 °K. Ο ήλιος μοιάζει με ένα τεράστιο αντιδραστήρα σύντηξης, που παράγει συνεχώς στο εσωτερικό του ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ακτινοβολείται σφαιρικά στο διάστημα με ταχύτητα $3 \cdot 10^8$ m/sec. Το ποσό της ενέργειας που φθάνει στο όριο της ατμόσφαιρας είναι σταθερό και ονομάζεται ηλιακή σταθερά $I_{sc} = 1353$ W/m².

2.2 Χαρακτηριστικά της ηλιακής ενέργειας

Η ετήσια ακτινοβολία που δέχεται η γη από τον ήλιο, εκτιμάται ότι ισοδυναμεί με $150 \cdot 10^9$ MW ενέργειας. Από την ενέργεια αυτή, το 30% ανακλάται από τα ανώτατα στρώματα της ατμόσφαιρας, πίσω στο διάστημα, το 46% φθάνει στην επιφάνεια της γης, όπου μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος και επανακλάται, ενώ το υπόλοιπο 24% δαπανάται για την εξάτμιση του νερού των θαλασσών (23%), και για την αιολική ενέργεια, την ενέργεια των κυμάτων και την φωτοσύνθεση των φυτών (1%).

Μπορούμε να πούμε ότι η κυριότερη ενεργειακή πηγή του πλανήτη μας είναι ηλιακή ενέργεια. Από την τεράστια αυτή ενέργεια περίπου το 30% ανακλάται πίσω στο διάστημα και επομένως η απορροφούμενη από την γη ενέργεια, είναι της τάξεως 10^{18} KWh ετησίως. Για σύγκριση αναφέρουμε τις δύο άλλες ενεργειακές πηγές στον πλανήτη μας, τη γεωθερμία με $3 \cdot 10^{14}$ KWh

ετησίως και την ενέργεια εκ της παλίρροιας ίση με $3 \cdot 10^{13}$ KWh ετησίως. Τα ορυκτά καύσιμα του πλανήτη μας καλύπτουν μόλις το 10% της απορροφούμενης από την γη ηλιακής ενέργειας. Το ποσό της ηλιακής ενέργειας, που προσλαμβάνει ο πλανήτης μας κατανέμεται ως ακολούθως:

- $2,9 \cdot 10^{17}$ KWh ετησίως για την εξάτμιση νερού στην ατμόσφαιρα (υδρολογικός κύκλος)
- $2 \cdot 10^{17}$ KWh ετησίως δεσμεύονται στην αιολική ενέργεια.
- $8 \cdot 10^{14}$ KWh ετησίως χρησιμοποιούνται στην φωτοσύνθεση (οι ετήσιες ανάγκες της γης μας είναι μόλις το 10% της παραπάνω ενέργειας φωτοσύνθεσης, αφού αυτές φθάνουν ετησίως σε 10^{13} KWh).
- Η υπόλοιπη απορροφούμενη ηλιακή ενέργεια διατίθεται για την θέρμανση της γης. Ένα μέρος αυτής της ενέργειας επαναεκπέμπεται δι' ακτινοβολίας στο διάστημα από τη γη, με τέτοιο τρόπο ώστε η θερμοκρασία του πλανήτη μας να παραμένει σταθερά.

Προκύπτει λοιπόν από τα όσα ελέχθησαν ότι ή αιολική ενέργεια και η υδροδυναμική ενέργεια είναι έμμεσες μορφές ηλιακής ενέργειας. Η βιομάζα σπείδουμε να πούμε ότι και αυτή είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια, παραγόμενη με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, από την ηλιακή ενέργεια μιας και προήλθαν από φωτοσύνθεση προ πολλών εκατομμυρίων ετών, (η ηλικία του ηλίου μας είναι της τάξεως των 500 εκατομμυρίων ετών και η υπόλοιπη ζωή του της τάξεως των 50 εκατομμυρίων ετών), γι' αυτό θα έπρεπε να είμαστε περισσότερο φειδωλοί στην χρήση των τελευταίων καυσίμων.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται κατά τρεις κυρίους τρόπους, δηλαδή με την χημική, την ηλεκτρική και την θερμική μετατροπή της:

- α) Ως χημική μετατροπή νοείται ή φωτοβιοχημική διαδικασία, κατά την οποία ορισμένοι οργανισμοί συνθέτουν καρβοξύλια από CO_2 και H_2O , απορροφώντας ηλιακή ενέργεια και απελευθερώνοντας ταυτόχρονα O_2 .
- β) Ως ηλεκτρική μετατροπή νοείται ή απ' ευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την θερμοιονική γεννήτρια, τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.
- γ) Ως θερμική μετατροπή νοείται ή απ' ευθείας παραγωγή θερμότητας, με την βοήθεια καταλλήλων συλλεκτικών μηχανισμών.

Οι δυο τελευταίες κατηγορίες συνθέτουν τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την φωτοβολταϊκή μεταβολή.

Στον τομέα της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, έχουν γίνει – και συνεχίζουν να γίνονται – εκτεταμένες έρευνες και εμπειρικές εφαρμογές. Τα αποτελέσματα ορισμένων από αυτές έχουν ήδη περάσει στο στάδιο της παραγωγής και της εμπορικής εκμετάλλευσης. Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι, σε παγκόσμια κλίμακα, τα τελευταία χρόνια, έχει σημειωθεί μεγάλη τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Το γεγονός αυτό ώθησε πολλούς κρατικούς φορείς και ερευνητικά κέντρα

διαφόρων χωρών, στη μελέτη των δυνατοτήτων κάλυψης των ενεργειακών αναγκών από ηλιακή ενέργεια, σε εθνική κλίμακα. Σχετικά σημειώνεται, ότι σύμφωνα με πρόβλεψη του Γαλλικού Κέντρου Επιστημονικών Ερευνών (CNRS), μέχρι το 2025, θα έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού, ισχύος 100 GW, οι οποίοι θα εξυπηρετούν τις ανάγκες του 17%-18% του πληθυσμού της γης.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η ηλιακή ενέργεια που προσφέρεται για δυνητική εκμετάλλευση της επιφάνειας της γης, αντιστοιχεί με το 46% της συνολικής ακτινοβολίας που δέχεται η γη από τον ήλιο. Η ενέργεια αυτή, στην υποθετική περίπτωση που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί εξ ολοκλήρου, εκτιμάται ότι θα ισοδυναμούσε με 5.900 δισεκατομμύρια TΠΠ/χρόνο, την στιγμή που οι ανάγκες σε ενέργεια των χωρών του ΟΟΣΑ το 1985, εκτιμάται ότι θα ανέλθουν σε 6-7 δισεκατομμύρια TΠΠ περίπου.

Η υποθετική εκτίμηση που αναφέρθηκε παραπάνω, υποδηλώνει το βασικότερο πλεονέκτημα που διαθέτει η ενέργεια από τον ήλιο. Το πλεονέκτημα αυτό είναι το ότι διατίθεται σε πρακτικά απεριόριστες ποσότητες.

Πρόσθετα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας θεωρούνται ότι είναι:

- το μηδαμινό κόστος λειτουργίας των ηλιακών εγκαταστάσεων, και
- η ανυπαρξία κινδύνου ρύπανσης, από την εκμετάλλευσή της.

Από την άλλη πλευρά, βασικά μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας, θεωρούνται ότι είναι:

- το γεγονός ότι είναι διάχυτη σε όλη την επιφάνεια της γης, με συνέπεια να απαιτούνται δαπανηρές εγκαταστάσεις, προκειμένου να συγκεντρωθούν αξιόλογες ποσότητές της, και
- το γεγονός ότι δεν είναι διαθέσιμη σε συνεχή βάση.

2.3 Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης

Το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας, εξαρτάται από την εποχή του έτους- η οποία με την σειρά της εξαρτάται από την απόσταση γης-ήλιου-, την ώρα της ημέρας, και το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

Η ηλιακή ακτινοβολία, στην διαδρομή της μέσω των ατμοσφαιρικών στρωμάτων, μέχρι την επιφάνεια της γης, υφίσταται ορισμένα φαινόμενα, όπως διάθλαση, απορρόφηση, σκέδαση, κ.τ.λ. Η ακριβής φύση των φαινομένων αυτών, εξαρτάται από την σύσταση της ατμόσφαιρας, και από το μήκος το οποίο διανύουν οι ακτίνες, δια μέσου αυτής.

Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι, κάθε γεωγραφική περιοχή, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και μήκος, δέχεται-μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας- ορισμένη ποσότητα ενέργειας, η οποία, ανάλογα με την εποχή του έτους, κυμαίνεται μεταξύ δύο ακραίων τιμών. Οι τιμές αυτές εκφράζονται σε kWh/m², και υποδηλώνουν την πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας ή την ποσότητα ενέργειας που δέχεται επιφάνεια 1m², μέσα σε μία ώρα ηλιασμού.

Τα παραπάνω μεγέθη, πολλαπλασιαζόμενα επί το μέσο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας, σε ημερήσια βάση, δίνουν την ποσότητα ενέργειας που δέχεται, μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, επιφάνεια 1m^2 , στην διάρκεια μιας μέρας.

Το μεγαλύτερο μέρος της χώρας μας (Σχήμα 2.3.α.) ανήκει στην γεωγραφική ζώνη με μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία: $5,5\text{-}6,5\text{ kWh/m}^2$, ενώ το υπόλοιπο- Μακεδονία, Θράκη- ανήκει στην γεωγραφική ζώνη με μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία, που κυμαίνεται από $5,3\text{-}5,5\text{ kWh/m}^2$.



Σχήμα 2.3.α. Ολική ακτινοβολία που δέχεται η ΝοτιοΑνατολική Μεσόγειος.

Η ποσότητα ηλιακής ενέργειας – εκφρασμένη σε KW/m^2 που μπορεί να δεχτεί μια επιφάνεια 1m^2 , στη χώρα μας, μέσα σε ένα έτος – κυμαίνεται από 12.000 ως 20.000 KW, περίπου, ανάλογα, με την γεωγραφική θέση, στην οποία η επιφάνεια αυτή βρίσκεται. Η παραπάνω ποσότητα, εκφρασμένη σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ), εκτιμάται ότι κυμαίνεται από 1 ως 1,7 ΤΙΠ τον χρόνο, ανά m^2 .

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ορισμένη επιφάνεια, μέσα σε μία μέρα, αποτελεί το άθροισμα της ακτινοβολίας που προσπίπτει απευθείας στην επιφάνεια αυτή, της διάχυτης ακτινοβολίας που δέχεται η επιφάνεια από ολόκληρο τον ουρανό, και της ακτινοβολίας που ανακλάται πάνω της από τις γύρω επιφάνειες.

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η ακριβής ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια ορισμένη επιφάνεια στην διάρκεια μιας μέρας, συνάρτηση πολλών μεταβλητών. Τέτοιες μεταβλητές είναι:

- η νέφωση
- η χρονική διάρκεια της μέρας
- το επίπεδο εργασίας
- το υψόμετρο
- τα φυσικά εμπόδια του περιβάλλοντος, κ.τ.λ.

Πέρα από τις μεταβλητές αυτές, η παραπάνω ποσότητα, εξαρτάται και:

- από το αν η συγκεκριμένη επιφάνεια είναι οριζόντια, κάθετη ή κεκλιμένη
- από τον προσανατολισμό της, και
- από την γωνία της ως προς τον ορίζοντα (αν είναι κεκλιμένη).

Όπως προκύπτει η κάθετη επιφάνεια (κατακόρυφος τοίχος) δέχεται το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας, στην διάρκεια της χειμερινής περιόδου (Οκτώβριος-Μάρτιος). Αντίθετα, η οριζόντια επιφάνεια (δώμα) δέχεται το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας, στην διάρκεια των μηνών από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο. Εκτός αυτού, η κάθετη επιφάνεια δέχεται μεγαλύτερες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας από την οριζόντια και από όλα τα είδη κεκλιμένων επιφανειών, σε όλη την διάρκεια του έτους.

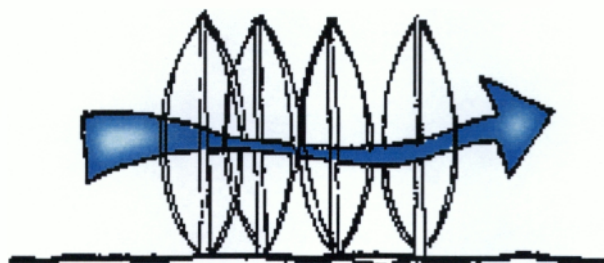
Από την άλλη πλευρά, οι κεκλιμένες επιφάνειες με διαφορετικές γωνίες ως προς τον ορίζοντα, παρουσιάζουν, κατά κανόνα, δύο “αιχμές” (peaks) στην διάρκεια του έτους όσον αφορά την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται. Από τις αιχμές αυτές, η πρώτη πραγματοποιείται στην περίοδο Φεβρουαρίου-Μαρτίου, και χαρακτηρίζεται από υψηλότερα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση προς την δεύτερη, η οποία πραγματοποιείται στην περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου. (Εξαιρέση από την διαπίστωση αυτή, αποτελούν οι κεκλιμένες επιφάνειες με γωνία 90° μοιρών ως προς τον ορίζοντα, οι οποίες παρουσιάζουν “αιχμές” στους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο, και για τις οποίες, η από μήνα σε μήνα εξέλιξη της ποσότητας ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται, είναι αντίθετη ως προς εκείνες όλων των άλλων επιφανειών).

Από τις παραπάνω διαπιστώσεις γίνεται φανερό η σπουδαιότητα του ρόλου που μπορεί να διαδραματίσει ο προσανατολισμός των επιφανειών των κτιρίων, στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, πράγμα που άλλωστε αποτελεί βασική αρχή στο σχεδιασμό παθητικών ηλιακών συστημάτων.

2.4. Αιολική ενέργεια

Οι άνεμοι της γης παράγονται κυρίως από την άνιση θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο. Ως γνωστόν οι θάλασσες παρουσιάζουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα, αφού, εκτός από την εξάτμιση, η θερμότητα

μεταφέρεται προς τα κάτω μέσα στις υδάτινες μάζες. Έτσι κατά την διάρκεια της ημέρας ο αέρας πάνω από λίμνες, θάλασσες και ωκεανούς παραμένει σχετικά κρύος, σε σχέση πάντα με τον αέρα που βρίσκεται πάνω από τη ξηρά και θερμαίνεται περισσότερο. Από την θέρμανση του αέρα της ξηράς έχουμε ελάττωση της πυκνότητάς του με συνέπεια την ανύψωσή του, και ο βαρύτερος κρύος αέρας που βρίσκεται πάνω από το νερό κινείται για να πάρει τη θέση του. Με τον τρόπο αυτό παράγονται τα τοπικά παραλιακά ρεύματα. Κατά τη διάρκεια της νύκτας τα παραλιακά αυτά ρεύματα αντιστρέφονται, επειδή η θερμοκρασία της ξηράς ελαττώνεται γρηγορότερα από αυτήν του νερού και έτσι ο ψυχρότερος, άρα και βαρύτερος αέρας της ξηράς κινείται προς τη θάλασσα όπου αναπληρώνει τον αέρα που ανυψώνεται από την επιφάνεια της θάλασσας.



Παρόμοια τοπικά ρεύματα συμβαίνουν στις βουνοπλαγιές κατά τη διάρκεια της ημέρας όταν ο θερμός αέρας ανυψώνεται κατά μήκος των θερμών πλαγιών που θερμαίνονται από τον ήλιο. Κατά τη νύκτα ο σχετικά κρύος αέρας των πλαγιών κινείται κάτω προς τις πεδιάδες.

Κατά τον ίδιο τρόπο παράγονται οι πλανητικοί άνεμοι, λόγω της μεγαλύτερης θέρμανσης της επιφάνειας της γης κοντά στον Ισημερινό από ότι στους Πόλους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κρύοι επιφανειακοί άνεμοι να φυσούν από τους πόλους προς τον ισημερινό προς αντικατάσταση του αέρα που ανυψώνεται στις τροπικές περιοχές και κινείται στην ανώτερη ατμόσφαιρα προς τους πόλους.

Υπάρχουν επίσης και οι εποχιακοί άνεμοι όπως οι Μουσσώνες καθώς και οι Ετήσιοι ή όπως διαφορετικά αποκαλούνται μελέτμια. Για τους τελευταίους θα αναφέρουμε λίγα ακόμα πράγματα λόγω του ενδιαφέροντός τους, αφού παρουσιάζονται κυρίως στη περιοχή του Αιγαίου. Είναι άνεμοι του καλοκαιριού, βόρειο – βορειοανατολικοί κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου, μέχρι και βορειοδυτικής κυρίως διεύθυνσεως. Αρχίζουν να πνέουν από τις αρχές Μαΐου και εξασθενούν μέσα Οκτωβρίου, με μεγαλύτερη ένταση και συχνότητα από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η ημερήσια διακύμανση τους παρουσιάζει ένα μέγιστο κατά τις απογευματινές ώρες ενώ η έντασή τους κατά τη διάρκεια της νύκτας ελαττώνεται.

Ο άνεμος έχει χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας από αρχαιοτάτων χρόνων. Χώρες χρωστούσαν τον πλούτο και τη ναυτιλιακή ικανότητά τους στον άνεμο που κινούσε τα πλοία τους. Στη ξηρά εξάλλου χρησιμοποιήθηκε στους ανεμόμυλους άντλησης νερού ή άλεσης σιτηρών.

Η κινητική ενέργεια του ανέμου οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στον πλανήτη μας μετατρέπεται σε ηλιακή ενέργεια. Η ισχύς των ανέμων σε όλη τη γη υπολογίζεται σε $3,6 \cdot 10^9$ MW. Ενδεικτικά οι ενεργειακές ανάγκες των Η.Π.Α. είναι μόλις το 10% τις ενέργειας των ανέμων που πνέουν εκεί, γεγονός που αποδεικνύει πόσο πλούσια πηγή ενέργειας είναι ο άνεμος. Η ισχύς ρεύματος γενικά είναι ανάλογη της πυκνότητας του και του κύβου της ταχύτητας του. Έτσι για την ίδια ταχύτητα και διατομή ένα ρεύμα αέρα θα έχει περίπου 800 φορές μικρότερη από αντίστοιχη δέσμη νερού. Η αιολική ενέργεια συνεπώς είναι μια «αραιή» ή «ήπια» μορφή ενέργειας, δηλαδή είναι μικρή η ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα χρόνου που μπορεί να δεσμευτεί σε κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας που προσβάλλεται από τον άνεμο. Για παράδειγμα άνεμος εντάσεως 5 μποφόρ, περίπου 9,5 m/s, έχει ισχύ 500 Watt/m^2 προσβαλλόμενης επιφάνειας, ενώ ένας ανεμοκινητήρας (Α/Κ) μπορεί στην καλύτερη περίπτωση να δεσμεύσει το 48% αυτής της ισχύος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη κατασκευής μονάδων, μεγάλων διαστάσεων. Σ' αυτό το μειονέκτημα αντεπεξέρχεται με επιτυχία η σημερινή τεχνολογία με την κατασκευή ανεμοκινητήρων μεγάλων διαστάσεων που ανταγωνίζονται οικονομικά τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Παράλληλα η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται από το πλεονέκτημα ότι δίνει απευθείας μηχανική ενέργεια μία «αναβαθμισμένη» κατά την τεχνική ορολογία, μορφή ενέργειας που με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης και απλά μέσα μετατρέπεται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας.

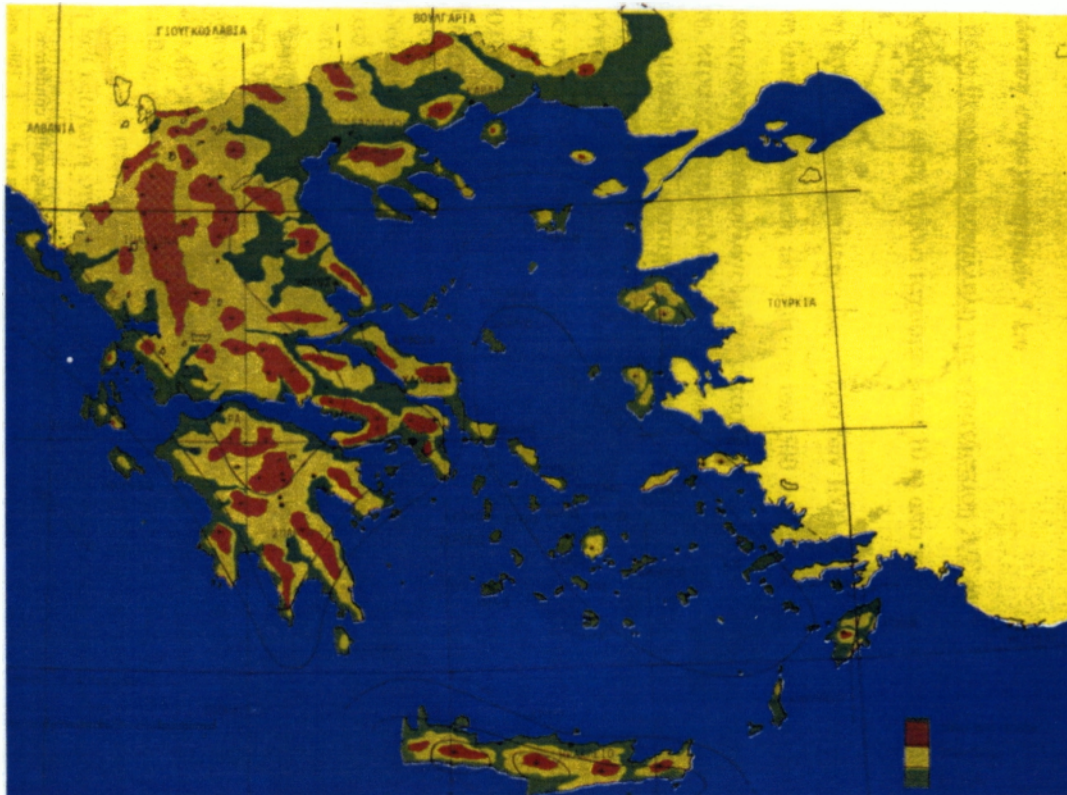
Η αιολική ενέργεια αποτελεί συνεπώς μια αστείρευτη πηγή ενέργειας με αξιοσημείωτο δυναμικό και με δωρεάν πρώτη ύλη στη διάθεση της ανθρωπότητας και προβάλλει σήμερα ως μία από τις πιο κατάλληλες εναλλακτικές πηγές για την παραγωγή ηλεκτρισμού, αλλά και για άλλες χρήσεις.

2.5. Εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της Ελλάδας.

Το αιολικό δυναμικό της χώρας (Σχήμα 2.5.α.) εκτιμήθηκε για πρώτη φορά από το Εργαστήριο Αεροδυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Στην έρευνα αυτή, το πρώτο βήμα αποτέλεσε η χάραξη καμπυλών ισοταχυτήτων ανέμου σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο και σε κλίμακα χάρτου 1:100.000. Κατόπιν θεωρήθηκε μέση απόσταση θέσεων εγκατάστασης ανεμογεννητριών μεγάλου μεγέθους τα 5 km, οπότε οι κορυφές των ισοπλεύρων τριγώνων αποτελούσαν πιθανές θέσεις εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Στην συνέχεια πάνω στο χάρτη χαράχθηκαν οι γραμμές μέσης τάσης του εθνικού ηλεκτρικού δικτύου και σημειώθηκαν οι θέσεις εκείνες εγκατάστασης ανεμογεννητριών που γειτνιάζουν με το δίκτυο. Οι θέσεις αυτές εγκατάστασης Α/Γ είναι οι οικονομικότερες από άποψη κόστους για διασύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

ΧΑΡΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Μέση τιμές ταχύτητων ανέμου σε ύψος 10 m.



Σχήμα 2.5.α. Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου στον Ελληνικό χώρο.

Η εκτίμηση του αριθμού των θέσεων εγκατάστασης ανεμογεννητριών μεγάλου μεγέθους βασίστηκε στη παραδοχή ότι μία θέση θεωρείται κατάλληλη για εγκατάσταση Α/Γ αν:

- Η περιοχή έχει μέση ταχύτητα (στα 10 m από το έδαφος), μεγαλύτερη των 4 m/s.
- Η θέση βρίσκεται σε υψόμετρο μικρότερο των 1000 m και μεγαλύτερο των -10 cm.
- Η θέση απέχει απόσταση μεγαλύτερη των 500 m από τα όρια μεγάλης πόλης.
- Δεν υπάρχουν ιδιαίτεροι λόγοι μη εγκατάστασης, ως αρχαιολογικοί χώροι, ασταθή εδάφη, κεραιές αναμεταδόσεως, στρατιωτικές εγκαταστάσεις.

Επίσης, μεταξύ των ισοταχυτήτων μετρήθηκε και ο αριθμός των χωριών με κατοίκους της τάξεως των 1000 ώστε να εκτιμηθεί και ο αριθμός του μικρού μεγέθους ανεμογεννητριών που μπορούν να εγκατασταθούν.

Για το σκοπό της εκτίμησης του αριθμού των θέσεων χρησιμοποιήθηκε τριγωνικός κάρναβος, που επιτέθηκε πάνω σε χάρτη του Ελλαδικού χώρου με κλίμακα 1:100.000 και 1:500.000. Στο χάρτη σημειώθηκαν οι θέσεις εγκατάστασης ανεμογεννητριών (Α/Γ). Η εργασία καθορισμού του πλήθους των θέσεων εγκατάστασης Α/Γ έγινε σε χάρτες με διαφορετικές κλίμακες για να εκτιμηθεί έτσι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας.

Διαπιστώθηκε ότι η εργασία πάνω σε χάρτη με κλίμακα 1:100.000 έδωσε κατά μέσο όρο 5-10% περισσότερες θέσεις εγκατάστασης Α/Γ και έδειξε παράλληλα ότι σε μικρές περιοχές (π.χ. νησιά) ο αριθμός των θέσεων εξαρτάται από τον ιδιαίτερο προσανατολισμό του τριγωνικού πλέγματος χωρίς βέβαια σημαντικές αλλαγές στο σύνολο.

Δεχόμενοι ότι οι μεγάλες ανεμογεννήτριες έχουν διάμετρο 50 m με τυπική ισχύ 750 kW και με ύψος πύργου 50 m μπορούμε να εκτιμήσουμε σε πρώτη προσέγγιση την εγκαταστημένη αιολική ισχύ, την ετήσια δεσμευμένη αιολική ενέργεια, κατά τόπους και συνολικά στον Ελλαδικό χώρο.

Υστερα από μελέτες εξακριβώθηκε ότι στον Ελλαδικό χώρο μπορούν να εγκατασταθούν τουλάχιστον 2160 μονάδες ανεμογεννητριών μεγάλου μεγέθους και 479 μονάδες μικρού μεγέθους, εκ των οποίων 1300 μονάδες στην Ηπειρωτική Ελλάδα. Έτσι η συνολικά εγκατεστημένη αιολική ισχύς στον Ηπειρωτικό χώρο είναι της τάξεως των 970 MW, τάξη μεγέθους που αποτελεί περίπου το 20% της σημερινή εγκαταστημένης ισχύος της Δ.Ε.Η..

Διαπιστώνεται επίσης ότι στα νησιά οι Α/Γ μπορεί να αποδώσουν περισσότερη ενέργεια από τις ετήσιες ανάγκες ηλεκτρικής κατανάλωσης του νησιού. Φυσικά το μέγεθος της παρεχόμενης, στο ηλεκτρικό δίκτυο του νησιού, αιολικής ενέργειας θα εξαρτηθεί από τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού δικτύου του νησιού και του σταθμού παραγωγής και αυτό το θέμα αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης μελέτης. Πάντως οι ενεργειακές ανάγκες των νησιών μπορούν τουλάχιστον κατά 25% να ικανοποιηθούν από μετατροπή αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική μέσω γεννητριών.

Στον Ηπειρωτικό Ελλαδικό χώρο όπου το εθνικό δίκτυο είναι διασυνδεδεμένο θα μπορούσε να γίνει δεκτό ότι ολόκληρη η δεσμευμένη αιολική ενέργεια μπορεί να απορροφηθεί από το ηλεκτρικό δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή η παρεχόμενη στο ηλεκτρικό δίκτυο αιολική ενέργεια ανέρχεται σε 1200 GWh το χρόνο που αποτελεί το 5% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Για τον Ηπειρωτικό χώρο, υπολογίσαμε επίσης τις θέσεις εκείνες των ανεμογεννητριών που βρίσκονται πλησίον γραμμών μεταφοράς της Δ.Ε.Η. μέσης τάσεως και οι οποίες απέχουν λιγότερο από 5 km. Οι θέσεις αυτές προσφέρονται οικονομικότερα για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, αφού μπορούν χωρίς μεγάλες δαπάνες διασύνδεσης να παρέχουν την ενέργεια τους στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 2.2.

ΘΕΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	GWh
Πελοπόννησο	200	190
Στερεά Ελλάδα	56	49
Θεσσαλία	104	64
Χαλκιδική	26	31
Κέρκυρα	14	12
Εύβοια	47	57
Σύνολο	447	403

Πίνακας 2.2

Από τον πίνακα 2.2. συμπεραίνεται ότι για τη τυπική ανεμογεννήτρια διαμέτρου 50 m ισχύος 750 kW, η συνολική αιολική ισχύς ανέρχεται σε 447 MW δηλαδή ισχύς της τάξεως ενός μεγάλου θερμοηλεκτρικού σταθμού της χώρας, με ετήσια παρεχόμενη στο ηλεκτρικό δίκτυο αιολική ενέργεια ίση με 403 GWh.

2.6. Υδροηλεκτρική ενέργεια.

Μία από τις παλαιότερες μεθόδους εξαγωγής ενέργειας από τα αποθέματα της γης είναι η υδροενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι κινητική και χρησιμοποιεί τις βαρυντικές δυνάμεις των υδατοπτώσεων, για τη παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Σήμερα η μηχανική αυτή ενέργεια συνήθως χρησιμοποιείται για την περιστροφή υδροστροβίλων και τη παραγωγή ηλεκτρισμού. Η ενέργεια αυτή είναι αποτέλεσμα του υδρολογικού κύκλου.

Η υδροενέργεια αποτελεί έμμεση μορφή ηλιακής ενέργειας, επειδή εξαρτάται από τον υδρολογικό κύκλο. Κατά τον κύκλο αυτό ο ήλιος εξατμίζει το νερό, το οποίο μεταφέρεται υπό τη μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα και μετά επιστρέφει πίσω στη γη σε μορφή βροχής ή χιονιού, και καταλήγει στη θάλασσα μέσω ποταμών και χειμάρρων. Σε αυτό το σημείο γίνεται και η αξιοποίηση της υδροενέργειας με την κατασκευή τεχνητών φραγμάτων και υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

Η παγκόσμιος υδροϊσχύς του πλανήτη μας είναι της τάξεως 10^8 KW. Σε ότι αφορά την χώρα μας, έχει αξιοποιηθεί μεγάλο ποσοστό του υδροηλεκτρικού δυναμικού, με το οποίο καλύπτεται το 10% περίπου της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα περισσότερα υδροηλεκτρικά εργοστάσια της χώρας βρίσκονται στη Δυτική Ελλάδα, όπου οι βροχοπτώσεις είναι αφθονότερες και υπάρχουν ποτάμια με μεγάλη παροχή και απότομες κλίσεις. Οι μεγαλύτεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αξιοποιούν τα νερά του Αχελώου, του παραπόταμου του Μέγδοβα, του Αλιάκμονα και του Αράχθου.

2.7. Γεωθερμία.

Εκτός από τις προαναφερθείσες μορφές ενέργειας (ηλιακή, αιολική), η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση θερμοκηπίων, κτιρίων κ.α.. Η χώρα μας διαθέτει ένα πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας, δηλαδή η θερμοκρασία του ρευστού μέσου είναι μικρότερη των 100° C. Περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες προοπτικές για την εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού, είναι η Μήλος, η Νίσυρος, η Λέσβος, τη κούαδα του Σπερχειού και οι πεδινές περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης.

Τα βασικά συστατικά που αποτελούν τον εξοπλισμό στο τμήμα της γεώτρησης, είναι μία αντλία πολλαπλών σταδίων άντλησης του ρευστού, η οποία ενδύκνεται γιατί εάν το νερό περιέχει άλατα, περισσότερα από 5 g/l, ξαναρίχνεται μέσα στη στάθμη της πηγής από δεύτερη γεώτρηση και μία

δεξαμενή-αποθήκη, η οποία με μεταλλάκτη θερμότητας αποδίδει τις θερμίδες σε κλασσικά συστήματα θέρμανσης, δηλαδή στο σύστημα χρήσης, μέσα από το σύστημα μεταφοράς. Αυτό γίνεται γιατί, σε πολλές περιπτώσεις, το γεωθερμικό ρευστό είναι διαβρωτικό και προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η διάβρωση του συστήματος, παρεμβάλλεται ο εναλλάκτης, έτσι ώστε το τμήμα παραγωγής στη γεώτρηση και αυτό της μεταφοράς και χρήσης να είναι συζευγμένα, χωρίς τη κυκλοφορία γεωθερμικού ρευστού.

Οι κυριότεροι τύποι εναλλακτών θερμότητας είναι:

- Εναλλάκτες με πλάκες (Plate Heated exchangers).
- Εναλλάκτες με σωλήνα και κέλυφος (Shell and Tube Heat Exchangers).
- Εναλλάκτες στο πυθμένα της γεώτρησης (DHE, Downhole Heat Exchanger).

Για τη μεταφορά και τη διανομή του γεωθερμικά ρευστού, όταν το ρευστό είναι θερμοκρασίας μικρότερης των 55°C, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι πλαστικοί σωλήνες υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου. Για γεωθερμικά ρευστά θερμοκρασίας μέχρι 100°C μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωλήνες πλαστικοί (FRP) ενισχυμένοι με ίνες ύαλου (fiberglass). Πλεονεκτούν των σωλήνων χάλυβα στην αντοχή, διάβρωση, στις διαστολές-συστολές και στη πτώση της πίεσης για δεδομένη παροχή, δεν αντέχουν όμως σε υψηλές πιέσεις.

Σε ρευστά που δεν είναι πολύ διαβρωτικά, όταν υπάρχει ελεύθερο οξυγόνο, σ' αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες από ανθρακοχάλυβα οι οποίοι πλεονεκτούν από τους χαλύβδινους, διότι είναι οικονομικότεροι και παρουσιάζουν υψηλότερη ανθεκτικότητα.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σωλήνες αμιαντοτσιμέντου, όπως και σωλήνες από πολυμερή συμπαγή σύνθετα, δύστηκτα, έχουν δείξει επίσης καλά αποτελέσματα.

2.7.1. Παράμετροι αξιολόγησης γεωθερμικών συστημάτων.

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την οικονομική αξιολόγηση των γεωθερμικών συστημάτων είναι:

- Το βάθος της γεώτρησης.
- Απόσταση γεώτρησης-πεδίου χρήσης.
- Παροχή της γεώτρησης.
- Θερμοκρασία της γεώτρησης.
- Επιτρεπόμενη πτώση της θερμοκρασίας μέγεθος του πεδίου χρήσης.
- Μέγεθος του πεδίου χρήσης.
- Συντελεστής φορτίου.
- Σύνθεση του γεωθερμικού ρευστού.
- Ευκολία στην απόρριψη του γεωθερμικού ρευστού.
- Διάρκεια ζωής της γεώτρησης.

Συνημμένα, όσον αφορά τα παραπάνω, πρέπει να επεξηγηθούν κάποια καίρια σημεία. Το βάθος γεώτρησης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3 km, γιατί τότε η γεώτρηση θα καταστεί οικονομικά ασύμφορη, όπως ασύμφορη θα καταστεί αν η γεώτρηση απέχει μεγάλη απόσταση από το σημείο εφαρμογής. Η παροχή της γεώτρησης, για να μπορεί να θεωρηθεί καλή και οικονομικά βιώσιμη, πρέπει να έχει παροχή 25-50 l/s. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού χαρακτηρίζει τη γεώτρηση, και είναι συνήθως σταθερή, ενώ η πτώση της στο χώρο χρήσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη θερμική απόδοση της διάταξης. Μεγαλύτερη πτώση της θερμοκρασίας σημαίνει μεγαλύτερη ισχύ και κατ' επέκταση μικρότερο κόστος λειτουργίας. Αν και η μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας είναι επιθυμητή στην πράξη αυτή δεν είναι εφικτή, γιατί η επίτευξη μεγάλης θερμοκρασίας – για να μπορεί να επιτευχθεί αναλόγως και μεγάλη πτώση – είναι οικονομικώς ασύμφορη, ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία της πηγής είναι χαμηλή. Το μέγεθος του πεδίου χρήσης είναι και αυτό σημαντικό, γιατί όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση εφαρμογής, τόσο πιο γρήγορα θα γίνει η απόσβεση του κόστους κατασκευής της μονάδας εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας και σε συνάρτηση με τον συντελεστή φορτίου, το λόγο του μέσου φορτίου θερμότητας που παραδίδεται από τη πηγή προς την θερμοχωρητική ικανότητα του εγκατεστημένου συστήματος, δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την οικονομική βιωσιμότητα της μονάδας. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι για να καταστεί η εκμετάλλευση του γεωθερμικού ρευστού οικονομικώς ωφέλιμη, πρέπει η διαμόρφωσή της να είναι κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπουν παραγωγική ζωή για περισσότερο από τριάντα χρόνια.

2.8. Φωτοσύνθεση.

Η φωτοσύνθεση είναι διαδικασία παραγωγής φυτικού υλικού (χλωροφύλλης) με την χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Το 6% της επιφάνειας της γης καλλιεργείται και μόνο το 1 % της αγροτικής φωτοσύνθεσης χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο. Το υπόλοιπο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη. Τα μη συλλεγόμενα λαχανικά - σκουπίδια (βιομάζα) υποβαλλόμενα σε αναερόβια αποσύνθεση παράγουν μεθάνιο και λίπασμα. Η παραγωγή του φυτοπλαγκτόν των ωκεανών παράγει εκατονταπλάσιο της αγροτικής παραγωγής. Σε εθνικό επίπεδο το δυναμικό σε βιομάζα είναι αξιόλογο: υπάρχουντα δάση, φυτείες, φυτικά υπολείμματα (αχυροκνυτταρίνης κλπ) ζαχαρότευτλα, εκμετάλλευση σκουπιδιών, υπονόμων, ζωικών περιττωμάτων κ.λ.π.

2.9. Θερμότητα Ωκεανών.

Η Θερμότητα των ωκεανών είναι εκμεταλλεύσιμη. Μπορεί να κατασκευασθεί μία θερμική μηχανή που να εκμεταλλεύεται την θερμοκρασιακή διαφορά της υδατικής μάζας στην επιφάνεια και σε κάποιο βάθος της θάλασσας. Κατά την μετατροπή της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας, η ηλιακή ενέργεια «εξάγεται» από τον ωκεανό και χρησιμοποιείται για την δημιουργία κάποιας στροβιλογεννήτριας. Ο μεγάλος υδάτινος όγκος εγγυάται μεγάλη ισχύ έστω και με μικρούς βαθμούς απόδοσης της τάξεως του 3 %.

Αυτό δεν αποτελεί νέα ιδέα. Κατά τη δεκαετία του 1820, ο Γάλλος φυσικός Sadi Carnot είχε αποδείξει ότι μπορούσε να εξάγει μηχανική ενέργεια, από τη ροή θερμότητας μεταξύ μίας θερμότερης και μίας ψυχρότερης περιοχής.

2.10. Βιομετατροπή.

Η βιομετατροπή, είναι η τεχνολογία παραγωγής χρήσιμης ενέργειας από οργανικά υλικά, όπως είναι τα ζωικά και φυτικά απόβλητα. Οποιαδήποτε οργανικό υλικό (από τα άγλη μέχρι το ξύλο), ζωντανό ή νεκρό σε αποσύνθεση, μαζί με διάφορους τύπους βιομηχανικών και οικιακών αποβλήτων, περιέχουν χημική ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Τα υλικά αυτά αναφέρονται ως βιομάζα. Η βιομετατροπή παραλαμβάνει τα χημικά απόβλητα και οργανικά υλικά και τα μετατρέπει σε θερμική ενέργεια.

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τεχνικές βιομετατροπής επί αιώνες, κυρίως την καύση του ξύλου. Το ξύλο ήταν η πρώτη ενεργειακή που χρησιμοποίησε η ανθρωπότητα για την επιβίωσή της. Στην πραγματικότητα, η καύση του ξύλου ήταν η κυρίαρχη μορφή ενέργειας μέχρι τα τέλη του περασμένου αιώνα. Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, άρχισαν να εξελίσσονται οι τεχνικές διαδικασίες εκμετάλλευσης των φυσικών καυσίμων υδρογονανθράκων.

Ενώ τα καύσιμα βιομάζας αποτελούν ένα μικρό μόνο ποσοστό της παγκόσμιας χρησιμοποιούμενης ενέργειας (12και15 %), παραμένουν όμως η κύρια ενεργειακή πηγή για το μισό περίπου του παγκόσμιου πληθυσμού. Σύμφωνα με την παγκόσμια τράπεζα, οι αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας και της Αφρικής αποτελούν κύριους χρήστες ενέργειας βιομάζας. Περί το 65% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ασία και το 90% στην Αφρική, έχει τη μορφή βιομάζας.

Στις βιομηχανικές κοινωνίες, η βιομάζα θεωρείται μία βιώσιμη ενεργειακή πηγή. Αυτό συμβαίνει, επειδή η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε αέρια, υγρά ή στερεά καύσιμα, ή να καεί απευθείας για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Επίσης, η καύση της βιομάζας δεν παράγει επί πλέον διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, επειδή το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά την καύση αντισταθμίζεται από τη σύλληψη του διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

2.10.1. Διαδικασίες βιομετατροπής

Οι διαδικασίες βιομετατροπής, διακρίνονται σε τέσσερις κύριους τύπους, ανάλογα με την πηγή των οργανικών υλικών:

1. Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα.
2. Γεωργικά και δασοκομικά απόβλητα.
3. Ενεργειακές αγροκαλλιέργειες και υδατοκαλλιέργειες γλυκού νερού.
4. Θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες.

Η χημική ενέργεια που εξάγεται από τα οργανικά υλικά, είναι παρόμοια με αυτήν των καυσίμων υδρογοναθράκων. Ωστόσο τα οργανικά υλικά παράγουν χημική ενέργεια σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης (κύρια διαδικασία βιομετατροπής) η ηλιακή ενέργεια συλλαμβάνεται από τα φυτά και μετατρέπεται σε χημική ενέργεια. Ακολούθως, η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε οξυγόνο και σε ενεργειακά πλούσιους υδατάνθρακες, οι οποίοι παραμένουν αποθηκευμένοι σε φυτική μορφή.

Επίσης, η ενέργεια αυτή μπορεί να πάρει τη μορφή αποβλήτων, αφού φαγωθεί πρώτα από τον άνθρωπο και τα ζώα. Η αποθηκευμένη αυτή ενέργεια, με την καύση, αποσύνθεση ή χημική επεξεργασία της βιομάζας, απελευθερώνεται ως θερμότητα, αέριο μεθανίου, ζάχαρη, αλκοόλ ή άλλες χρήσιμες χημικές ενώσεις.

2.10.2. Βιομάζα γεωργικών αποβλήτων.

Τα οργανικά υπολείμματα δημιουργούνται κατά τη πρωτογενή φυτική και ζωική παραγωγή, καθώς και κατά τη μεταποίηση της πρωτογενούς αυτής παραγωγής. Τέτοια υπολείμματα και απόβλητα είναι π.χ. το άχυρο των σιτηρών, τα στελέχη του βάμβακα, τα κελύφη των ξηρών καρπών, η κόπρος των ζώων κ.τ.λ.. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμη ύλη για θέρμανση των θερμοκηπίων, με μείωση της δαπάνης κατά 30-60% συγκριτικά με τη χρησιμοποίηση πετρελαίου.

Η τεχνολογία έχει αναπτύξει πολλές μεθόδους ενεργειακής αξιοποίησης κάθε οργανικής ουσίας. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι:

1. Άμεση καύση

Μετά από ξήρανση, ένα κιλό βιομάζας με 10% υγρασία δίνει με τέλεια καύση περίπου 3.900 kcal και 0,05 kg στάχτη ενώ απαιτούνται 3,5-4 kg αέρα. Η δυνατότητα χρησιμοποίησης της βιομάζας στη θέρμανση των θερμοκηπίων, εξαρτάται από τα παρακάτω:

- Το κόστος συλλογής των γεωργικών υπολειμμάτων.

- Το κόστος μεταφοράς.
- Το κόστος αποθήκευσης και επεξεργασίας.
- Το κόστος αποκομιδής της στάχτης και συντήρησης του καυστήρα
- Τα προβλήματα στη τροφοδοσία του καυστήρα.

2. Αεριοποίηση φυτικής βιομάζας.

Η αεριοποίηση της φυτικής βιομάζας μπορεί να γίνει είτε με θερμοχημικές μεθόδους ή με βιοχημικές μετατροπές. Η θερμοχημική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν σε περιόδους έλλειψης υγρών καυσίμων για την αεριοποίηση του ξύλου και άλλων γεωργικών υπολειμμάτων.

3. Αναερόβιος ζύμωση κτηνοτροφικών προϊόντων.

Υπάρχουν πολλά συστήματα αναερόβιας ζύμωσης των αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων. Εξαρτάται από τον τύπο των αποβλήτων και το είδος των ζώων. Οι διαφορές των συστημάτων έγκειται στη προετοιμασία των αποβλήτων ώστε να επιτευχθούν οι καλύτερες συνθήκες ζύμωσης. Αυτές είναι η ομοιομορφία δομής, απουσία μεγάλων κομματιών από τη μάζα των αποβλήτων, χαρακτηριστικά συνεχούς τροφοδοσίας, και η κατάλληλη θερμοκρασία. Ο καλύτερος τρόπος συγκριτικής αξιολόγησης των συστημάτων αυτών είναι η εκτίμηση της παραγωγής βιοαερίου και η συγκέντρωση μεθανίου στο βιοαέριο. Το κύριο πρόβλημα στα συστήματα αναερόβιου ζύμωσης είναι το μεγάλο κόστος αποθήκευσης του βιοαερίου που αποτελεί και το πιο αξιόλογο εμπόδιο για την ευρεία χρήση της τεχνολογίας αυτής στη θέρμανση των θερμοκηπίων.

2.10.3. Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα είναι ακόμη σε πειραματικό στάδιο. Η διαθέσιμη κατ' είδος βιομάζα γεωργικής και δασικής προέλευσης υπολογίζεται σε δέκα εκατομμύρια τόνους, που αντιστοιχεί σε τρία έως τέσσερα εκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Στα πλαίσια προγραμμάτων της Ε.Ε. έχουν ξεκινήσει έργα παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού σε εκοκκιστήρια βαμβακιού, σε θερμοκήπια κ.λ.π. Επίσης έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για την καύση των αστικών απορριμμάτων. Στο στάδιο της μελέτης, είναι η καλλιέργεια φυτών όπως το Σόργο το σακχαρούχο, με σκοπό τη παραγωγή αιθανόλης.

Μια πρόσφατη μελέτη για την περιοχή της Αττικής και της Εύβοιας υπολόγισε σε 373.000 τόνους το ποσό της εκμεταλλεύσιμης βιομάζας που παράγεται κατ' έτος. Η ποσότητα αυτή ισοδυναμεί με 100.000 τόνους πετρελαίου. Σύμφωνα με τη μελέτη τα γεωργικά αυτά κατάλοιπα μπορούν να

χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών των βιομηχανιών της εκάστοτε περιοχής.

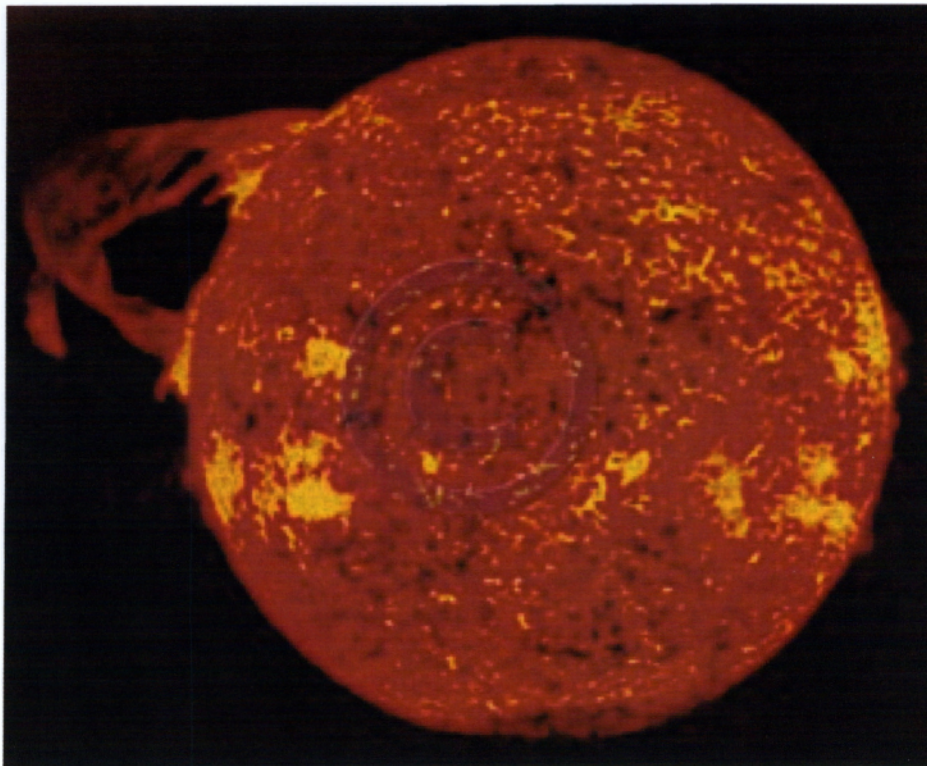
2.11 Παλιρροιακή ενέργεια.

Η παλιρροιακή ενέργεια ή ωκεάνια ενέργεια όπως μερικές φορές λέγεται, αποτελεί μορφή ηλιακής ενέργειας. Οι παλίρροιες προκαλούνται από την βαρυντική έλξη του ηλίου και της σελήνης, καθώς και από τη περιστροφή της γης.

Επειδή οι παλίρροιες γίνονται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, η κίνηση των νερών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια των παλιρροιών είναι η κινητική ενέργεια του νερού που κατευθύνεται από την πλημμυρίδα προς τη ρηχία. Επομένως η παλιρροιακή ενέργεια είναι παρόμοια με την υδροηλεκτρική ενέργεια των υδατοπτώσεων.

Στα παλιρροιακά συστήματα ενέργειας, κατασκευάζεται ένα φράγμα στην είσοδο του παλιρροιακού κόλπου. Τα συστήματα αυτά, είναι εξοπλισμένα με υδατοφράκτες και πύλες στροβίλων. Οι υδατοφράκτες επιτρέπουν την είσοδο του νερού στο φράγμα, κατά τη πλημμυρίδα. Όταν το νερό φθάσει στο μέγιστο επίπεδο, οι υδατοφράκτες κλείνουν. Μετά από έξι περίπου ώρες έχει περάσει η πλημμυρίδα και το νερό διέρχεται μέσω των πυλών του στροβίλου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς με διαστήματα περίπου 12 ωρών. Η παραγόμενη ισχύς εξαρτάται από το πλήθος των εγκατεστημένων στροβίλων και της ποσότητας του νερού που εκρέει από την παλιρροιακή λεκάνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας

Στο τμήμα αυτό παρουσιάζεται μια συνοπτική περιγραφή των κυριότερων εφαρμογών-χρήσεων της ηλιακής ενέργειας, σε διεθνή κλίμακα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των χρήσεων αυτών παρουσιάζονται διαφορές, κυρίως όσον αφορά το κατά πόσον κάθε συγκεκριμένη χρήση είναι άμεσα εμπορικά εφαρμόσιμη, ή όχι. Ειδικότερα, θα πρέπει να αναφερθεί ότι από το σύνολο των τεχνολογικά δυνατών χρήσεων της ηλιακής ενέργειας, ορισμένες πιθανόν να μην ενδείκνυται για άμεση εφαρμογή, είτε εξαιτίας του υψηλού κόστους παραγωγής και εγκατάστασης του αναγκαίου εξοπλισμού, είτε εξαιτίας της μη ικανοποιητικής αναμενόμενης απόδοσής τους ως προς το κόστος της ενέργειας που προέρχεται από άλλες πηγές.

Οι σημαντικότερες από τις τεχνολογικά εφικτές χρήσεις της ηλιακής ενέργειας, είναι οι παρακάτω:

1) Θέρμανση νερού

Η θέρμανση νερού αποτελεί την πιο δεδομένη σήμερα εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας, σε παγκόσμια κλίμακα. Ειδικότερα, η θέρμανση νερού αποτέλεσε τον χώρο εκείνο, προς τον οποίο προσανατολίστηκαν οι πρώτες πειραματικές προσπάθειες για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή, αποτελεί σήμερα την πλέον αδάπανη, μεταξύ όλων των άλλων, και η πραγματοποίησή της δεν απαιτεί δομικές τροποποιήσεις των κτιρίων, κάτι που συμβαίνει με αρκετές από τις άλλες εφαρμογές.

2) Θέρμανση και ψύξη χώρων

Η ηλιακή θέρμανση και ψύξη διαφόρων χώρων αποτελεί ένα νεότερο – σε σχέση με το προηγούμενο- ευρύ πεδίο εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας. Μειονέκτημα της θεωρείται ότι αποτελεί το γεγονός ότι είναι σχετικά δαπανηρή, καθώς επίσης και το ότι επηρεάζει την αρχιτεκτονική των κτιρίων, λόγω της προσθήκης των συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, τα οποία “καταλαμβάνοντας” σημαντικό χώρο του κελύφους του κτιρίου, αλλοιώνουν την εμφάνισή του.

Ωστόσο εκφράζεται η άποψη πως με τροποποίηση της σημερινής δομής της αρχιτεκτονικής των κτιρίων, προς την κατεύθυνση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, διανοίγονται τεράστιες δυνατότητες για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Ο όρος “βιοκλιματική αρχιτεκτονική” εκφράζει τον συνδυασμό του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, των δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται και του τρόπου κατασκευής του κτιρίου, ο οποίος επιτρέπει εξοικονόμηση ενέργειας- λόγω της εκμετάλλευσης της ενέργειας από τον ήλιο-, μέχρι και 70%-80%, έναντι των συμβατικών κατασκευών.

3) Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με χρήση ηλιακής ενέργειας, μπορεί να επιτευχθεί είτε με διαδοχική μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμική - μηχανική-ηλεκτρική, είτε με απευθείας μετατροπή ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια, με χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Με τον πρώτο τρόπο, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική, η οποία θερμαίνει νερό ή άλλο υγρό σε υψηλή θερμοκρασία, και στην συνέχεια, δίνει κίνηση σε γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι θερμοκρασίες νερού που απαιτούνται σ' αυτήν την περίπτωση, κυμαίνονται από 200 ° μέχρι 300 °C.

Με τον δεύτερο τρόπο, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική, με εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των φωτοβολταϊκών κυττάρων πυριτίου. Τα κύτταρα αυτά, συνδέονται μεταξύ τους εν σειρά, και αποτελούν ειδικές επιφάνειες οι οποίες αποτελούν τα επιμέρους τμήματα των φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

4) Αφαλάτωση νερού

Η αφαλάτωση νερού με χρήση ηλιακής ενέργειας, εφαρμόζεται σήμερα σε πάρα πολλές περιοχές στις οποίες υπάρχει πρόβλημα επάρκειας πόσιμου νερού. Στις εφαρμογές αυτές έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι, μεταξύ των οποίων, καμία δεν έχει ξεχωρίσει σαν τεχνολογικά επικρατέστερη, έναντι των άλλων. Αποφασιστικές παράμετροι για την επιλογή της μιας ή της άλλης μεθόδου για κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή, είναι η περιεκτικότητά του προς αφαλάτωση νερού σε αλάτι και σε άλλα ορυκτά, καθώς επίσης και το μέγεθος των αναγκών σε νερό.

5) Άντληση νερού

Η άντληση νερού με χρήση ηλιακής ενέργειας, μπορεί να γίνεται περιοδικά, με αποθήκευση του αντλούμενου νερού σε δεξαμενές, ανάλογα με την περιοδικότητα της εμφάνισης του ήλιου. Η παραδοσιακή μέθοδος άντλησης νερού με ηλιακή ενέργεια, στηρίζεται στη μετατροπή της θερμικής ενέργειας – που αποκτάται με θέρμανση νερού – σε μηχανική. Ωστόσο η μέθοδος αυτή, λόγω του ότι απαιτεί αρκετά υψηλές θερμοκρασίες νερού, χαρακτηρίζεται από σχετικά μεγάλο κόστος, υψηλή τεχνολογία του απαιτούμενου εξοπλισμού, και παρουσιάζει μάλλον μικρή απόδοση.

Τα παραπάνω μειονεκτήματα ξεπεράστηκαν με μία νεώτερη μέθοδο, η οποία μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε μηχανική, κάνοντας χρήση ηλιακών αντλιών, οι οποίες δεν απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες νερού.

Η μέθοδος αυτή, εφαρμόζεται ήδη σε ικανοποιητική ένταση, σε χώρες της Β. Αφρικής.

6) Ξήρανση γεωργικών προϊόντων

Η χρησιμοποίηση της ενέργειας από τον ήλιο για ξήρανση γεωργικών προϊόντων (καπνός, σταφίδα κ.τ.λ.) αποτελεί μια από τις παλαιότερες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. Η μέθοδος που εφαρμοζόταν απαιτούσε απλές και χαμηλού κόστους ειδικές κατασκευές. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, οι κατασκευές αυτές έχουν κατά κανόνα τυποποιηθεί, και παράλληλα έχουν βελτιωθεί οι αποδόσεις τους, με αποτέλεσμα να εξυπηρετούνται καλύτερα οι χρήστες τους.

7) Λίμνες θερμοσυσσώρευσης ή ηλιακές δεξαμενές

Οι λίμνες θερμοσυσσώρευσης αποτελούν εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα, με την έννοια ότι το νερό που θερμαίνεται σ' αυτές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ικανοποίηση των αναγκών οικισμών, μικρών πόλεων, μεγάλων τουριστικών συγκροτημάτων κ.τ.λ.. Με τις λίμνες αυτές μπορεί, μεταξύ άλλων, να αξιοποιηθεί η απόβλητη θερμότητα της βιομηχανίας, μέσω αγωγών που θα την μεταφέρουν σε μακρινές αποστάσεις.

Η λίμνη θερμοσυσσώρευσης είναι μια τεχνητή δεξαμενή, μεγάλης επιφάνειας που ποικίλει ανάλογα με τις ανάγκες, και βάθους από 1-2 ως 8m, με πυθμένα μαύρου χρώματος, με πολύ καλή μόνωση, έτσι ώστε να απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και να θερμαίνει το νερό της δεξαμενής. Σε μία συνηθισμένης κατασκευής δεξαμενή, το ζεστό νερό θα ανέβαινε στην επιφάνεια, και ερχόμενο σε επαφή με τον αέρα θα έχανε γρήγορα τη θερμότητα του.

Στις ηλιακές δεξαμενές, ωστόσο, το πρόβλημα αυτό επιλύεται με την διάλυση αλάτων, σε μεγάλη πυκνότητα, στον πυθμένα της δεξαμενής. Η διάλυση αλάτων συντελεί στο να εμποδίζεται η μεταφορά του ζεστού νερού προς τα πάνω. Με τον τρόπο αυτό, έχουν επιτευχθεί θερμοκρασίες μέχρι και 90°C. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι θερμοκρασίες αυτές μπορούν να αυξηθούν, με προσθήκη διαφόρων υλικών στο νερό, όπως κόκκοι πολυστερίνης, αιθάλη κ.τ.λ.

Για την παρεμπόδιση της δημιουργίας κυμάτων στην επιφάνεια της λίμνης και για την παραπέρα μείωση της ποσότητας της θερμότητας που διαφεύγει τοποθετούνται - κατά κανόνα - πλαστικά φύλλα, πάνω στην επιφάνεια της δεξαμενής. Στον πυθμένα, τέλος, της δεξαμενής τοποθετούνται σωληνώσεις, οι οποίες απορροφούν το νερό που θερμαίνεται, και το οδηγούν στους τόπους κατανάλωσης.

8) Ηλιακές εστίες.

Οι ηλιακές εστίες είναι συσκευές ή διατάξεις πολλών συσκευών, που χρησιμοποιούνται για την συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ένα σημείο ή σε μία μικρότερη ή μεγαλύτερη περιοχή.

Οι ηλιακές εστίες μπορούν να διακριθούν σε:

- Ηλιακούς βραστήρες: οι απλές αυτές συσκευές, έχουν τύχει ευρύτατης μέχρι σήμερα εφαρμογής, κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες του τρίτου κόσμου, όπου υπάρχει άφθονη ηλιοφάνεια αλλά παρατηρείται έλλειψη εναλλακτικών πηγών ενέργειας.
- Ηλιακούς φούρνους: οι ηλιακοί φούρνοι αποτελούν σύνθετες κατασκευές, οι οποίες αποτελούνται από ένα σύστημα περιστρεφόμενων κατόπτρων – έτσι ώστε να παρακολουθείται η πορεία του ηλίου – μέσω των οποίων, η ηλιακή ακτινοβολία αντανακλάται σε ένα γιγάντιο κάτοπτρο, μπροστά από το οποίο υπάρχει ένας θάλαμος τήξης. Στον θάλαμο αυτόν, μπορούν να επιτευχθούν θερμοκρασίες $3.000^{\circ} - 4.000^{\circ} \text{C}$, ή και ακόμα μεγαλύτερες, πράγμα από το οποίο συνάγεται ότι η κυριότερη εφαρμογή των ηλιακών φούρνων είναι στην μεταλλουργική βιομηχανία, για τήξη διαφόρων μετάλλων.

9) Βιολογικός καθαρισμός λυμάτων

Ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων με χρησιμοποίηση ηλιακής ενέργειας, στηρίζεται στην βασικότερη λειτουργία των φυτών, στην φωτοσύνθεση. Με την φωτοσύνθεση των φυτών συντελείται μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε χημική, με μέση απόδοση από 0,2 μέχρι 5%, ανάλογα με το είδος των φυτών.

Το ποσοστό αυτής της απόδοσης μπορεί να αυξηθεί μέχρι 20-30% περίπου, αν καλλιεργηθούν και χρησιμοποιηθούν ειδικά υδρόβια φυτά, οι αλγείς. Η καλλιέργεια των φυτών αυτών τα παρουσιάζουν γρήγορη ανάπτυξη μέσα στις δεξαμενές βιολογικού καθαρισμού συντελεί στο να αποσυνθέτονται τα λύματα, και από τις δεξαμενές να βγαίνει νερό, κατάλληλο για αρδευτικές χρήσεις.

Παράλληλα, από τη διαδικασία αποσύνθεσης των λυμάτων, παράγεται μεθάνιο, το οποίο καιγόμενο, μπορεί να τροφοδοτήσει γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο αέριο.

Η ποσότητα μεθανίου που εκλύεται με τη μέθοδο αυτή, ανά kg αλγών και ανά ημέρα, εκτιμάται ότι μπορεί να προσφέρει ενέργεια που ισοδυναμεί με 1,8 kW, περίπου.

Πέρα από τις χρήσεις της ηλιακής ενέργειας που αναφέρθηκαν στο τμήμα αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια σειρά καινοτομιών, όσο αναφορά νέες χρήσεις της ηλιακής ενέργειας, βρίσκεται στο στάδιο της πειραματικής εφαρμογής, σε ερευνητικά κέντρα διαφόρων χωρών. Μεταξύ των νέων αυτών χρήσεων, ενδεικτικά αναφέρονται οι ηλιακοί κινητήρες (απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε μηχανική), οι μεγάλοι κεντρικοί ηλιακοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής οι οποίοι έχουν ισχύ μέχρι 1000 kW, για κάλυψη αναγκών ολόκληρων περιοχών σε ενέργεια, και τέλος, τα ηλιακά κάτοπτρα σε γήινη τροχιά με τολμηρό και μεγαλόπνοο στόχο, τον επηρεασμό των καιρικών συνθηκών σε μεγάλες περιοχές του πλανήτη μας.

3.2 Ηλιακά συστήματα

Σαν ηλιακό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί κάθε διάταξη που αποτελείται είτε από μηχανικά μέσα (στοιχεία μηχανολογικού εξοπλισμού) είτε από δομικά στοιχεία κατασκευής κτιρίων (κέλυφος, ανοίγματα, κ.τ.λ.), ή από συνδυασμό αυτών των δύο και είναι σχεδιασμένη και εφαρμοσμένη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αξιοποιεί σε ικανοποιητικό βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω της.

Με την έννοια αυτή, ηλιακά συστήματα αποτελούν όλες οι απλές ή σύνθετες κατασκευές που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. Ο όρος ηλιακά συστήματα, έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά, προκειμένου να υποδηλώσει αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, με σκοπό την θέρμανση νερού και θέρμανση ή ψύξη χώρων. Γενικά τα ηλιακά συστήματα, σύμφωνα με τον τελευταίο ορισμό, διακρίνονται σε ενεργητικά και σε παθητικά.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα προϋποθέτουν εφαρμογή μηχανισμών συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που αποκτάται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, και απαιτούν τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων - από απλής μέχρι υψηλής τεχνολογίας - όπως αντλίες, ανεμιστήρες, αντλίες θερμότητας, κ.τ.λ., προκειμένου να εξασφαλίσουν την θερμική ροή.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία, χωρίς χρήση μηχανικών μέσων. Βασίζονται στην φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών των κατασκευών, και χρησιμοποιούν για τη συλλογή και αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας τα δομικά τους στοιχεία.

Θα πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι μια τρίτη κατηγορία ηλιακών συστημάτων αποτελούν τα υβριδικά συστήματα, τα οποία συνδυάζουν την φυσική και την θερμική ροή. Η προσθήκη σε ένα παθητικό ηλιακό σύστημα, λόγω χάρη ενός ανεμιστήρα για την πιο αποτελεσματική μεταφορά θερμικής ενέργειας στους πίσω χώρους του κτιρίου ή ενός θερμοστάτη, για τον έλεγχο της παρεχόμενης θερμότητας, μετατρέπουν το σύστημα αυτό, σε υβριδικό.

Παρ' όλο που τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, και οι τρεις τύποι ηλιακών συστημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω έχουν τύχει ιδιαίτερης προσοχής, κυρίως από ερευνητική άποψη, στον εμπορικό τομέα μόνο τα συστήματα της πρώτης κατηγορίας φαίνεται να παρουσιάζουν αξιόλογο ενδιαφέρον.

3.3. Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα.

3.3.1. Δομή Ηλιακού Συστήματος

Με τα συστήματα αυτά επιτυγχάνεται η θέρμανση νερού χρησιμοποιώντας τεχνικά μέσα όπως αντλία, ανεμιστήρα κ.λ.π. Η βασική τους δομή μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Διάταξη δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας (συλλέκτης)
2. Βοηθητική πηγή θερμότητας [για περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας]
3. Σύστημα αποθήκευσης θερμότητας.
4. Σύστημα διανομής θερμότητας.
5. Μονάδα ελέγχου (συντονισμός των συστημάτων)

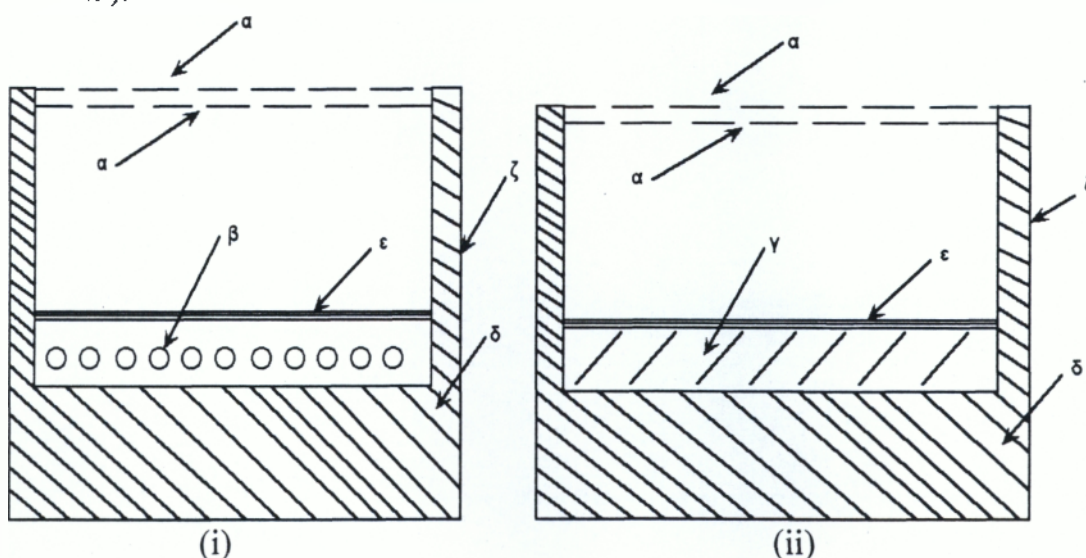
Με τα παραπάνω συστήματα επιτυγχάνεται θέρμανση νερού με δέσμευση ποσοστού 30% της προσπίπτουσας ηλιακής Ενέργειας, Θερμοκρασίας(30–60°C).

3.3.2. Ηλιακοί συλλέκτες.

Διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες οι ηλιακοί συλλέκτες και αποτελούν το βασικότερο τμήμα του ηλεκτρικού συστήματος ήτοι τους, επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες και τους συγκεντρωτικούς ηλιακούς συλλέκτες. Ο προορισμός ενός ηλιακού συλλέκτη, είναι να συλλέγει και να μετασχηματίζει την υπό μορφή ακτινοβολίας ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα. Η περισσότερο διαδεδομένη μορφή είναι εκείνη του επίπεδου συλλέκτη.

3.3.3. Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες.

Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: επίπεδοι συλλέκτες υγρού και επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αέρα, ανάλογα το μέσον παραλαβής της θερμότητας από διερχόμενο υγρό σε κατάλληλες σωληνώσεις ή διερχόμενο αέρα σε κατάλληλα κανάλια διελεύσεως, εντός του συλλέκτη (Σχήμα 3.3.2.1.α i και ii).



Σχήμα 3.3.3.α. Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (i) Υγρού (ii) Αέρα

Υπόμνημα

- α) Διαφανή καλύμματα.
- β) Υγροφόροι σωληνώσεις.
- γ) Αεροφόρα κανάλια.
- δ) Μόνωση (3-5cm) πολυουρεθάνη, υαλοβάμβακας, ορυκτοβάμβακας.
- ε) Απορροφητήρας.
- ζ) πλαίσιο στήριξης.

Τα διαφανή καλύμματα είναι κατασκευασμένα από γυαλί ή ειδικό πλαστικό. Οι επίπεδοι συλλέκτες τοποθετούνται σε σταθερή θέση, ενώ η κλίση και ο προσανατολισμός τους εξαρτώνται από τον τόπο και την εποχή του έτους. Με αυτούς επιτυγχάνεται θέρμανση του ύδατος στους 40 – 60°C.

Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από την απορροφητική πλάκα (απορροφητή) και η παραγόμενη θερμότητα διοχετεύεται μέσα από την πλάκα στις σωληνώσεις υγρού ή στα κανάλια αέρα, όπου κυκλοφορεί το θερμοαντιστατικό ρευστό απαγωγής της θερμότητας. Το είδος και η θερμοαντιστατική επιφάνεια του ρευστού έχουν μεγάλη σπουδαιότητα, καθώς επίσης η ταχύτητα και η παροχή του ρευστού. Για τους συλλέκτες υγρού έχουμε παροχή (0,010 - 0,015) lt/sec, και για τους συλλέκτες αέρα έχουμε παροχή 0,010m³/sec. Ο απορροφητήρας αποτελεί μια μεταλλική μαύρη πλάκα, η οποία απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της προσπίπτουσας σ' αυτό ηλιακής ενέργειας. Η μόνωση στους συλλέκτες αποσκοπεί στον περιορισμό των απωλειών θερμότητας δι' αγωγιμότητας του ρευστού στον περιβάλλοντα χώρο.

3.3.4. Απώλειες των επιπέδων συλλεκτών.

Το σύνολο της ενέργειας που μεταδίδεται από τον συλλέκτη προς τον περιβάλλοντα χώρο αποτελεί τις απώλειες αυτές. Αυτές προέρχονται από τους εξής επί μέρους παράγοντες:

1. Απώλειες στα διαφανή καλύμματα

- α) από αντανάκλαση της προσπίπτουσας σ' αυτά ακτινοβολίας.
- β) από σχετική απορρόφηση της διερχόμενης από αυτά ακτινοβολίας και την προς το περιβάλλον απαγωγή τους.

2. Απώλειες δι' ακτινοβολίας από τον απορροφητήρα προς τα καλύμματα και εκείθεν

προς το εξωτερικό περιβάλλον. Αναλυτικότερα έχουμε την εξής πορεία της προσπίπτουσας στον συλλέκτη ηλιακής ενέργειας:

Έχουμε σύλληψη μέρους της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας από την απορροφητική πλάκα. Έτσι η πλάκα αυξάνει την θερμοκρασία της και έχουμε κατόπιν μετάδοση θερμότητας από τον απορροφητή στο ρευστό του απορροφητή. (Ένα είδος εναλλάκτη θερμότητας). Μικρό όμως μέρος μεταδίδεται και προς το περιβάλλον και αυτό αποτελεί απώλεια του συλλέκτη. Η τελευταία απώλεια συντελείται με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία. Με αγωγή μεταδίδεται θερμότητα από τα παράπλευρα μέρη και την πίσω πλευρά του απορροφητή, δια μέσου του θερμομονωτικού του πλαισίου

στήριξης στην εξωτερική του επιφάνεια. Με μεταφορά μεταδίδεται η θερμότητα από την επιφάνεια του απορροφητή στο διαφανές κάλυμμα μέσω του αέρα των ενδιάμεσων χώρων (πλάκας - κάλυμμα). Ο αέρας ερχόμενος σε επαφή με τον απορροφητήρα παραλαμβάνει θερμότητα και την μεταδίδει δια μεταφοράς προς τα καλύμματα. Κατανοούμε ότι όταν πνέει ισχυρός άνεμος έχουμε αύξηση της παραπάνω απώλειας.

Τέλος με ακτινοβολία (μεγάλου μήκους κύματος) μεταδίδεται θερμότητα από τον απορροφητήρα στο διαφανές κάλυμμα το οποίο και θερμαίνεται. Στη συνέχεια μεταδίδεται στο εξωτερικό περιβάλλον κατά ένα μέρος. Γενικά οι απώλειες του συλλέκτη αυξάνονται εκτός των άλλων από τους εξής παράγοντες από την μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ απορροφητή και περιβάλλοντος και από την ταχύτητα του πλεόντος ανέμου στην επιφάνεια του συλλέκτη.

3.3.5. Ωφέλιμη ενέργεια του συλλέκτη - Βαθμός απόδοσης.

Η ωφέλιμη ενέργεια του συλλέκτη (Q) από όσα έχουν εκτεθεί παραπάνω είναι η θερμότητα που παραλαμβάνει τελικά το ενεργό ρευστό του συλλέκτη από την συνολικά απορροφούμενη ενέργεια του απορροφητήρα (Q_T). Ο βαθμός απόδοσης του ηλιακού συλλέκτη είναι ο λόγος της ωφέλιμης ενέργειας προς την προσπίπτουσα ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας στο συλλέκτη.

$n = Q/Q_c$	(Βαθμός απόδοσης συλλέκτη)
$Q_c = A_c \cdot I_T$	(Προσπίπτουσα ακτινοβολία στο συλλέκτη)
$Q_a = F_R \cdot U_L \cdot A_c \cdot (T_i - T_a)$	(Απώλεια ενέργειας στο συλλέκτη)
$Q_r = F_r \cdot A_c \cdot I_T \cdot (\tau_a)$	(Ενέργεια απορροφητήρα)
$Q_r = Q + Q_a$	(Ισοζύγιο ηλιακής ενέργειας)

Υπόμνημα:

(A_c): Επιφάνεια του συλλέκτη σε (m^2)

(I_T): Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, στην επιφάνεια του συλλέκτη (W/m^2)

(F_R): Συντελεστής θερμικής απολαβής του συλλέκτη, εξαρτώμενος τόσο από τα χαρακτηριστικά κατασκευής του απορροφητήρα, όσο και από την παροχή του ρευστού.

(U_L): Ειδικός συντελεστής απωλειών του συλλέκτη, εξαρτώμενος από την δομή των υλικών, από το υλικό μόνωσης, ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασιακή διαφορά συλλέκτη - Περιβάλλοντος σε ($W / C \cdot m^2$)

(T_i): Θερμοκρασία ρευστού στην είσοδο του συλλέκτη ($^{\circ}C$) (για την ακρίβεια μέση θερμοκρασία του ρευστού).

(T_a): Θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}C$).

(τ): Συντελεστής διαφάνειας (διάβασης) καλυμμάτων (καθορίζει την ενέργεια που διέρχεται μέσα από τα καλύμματα)

(α): Συντελεστής απορρόφησης της απορροφητικής πλάκας (εξαρτώμενος από την γωνία πρόσπτωσης, για δεδομένη πλάκα). ($d = 0,8 / 0,90$)

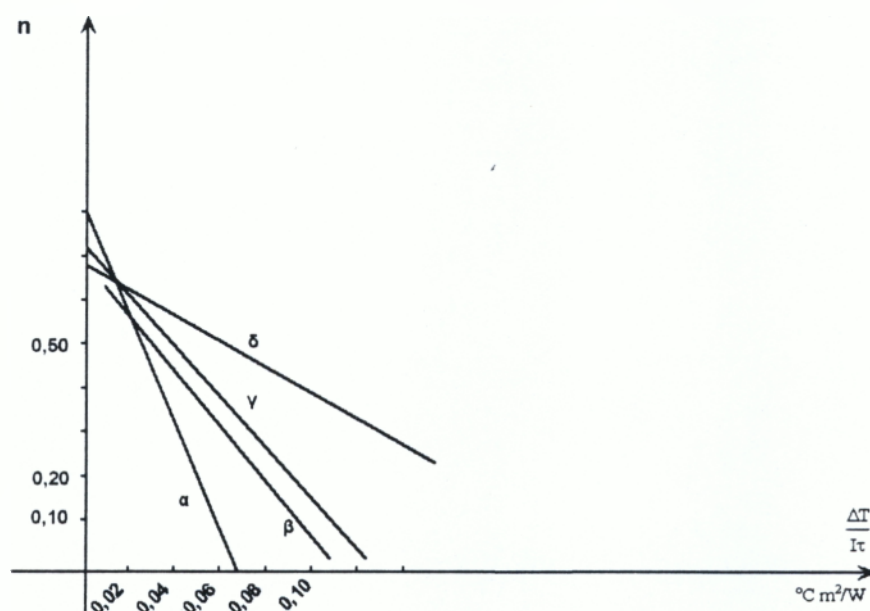
(Q): Ωφέλιμη θερμική Ισχύς στο συλλέκτη (W)

(Q_c): Προσπίπτουσα στον συλλέκτη ηλιακή ισχύς(W)

(Q_a): Συνολική απώλεια θερμικής Ισχύος συλλέκτη (W)

(Q_r): Απορροφούμενη ισχύ από τον απορροφητήρα (W)

Ο Βαθμός απόδοσης επηρεάζεται εκτός των άλλων και από το είδος του ρευστού απολαβής της θερμότητας του συλλέκτη. Αυτός συνήθως για την περίπτωση των υγρών είναι νερό εμπλουτισμένο με αντιδιαβρωτικές και αντιπηκτικές ουσίες.



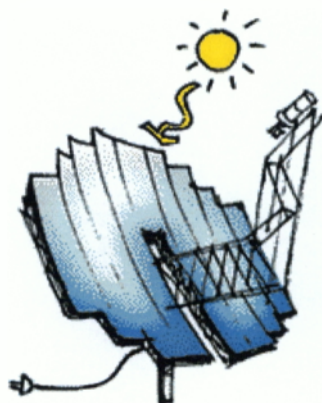
Υπόμνημα

- α → Συλλέκτης απλής επιφάνειας με ένα τζάμι.
- β → Συλλέκτης απλής επιφάνειας με δύο τζάμια.
- γ → Συλλέκτης επιλεκτικής επιφάνειας με ένα τζάμι.
- δ → Συλλέκτης επιλεκτικής επιφάνειας με δύο τζάμια.

Υπεισέρχονται λοιπόν και άλλα Τεχνοοικονομικά στοιχεία μετά τον σχεδιασμό των διαφόρων τύπων ηλιακών συλλεκτών. Ο βαθμός απόδοσης επηρεάζεται από τον αριθμό και είδος των καλυμμάτων, από το είδος της απορροφητικής πλάκας από την υπερθερμοκρασίας ($T_i - T_a$) ή καλύτερα από τον λόγο της υπερθερμοκρασίας, ως προς προσπίπτουσα, ένταση (I_T) της

ηλιακής ακτινοβολίας, που εκφράζει κατά κάποιο τρόπο την θερμική αντίσταση του συλλέκτη.

3.4. Συγκεντρωτικοί Ηλιακοί Συλλέκτες.



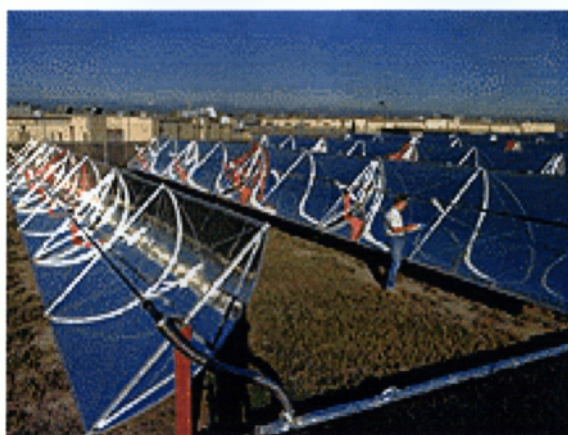
Με τους συλλέκτες αυτούς καλύπτονται οι ανάγκες θέρμανσης σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, πράγμα που επιτυγχάνεται από την μείωση των απωλειών. Στους συλλέκτες αυτούς η ηλιακή ακτινοβολία συλλέγεται από μεγάλη επιφάνεια και συγκεντρώνεται, με οπτικά συστήματα, σε πολύ μικρότερη επιφάνεια όπου και απορροφάται. Η διαδικασία αυτή χαρακτηρίζεται από τη σχέση :

$$C = A_a / A_r$$

Η σχέση αυτή εκφράζει τον λόγο συγκέντρωσης του συλλέκτη, δηλαδή την επιφάνεια συλλογής (A_a) της απορροφημένης ακτινοβολίας, προς την επιφάνεια απορρόφησης (A_r).

3.4.1. Βασικοί τύποι Συγκεντρωτικών Συλλεκτών.

α) Επίπεδα κάτοπτρα	$C \approx 2$	$\theta \approx 100^\circ\text{C}$
β) Παραβολικά κάτοπτρα	$C \approx 200$	$\theta \approx 400^\circ\text{C}$
γ) Παραβολοειδή κάτοπτρα	$C \approx 10.000$	$\theta \approx 3000^\circ\text{C}$
δ) Φακοί Fresnel		



Σχήμα 3.4.1.α. Συγκεντρωτικά παραβολικά κάτοπτρα

3.5. Σύγκριση Επίπεδων και Συγκεντρωτικών Συλλεκτών.

Συνοπτικά οι κυριότερες διαφορές μεταξύ των επίπεδων και των συγκεντρωτικών συλλεκτών είναι:

- α. Οι επίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιούν τόσο άμεση όσο και την διάχυτη ακτινοβολία, ενώ οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες μόνο την άμεση ακτινοβολία, εκτός αυτού οι τελευταίοι έχουν ανάγκη συστήματος προσανατολισμού.
- β. Με τους συγκεντρωτικούς συλλέκτες μπορούμε να φθάνουμε υψηλές θερμοκρασίες ανάλογα με τον συντελεστή συγκέντρωσης.
- γ. Το κόστος του επίπεδου συλλεκτών είναι αισθητά μικρότερο, συγκριτικά με το κόστος των συγκεντρωτικών .

3.6. Προσανατολισμός του Συλλέκτη.

Η θέση του συλλέκτη και συγκεκριμένα ο προσανατολισμός και η κλίση της απορροφητικής πλάκας επηρεάζει ουσιαστικά την απόδοση του συλλέκτη, αφού από αυτά εξαρτάται η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας, που προσπίπτει στην επιφάνεια του, καθώς και οι τιμές των συντελεστών διαφάνειας (τ) των καλυμμάτων και απορρόφησης (α) της απορροφητικής πλάκας. Για τον καθορισμό της θέσης αυτής, σημαντικό ρόλο παίζουν τα μετεωρολογικά στοιχεία, που υπάρχουν για την συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Ειδικότερα τέτοια στοιχεία είναι:

- α) Η ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, εκφραζόμενη σε MJ/m^2 , Μήνα.
- β) Η μέση θερμοκρασία του αέρα στο 24ωρο, σε $^{\circ}\text{C}$.
- γ) Η μέση θερμοκρασία του αέρα ($^{\circ}\text{C}$) κατά την ημέρα.
- δ) Οι απαιτήσεις θέρμανσης σε βαθμοήμερες θέρμανσης.

Ως βαθμοήμερες Θέρμανσης (Β.Η.Θ.) καλούμε το γινόμενο των ημερών θέρμανσης της περιόδου θέρμανσης (Χειμερινή περίοδος) επί την υπερθερμοκρασία άνετης θέρμανσης ως προς τη μέση θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Εάν συμβολίσουμε με (H_0) την μέση μηνιαία ακτινοβολία σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή σε οριζόντιο επίπεδο και (H_β) την αντίστοιχη ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο κατά γωνία (β) τότε ισχύει η σχέση:

$$H_\beta = R \cdot H_0 \quad (8)$$

Οπου:

(**R**): Είναι μια παράμετρος που εξαρτάται τόσο από την άμεση και διάχυτη ακτινοβολία, αλλά και από την ανακλώμενη από το έδαφος ακτινοβολία. Καλούμε (H_d), την μέση μηνιαία διάχυτη (έμμεση) ακτινοβολία.

(**R_b**): Τον λόγο της μέσης μηνιαίας άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο, προς εκείνη στο οριζόντιο επίπεδο, (εκφραζόμενο και ως λόγος του αντίστοιχου συνημίτονου των γωνιών προσπτώσεως της κεκλιμένης επιφάνειας και της οριζόντιας, προκειμένου για νότιο προσανατολισμό της επιφάνειας.

(**β**): Την κλίση της επιφάνειας συλλογής ως προς το Οριζόντιο έδαφος.

(**r**): Τον συντελεστή ανακλάσεως του εδάφους (0,20 - 0,70) Έχουμε τη σχέση

$$R = \left[1 - \frac{H_j}{H_0} \cdot R_b \right] + \frac{H_d}{H_0} \frac{1 + \sin\beta}{2} + r \frac{1 - \sin\beta}{2}$$

Άμεση ακτινοβολία
Έμμεση ακτινοβολία
Ανακλώμενη από το
φως ακτινοβολία

Ο λόγος H_d/H_0 κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8 εξαρτώμενος από το βαθμό καθαριότητας του συλλέκτη και του (F_c). Ο λόγος (R_b) διαμορφώνεται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (κοντά ή μακριά του Ισημερινού) από την κλίση (β) του συλλέκτη, την γωνία δύσης (ω) του ήλιου και την Ζενίθια γωνιακή απόκλιση (θ_z) του ήλιου, ανάλογα με την ημέρα του έτους. Οι τιμές του R_b είναι μεταξύ (0 – 3).

Συνήθως ο προσδιορισμός της τιμής της παραμέτρου (R) γίνεται με την βοήθεια πινάκων, που ισχύουν γιατί κάθε συγκεκριμένη περιοχή με παράμετρο την κλίση (l) της κύριας επιφάνειας του συλλέκτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία προσδιορισμού του προσανατολισμού και της κλίσης του συλλέκτη είναι εξαιρετικά δύσκολη, αφού τα διάφορα μετεωρολογικά στοιχεία που προαναφέρθηκαν δεν είναι σταθερά στην διάρκεια του Χρόνου. Από μακροχρόνιες μετρήσεις για την χώρα μας ο καλύτερος προσανατολισμός είναι προς Νότο με κλίση (10 - 15°) μεγαλύτερη από το Γεωγραφικό πλάτος δηλαδή με κλίση (45 - 55°), εάν πρόκειται για θέρμανση χώρων και 40° αν πρόκειται για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης όλο το χρόνο.

Το ποσοστό της έμμεσης ή διάχυτης ακτινοβολίας H_d ως προς την οριζόντια ακτινοβολία H_0 προσεγγιστικά μπορεί να την πάρουμε από τον ακόλουθο Πίνακα:

Βαθμός καθαρότητας του συλλέκτη και της ατμόσφαιρας						
K_T	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
H_d/H_0	1	0,80	0,50	0,30	0,10	0

Ο πίνακας αναφέρεται σε επιφάνεια συλλέκτη με νότιο προσανατολισμό ($\gamma=0$).

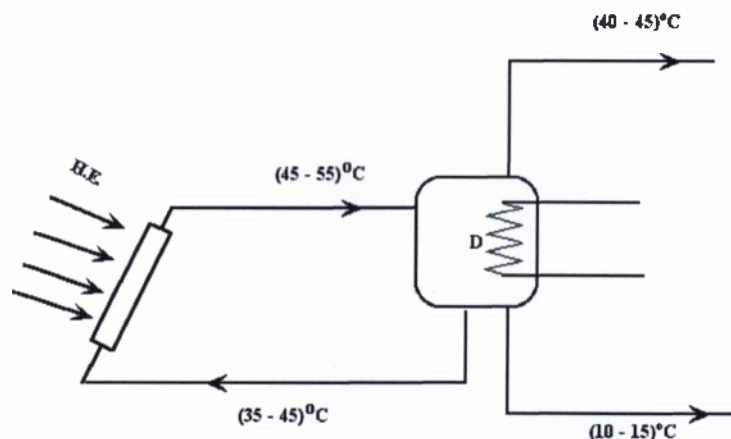
3.7. Διατάξεις Θέρμανσης Νερού από την Ηλιακή Ενέργεια.



Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν μια εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού είναι ο συλλέκτης (συνήθως επίπεδος συλλέκτης ύδατος) και η δεξαμενή αποθήκευσης. Αυτά συνδυάζονται αλλά τις περισσότερες φορές χρειάζεται και μια συμπληρωματική συμβατική πηγή ενέργειας, που εξυπηρετεί, τις ώρες μη ηλιοφάνειας και κατά τη νύκτα. Για την κυκλοφορία του νερού απαιτείται ένα δίκτυο σωληνώσεων με τα βοηθητικά του εξαρτήματα. Ένα σύστημα αυτοματισμού ελέγχει την λειτουργία του συστήματος.

3.7.1. Ηλιακός Θερμοσίφωνας σε διάταξη φυσικής κυκλοφορίας.

Η δεξαμενή τοποθετείται υψηλότερα του συλλέκτη και το νερό κυκλοφορεί με φυσική ροή, οφειλόμενη στην διαφορά πυκνότητας του θερμαινόμενου νερού ως προς το κρύο (Σχήμα 3.7.1.α.). Η βοηθητική πηγή προσθέτει ενέργεια όταν χρειάζεται στην κορυφή της δεξαμενής με τρόπο τέτοιο ώστε να έχουμε ένα κατώτερο επίπεδο αναγκαίο για την τροφοδοσία του φορτίου.

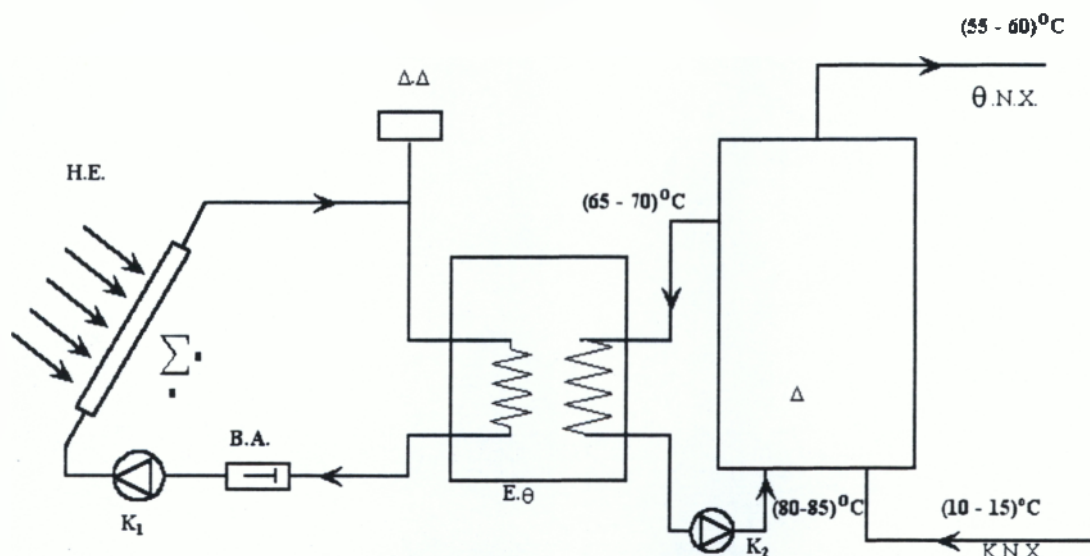


Σχήμα 3.7.1.α. Ηλιακός θερμοσίφωνας σε διάταξη φυσικής κυκλοφορίας.

Για να δημιουργηθεί θερμοσιφωνική Ροή (φυσική Ροή) του ύδατος απαιτείται μια θερμοκρασιακή διαφορά του μέσου Θέρμανσης των 100°C . Για να μην έχουμε καθυστέρηση στην παραγωγή θερμού νερού χρήσεως λόγω των πολλών επανακυκλοφορήσεων του θερμαντικού μέσου, προκαλούμε μια στένωση στη σωλήνωση προσαγωγής στην Δεξαμενή με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλείται μικρή ροή και για μικρότερες θερμοκρασιακές διαφορές των 100°C .

3.7.2. Ηλιακοί Θερμοσίφωνες σε διάταξη Βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Στην περίπτωση αυτή (Σχήμα 3.7.2.α.) χρειάζεται πρόσθετα ένας κυκλοφορητής για την κυκλοφορία του θερμού νερού του Ηλιακού Θερμοσίφωνα. Αυτός ελέγχεται από ένα διαφορικό διακόπτη, που τον θέτει σε λειτουργία όταν η θερμοκρασιακή διαφορά του ύδατος στην έξοδο του συλλέκτη και στο κατώτερο μέρος της δεξαμενής κατέλθει σ' ένα κατώτερο όριο. Χρειάζεται ακόμη μια βαλβίδα αντεπιστροφής. Αυτή εμποδίζει την αντίθετη κυκλοφορία του ύδατος κατά την νύκτα. Χρειάζεται ακόμη το νερό θέρμανσης του συλλέκτη να εμπλουτισθεί με κατάλληλα διαλύματα αντιπηκτικά και αντιδιαβρωτικά. Έτσι καθίσταται πλέον επιτακτική η ύπαρξη εναλλακτικής θερμότητας. Ακόμη χρειάζεται ένα δοχείο διαστολής, για αποφυγή υπερθερμάνσεως του υγρού θέρμανσης.



Σχήμα 3.7.2.α. Ηλιακός θερμοσίφωνας σε διάταξη βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Υπόμνημα:

(Σ) = Συλλέκτης

($\Delta.\Delta.$) = Δοχείο Διαστολής .

($B.A.$) = Βαλβίδα Αντεπιστροφής

($E.\Theta$) = Εναλλάκτης Θερμότητας

(Δ) = Δεξαμενή αποθήκευσης

(Σ) = Κυκλοφορητής ρευστού Θέρμανσης

(Κ2) = Κυκλοφορητής νερού χρήσης

(Η.Ε) = Ηλιακή Ενέργεια

(Κ.Ν.Χ) = Κρύο νερό χρήσης

(Θ.Ν.Χ) = Θερμό νερό χρήσης

3.8. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.

Από παλιά ήταν γνωστό ότι οι κατοικίες μπορούσαν να επωφεληθούν από τον Ήλιο, απορροφώντας θερμότητα, προσέχοντας τον προσανατολισμό τους και τα υλικά κατασκευής τους. Η εξέλιξη προς την κατεύθυνση αυτή, οδήγησε στα ονομαζόμενα «Ηλιακά κτίρια» που πρωτεμφανίστηκαν το 1930.

Εκτός από την ενεργητική συλλογή Ηλιακής Ενέργειας, που εξετάστηκε στα προηγούμενα, υπάρχει και η Παθητική διαδικασία, όπου η Ροή της Θερμότητας γίνεται με φυσικούς Τρόπους. Έτσι δεν απαιτούνται μηχανικά μέσα, όπως συλλέκτες, κυκλοφορητές, ανεμιστήρες κ.λ.π., γεγονός που μειώνει το Οικονομικό, αλλά και ενεργειακό κόστος εκμετάλλευσης.

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα βασικό πρόβλημα είναι η συλλογή και διατήρηση Θερμότητας, η χρησιμοποίησή της όταν χρειάζεται, η αποφυγή απωλειών και η ρύθμιση της ροής θερμότητας στους θερμαινόμενους χώρους. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι παθητικής συλλογής Ηλιακής ενέργειας, που περιγράφονται στα επόμενα.

3.8.1. Άμεσο Ηλιακό Κέρδος.

Προϋποθέτει μεγάλες υαλόφρακτες επιφάνειες (με διπλά τζάμια), προσανατολισμένες προς την μεσημβρία. Ακόμη απαιτείται εξωτερική μόνωση και σημαντική «Θερμική μάζα».

Ως θερμική μάζα, νοείται το δομικό σύνολο των δαπέδων και τοίχων, που ενεργούν ως αποταμιευτές θερμότητας, για την βαθμιαία απόδοσή της στο περιβάλλον (εσωτερικοί χώροι). Παραλλαγή του απλού αυτού συστήματος, αποτελεί η τοποθέτηση κινητού μονωτικού πετάσματος, μέσα από τις υάλινες επιφάνειες, για την παρεμπόδιση απωλειών την νύκτα.

3.8.2. Τοίχος Θερμικής αποταμίευσης.

Εξέλιξη της προηγούμενης τεχνικής αποτελεί η τοποθέτηση τοίχου, που δεσμεύει και αποταμιεύει την Ηλιακή Ενέργεια, που διέρχεται από τα υαλοστάσια.

Κατασκευάζεται από σκυρόδεμα, τούβλα ή από δοχεία νερού, και μεταβιβάζει αργά την θερμότητα προς το εσωτερικό του κτιρίου (για 40 cm παχύς με χρόνο μεταβίβασης μέσω τοίχων 10 ώρες).

Με την χρησιμοποίηση αποφρακτών στα ανοίγματα του τοίχου, βελτιώνεται η απόδοση του συστήματος, αφού αποκλείεται η κυκλοφορία θερμότητας. Δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Παράλληλα, υπάρχει

πάντοτε η δυνατότητα παρεμβολής μονωτικού πετάσματος, για τα ίδια αυτά χρονικά διαστήματα.

3.8.3. Ηλιακή λίμνη.

Κατασκευάζεται στο δώμα των κτιρίων και αποτελεί την διάταξη αποταμίευσης της θερμότητας, με βάθος νερού της τάξεως των 5 εκ. Το νερό βρίσκεται σε πλαστικούς σάκκους και η κατασκευή του δώματος πρέπει να παρουσιάζει μεγάλη αγωγιμότητα. Απαραίτητο στοιχείο είναι το κινητό μονωτικό κάλυμμα προς αποφυγή διαρροών.

3.8.4. Χρήση Θερμοκηπίου.

Η κατασκευή θερμοκηπίου μπροστά από ένα τοίχο, καταλλήλου προσανατολισμού αποτελεί μια ακόμη παραλλαγή Παθητικής συλλογής ηλιακής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, η θερμότητα, αφού ικανοποιήσει τις ανάγκες του Θερμοκηπίου αποταμιεύεται στον τοίχο, που μεσολαβεί και θερμαίνει τους εσωτερικούς χώρους κατοικίας.

Από τις περιγραφές, που προηγήθηκαν, προκύπτει ότι βασικά μειονεκτήματα των παθητικών συστημάτων είναι:

- α) Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.
- β) Η καταλληλότητα τους μόνο για ορισμένες κλιματολογικές συνθήκες.
- γ) Η δυνατότητα Εφαρμογής τους μόνο σε νέα κτίρια, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων.

Ως βασική αρχή για την μελέτη και κατασκευή των Παθητικών συστημάτων, πρέπει να θεωρηθεί ότι το κτίριο στο σύνολό του πρέπει να ενεργεί ως ένας ενιαίος Ηλιακός Συλλέκτης, με δυνατότητα αποταμίευσης της Θερμότητας, που παράγεται από την Ηλιακή Ενέργεια. Ειδικότερα πρέπει:

- α) Να επιτρέπεται η είσοδος της Ηλιακής Ενέργειας όταν χρειάζεται και να εμποδίζεται, όταν αυτό είναι βλαπτικό. Αυτό επιτυγχάνεται, με τον κατάλληλο σχεδιασμό, προσανατολισμό και την χρήση καταλλήλων υλικών.
- β) Να αποταμιεύεται η θερμότητα, για να χρησιμοποιηθεί τις νύκτες κλπ, πράγμα που επιτυγχάνεται με την βοήθεια της θερμικής μάζας τού κτιρίου.
- γ) Να εμποδίζεται η διαρροή θερμότητας προς το Περιβάλλον, δηλαδή να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μονωτικά υλικά.

Βασικοί Παράγοντες, για την επίτευξη των προϋποθέσεων που προαναφέρθηκαν, είναι:

α) Ο Προσανατολισμός του κτιρίου

Από έρευνες, που προέκυψαν για να εντοπισθεί η καλύτερη τοποθέτηση όσον αφορά την δέσμευση της Ηλιακής Ενέργειας του χειμώνα, διαπιστώθηκε ότι αυτή αντιστοιχεί στο τόξο $\pm 30^\circ$ από την μεσημβρία, με προτίμηση την ανατολικότερη κατεύθυνση.

β) Το σχήμα του κτιρίου

Για να έχουμε την μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής Ενέργειας τον χειμώνα και μικρότερη το καλοκαίρι, καλύτερο σχήμα αποδείχθηκε το μακρόστενο σχήμα, με κατεύθυνση του μεγάλου άξονα από Ανατολές προς Δυσμάς.

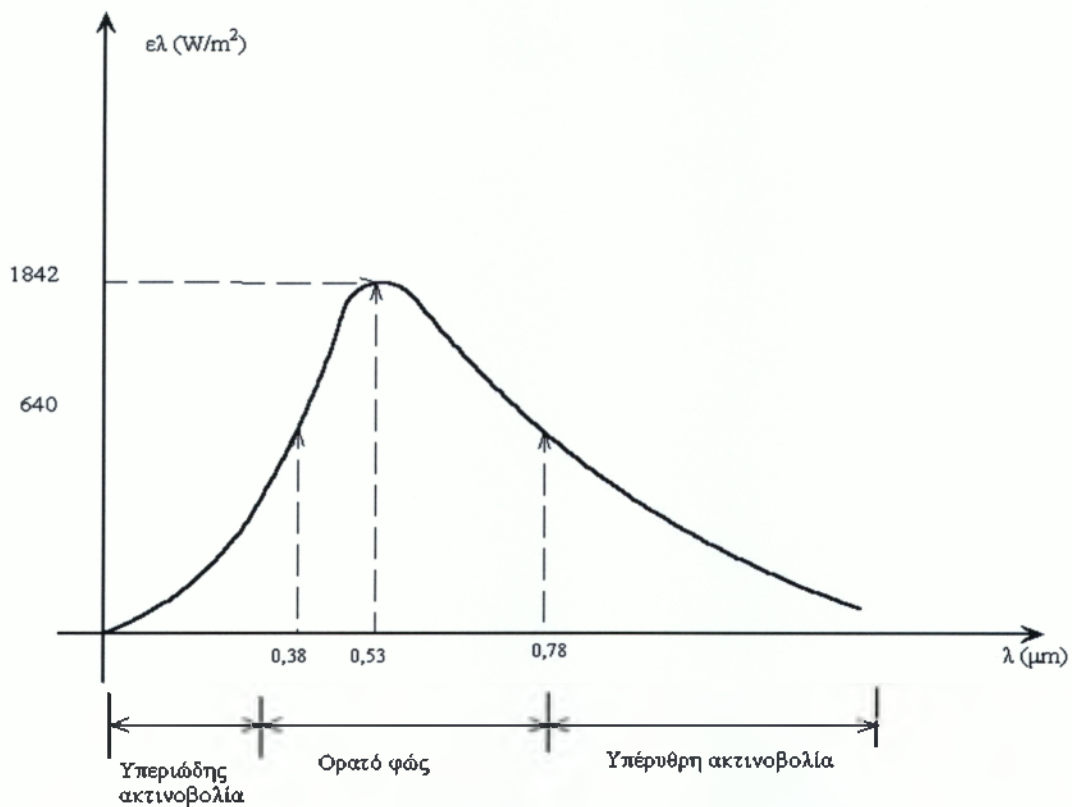
γ) Τα Παράθυρα

Πρέπει να χρησιμοποιούνται διπλά τζάμια, από λευκό κρύσταλλο, με ειδικές διατάξεις σκίασης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η ποσότητα της Ηλιακής Ενέργειας, που περνά από τα παράθυρα, κατά το Καλοκαίρι. Η θέση των διατάξεων σκίασης πρέπει να καθορίζεται από το ύψος της τροχιάς του ήλιου, στην συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

Τέλος, όσον αφορά την αποτελεσματική αποταμίευση θερμότητας στην θερμική μάζα των κτιρίων, αυτή εξαρτάται από την Θερμοχωρητικότητα των υλικών της.

3.8.5. Φασματική κατανομή της Ηλιακής Ακτινοβολίας.

Ως γνωστόν η ηλιακή ακτινοβολία είναι Πολυχρωματική και η ισχύς αυτής εξαρτάται επομένως από το μήκος κύματος αυτής. Παρέχουμε την σχετική κατανομή αυτής στο σχήμα που ακολουθεί:

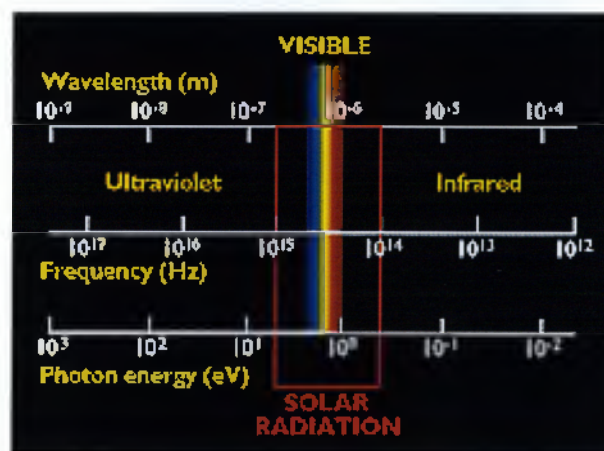


Σχήμα 3.8.5.α. Φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας.

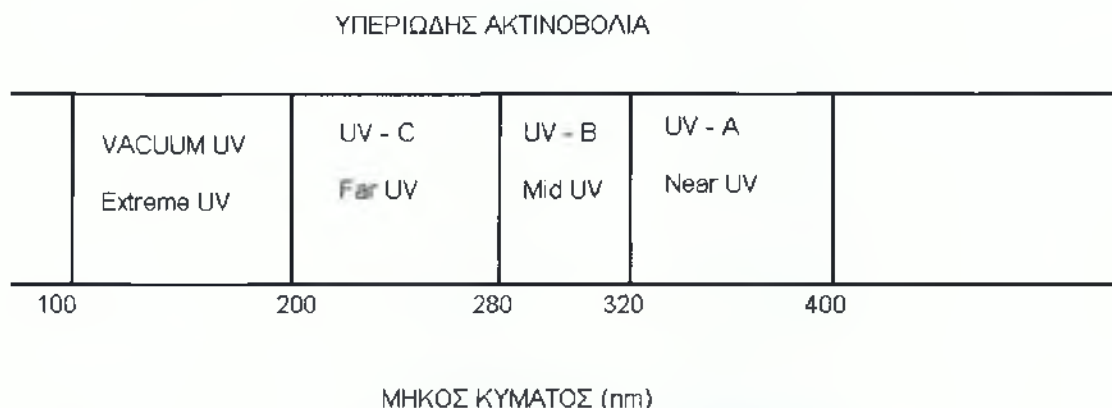
Η υπέρυθη ακτινοβολία εκτείνεται από $\lambda \geq 0,78 \mu\text{m}$.

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι για $\lambda \leq 0,38 \mu\text{m}$.

Η ορατή ακτινοβολία εκτείνεται στη περιοχή $0,38 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,78 \mu\text{m}$.

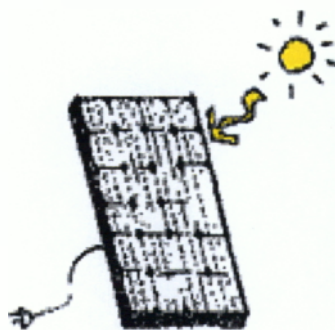


Σχήμα 3.8.5.β. Φασματογραφική κατανομή ηλιακής ενέργειας.



Σχήμα 3.8.5.γ. Ανάλυση πολυχρωματικής ηλιακής ακτινοβολίας.

3.9. Φωτοβολταϊκά συστήματα



Έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένες διατάξεις ημιαγωγικών υλικών μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Τέτοιες διατάξεις ονομάζονται φωτοβολταϊκά στοιχεία. Η πιο συνηθισμένη ημιαγωγική διάταξη είναι μια επαφή n/p σε πυρίτιο (Si). Χρησιμοποιώντας λεπτές πλάκες πυριτίου, κατασκευάζονται τέτοια στοιχεία.

Κάθε τέτοιο στοιχείο παρουσιάζει χαρακτηριστική καμπύλη μεταβολής έντασης / τάσης, ανάλογα με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (I_T).

Διακρίνονται οι τιμές I_k (ρεύματος βραχυκυκλώσεως) και V_o (λειτουργίας ανοικτού κυκλώματος ή εν κενώ). Διακρίνεται ακόμη η θέση μέγιστης απόδοσης, όπου έχουμε $I \cdot U = P_{max}$ για την συγκεκριμένη σταθερή θερμοκρασία.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας έχουμε αύξηση του Ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_k) και ελάττωση της τάσης εν κενώ (V_o). Η τάση που παράγεται σε κάθε στοιχείο πυριτίου (Si) είναι περίπου 0,5 Volt, η δε ένταση εξαρτάται από την τιμή της ηλιακής έντασης (I_T) και προφανώς και τα χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού στοιχείου, που αποτυπώνονται στο εμβαδόν της γραφικής ($I - U$). Δια να δημιουργηθούν σημαντικές τιμές τάσεων π.χ. 24 Volt ή 48 Volt καθώς και αξιολογεί, εντάσεις, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ϕ/β) στοιχεία συνδέονται στη σειρά και οι σειρές που προκύπτουν συνδέονται παράλληλα. Οι ομάδες που προκύπτουν περικλείονται από γυάλινες επιφάνειες και ειδικό πλαστικό κάλυμμα και τα σύνολα αυτά προστατεύονται σε μεταλλικά πλαίσια, κυρίως από αλουμίνιο, Το συγκρότημα αυτό ονομάζεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο.

Η Ισχύς που παράγεται από τέτοιες κατασκευές συνήθως εκφράζεται ως πολλαπλάσιο της μονάδας Wp (Watt - pent) ήτοι παραγωγή ισχύος 1 Watt όταν έχουμε $I_T = 1000 \text{ Watt/m}^2$ Ηλιακή ακτινοβολία και θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C . Πολλαπλάσιο του Wp είναι το KWp (kilowatt - pent).

Βασικό πρόβλημα λειτουργίας ενός ϕ/β στοιχείου είναι η μεταβολή της ισχύος, που παράγεται, ανάλογα με την ένταση της Ηλιακής ακτινοβολίας (I_T) στην διάρκεια του 24ώρου. Για την αντιμετώπιση του, μοναδική πρακτική λύση είναι η χρησιμοποίησή συσσωρευτών. Ακόμα, αφού η τάση που προκύπτει είναι συνεχής, χρησιμοποιούνται κατάλληλοι μετατροπείς ηλεκτρικής DC / AC.

Για την λειτουργία ενός ϕ/β συστήματος, παρατηρούνται τα εξής:

Ο ρυθμιστής αποσυνδέει τους συσσωρευτές από το φορτίο, όταν η τάση τους πέσει κάτω από ένα κατώτερο επιτρεπόμενο όριο, και αντίστοιχα τους αποσυνδέει από την ϕ/β συστοιχία, για τιμές τάσης τους μεγαλύτερες μιας ανωτέρας τιμής. Οι συσσωρευτές είναι συνήθως μολύβδου, ενώ για μεγαλύτερη αντοχή, ειδικά σε αυξομειώσεις της θερμοκρασίας, χρησιμοποιούνται αλκαλικοί συσσωρευτές Καδμίου – Νικελίου (Cd – Ni).

Οι μετατροπείς που πρέπει ακόμα να ενσωματωθούν σε ένα τέτοιο σύστημα, είναι συνήθως στρεφομένου τύπου και πρέπει να έχουν δυνατότητα εξομάλυνσης των διακυμάνσεων της τάσεως εισόδου, όταν αυτή προέρχεται από τους συσσωρευτές ενός απομονωμένου συστήματος.

Όταν αντίθετα το σύστημα είναι διασυνδεδεμένο προς το δίκτυο της ΔΕΗ, ο μετατροπέας είναι μόνιμα συνδεδεμένος στη σταθερή τάση του δικτύου, με αποτέλεσμα η απόδοσή του να είναι καλύτερη. Γενική απαίτηση από τους μετατροπείς αυτούς είναι η παραγωγή ημιτονοειδούς τάσης (χωρίς αρμονικές).

Προκειμένου να μελετηθεί και σχεδιασθεί ένα αποτελεσματικό απομονωμένο φ/β σύστημα, πρέπει να προηγηθούν ορισμένες στοιχειώδεις υπολογισμοί:

Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- α) Λεπτομερειακός υπολογισμός των αναγκών του φορτίου σε ισχύ και ενέργεια.
- β) Καθορισμός του απαιτούμενου μεγέθους της συστοιχίας, ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής.
- γ) Υπολογισμός χωρητικότητας συσσωρευτών, ανάλογα με τις αναμενόμενες διαδοχικές ημέρες ηλιοφάνειας στην περιοχή.

Για ένα διασυνδεδεμένο φ/β σύστημα με το δίκτυο της ΔΕΗ δεν απαιτείται προφανώς η εγκατάσταση των συσσωρευτών, αφού το σύστημα συμπληρώνεται απ' ευθείας από το δίκτυο.

Το σημερινό κόστος ενός αυτόνομου οικιακού φ/β συστήματος είναι περίπου 2,5 εκατομμύρια δραχ/ΚWp με κόστος ενέργειας 220 δραχ/Κwh (Η Κwh της ΔΕΗ κοστίζει 15 – 20 δραχμές, για σύγκριση).

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι λεπτοί, επίπεδοι ημιαγωγοί, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν απευθείας, την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω τους, σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα απλό φωτοβολταϊκό κύτταρο, ανεξάρτητα από το μέγεθός του, αποδίδει κατά κανόνα ηλεκτρική ενέργεια σταθερής τάσης, συνήθως μικρότερη του 1 Volt. Πολλά φωτοβολταϊκά κύτταρα συνδέονται σε σειρά, έτσι ώστε το σύστημα που προκύπτει (φωτοβολταϊκή κυψέλη) να μπορεί να αποδώσει ηλεκτρική ενέργεια, σε τάση κατάλληλη για πρακτικές εφαρμογές.

Αρκετές φωτοβολταϊκές κυψέλες εξοπλισμένες με την αναγκαία υποδομή, τους απαραίτητους ηλεκτρονικούς μηχανισμούς ελέγχου, και στις περισσότερες περιπτώσεις με μπαταρίες αποθήκευσης του ηλεκτρικού ρεύματος, αποτελούν έναν φωτοβολταϊκό σταθμό. Οι μικρότεροι φωτοβολταϊκοί σταθμοί μπορούν να τροφοδοτούν μικρούς υπολογιστές τσέπης, ενώ οι μεγαλύτεροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτροδότηση οικισμών ή μικρών πόλεων, εκατοντάδων κατοίκων.

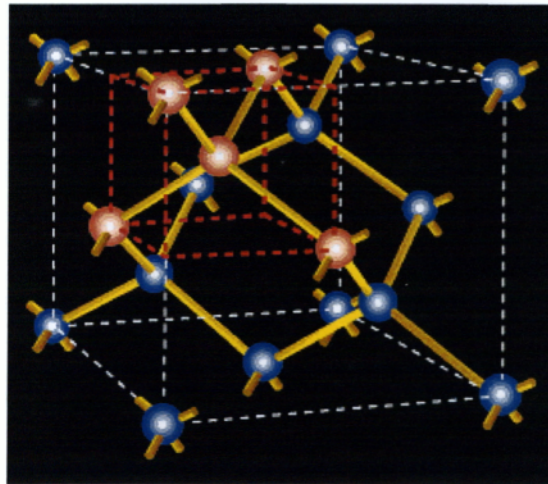
Θεωρητικά τα φωτοβολταϊκά κύτταρα θα εξακολουθούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όση και η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω τους. Στην πράξη, όπως και οι περισσότερες άλλες ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές, τα φωτοβολταϊκά κύτταρα υπόκεινται σε φυσικές και χημικές φθορές, και για το λόγο αυτό, περικλείονται σε κατάλληλα προστατευτικά περικαλύμματα.

3.9.1 Τεχνική περιγραφή

Αρχικά θα αναφερθεί τις απαιτήσεις που έχουμε από ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο. Ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο, πρέπει:

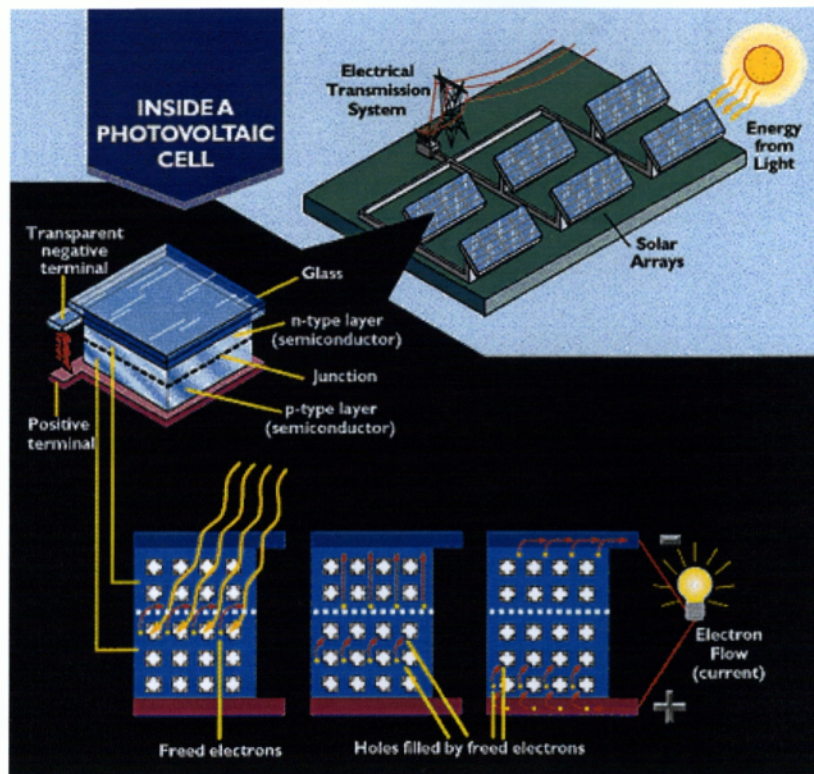
- Να απορροφάει ηλιακή ενέργεια και να την μετατρέπει σε ηλεκτρικά φορτία.
- Να ξεχωρίζει τα θετικά από τα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία, μέσω ενός ημιαγωγού.
- Να συγκεντρώνει (συσσωρεύει) τα ηλεκτρικά φορτία, έτσι ώστε να είναι σε θέση να δημιουργήσει ροή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Να παρουσιάζει μηχανική και ηλεκτρική αντοχή σε συνθήκες πραγματικού περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια θα περιγραφεί ένα τυπικό φωτοβολταϊκό κύτταρο, το οποίο αποτελείται από μια πολύ λεπτή φέτα (wafer) απλού ή πολυκρυσταλλικού μορφοποιημένου πυριτίου, όμοιο με εκείνο που χρησιμοποιείται στους ημιαγωγούς. Το κάτω μέρος του στοιχείου περιέχει βόριο, έχει πάχος 0,25-0,4 mm, και ονομάζεται τύπος P-πυριτίου, γιατί έχει θετικό φορτίο. Σε αντίθεση, το πάνω μέρος περιέχει φώσφορο και χαρακτηρίζεται ως N-πυριτίου, γιατί σ' αυτό υπάρχει περίσσειμα ηλεκτρονίων και κατά συνέπεια έχει αρνητικό φορτίο.



Σχήμα 3.3.1.α Σχηματική παράσταση θέσης ηλεκτρονίων σε ένα τυπικό φωτοβολταϊκό κύτταρο.

Η λεπτή αυτή φέτα πυριτίου υπόκειται σε θερμική και χημική κατεργασία, έτσι ώστε να μπορεί να ξεχωρίζει τα θετικά από τα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία, και στη συνέχεια, τοποθετούνται πάνω της (και στις δύο πλευρές της), λεπτά μεταλλικά δικτυώματα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ηλεκτρικό κύκλωμα.



Σχήμα 3.3.1.β. Σχηματική παράσταση λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Όταν το φωτοβολταϊκό στοιχείο δέχεται πάνω του ηλιακή ακτινοβολία, απορροφώνται φωτόνια και ελευθερώνονται ηλεκτρόνια. Αν υπάρχει ένας εξωτερικός ηλεκτρικός αγωγός, τότε δημιουργείται συνεχής κίνηση ηλεκτρονίων, σαν αποτέλεσμα της απορρόφησης φωτονίων, δηλαδή παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχές, και μέσω ενός εναλλάκτη μπορεί να μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές.

Για την καλύτερη προστασία τους από τις επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος, τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται μέσα σε περικάλυμμα από γυαλί. Το γυαλί παρουσιάζει υψηλή μηχανική αντοχή, καθώς επίσης στις καιρικές συνθήκες και στην υπεριώδη ακτινοβολία. Παρουσιάζει, όμως, το μειονέκτημα της περιορισμένης αντοχής στη κρούση. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια, για προστασία, των φωτοβολταϊκών άρχισε να χρησιμοποιείται πολυβινυλοφθορίδιο, μια και το υλικό αυτό παρουσιάζει καλή αντοχή στην διάβρωση και στις καιρικές συνθήκες, και έχει ανάλογη με το γυαλί διαφάνεια.

3.9.2. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα

Η χώρα μας έχει τις καλύτερες προϋποθέσεις εκμετάλλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας απ' όλες τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Οι πρώτες πειραματικές εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν από την Δ.Ε.Η. με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού Κύθνου (1982) ισχύος 100 KW, ο

οποίος λειτουργεί παράλληλα με τον τοπικό θερμικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγχρόνως με το σταθμό αυτό εγκαταστάθηκε και ο αυτόματος σταθμός Αγ. Ρούμελης στα Σφακιά Κρήτης ισχύος 50 KW , που λειτουργεί ως αυτόνομο σύστημα. Μικρότερα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν εγκατασταθεί και σε άλλα νησιά (Γαύδο, Αντικύθηρα, Αρκοί, κ.λπ.) και το πρόγραμμα συνεχίζεται.

Υπάρχει ακόμη σε εξέλιξη και το πρόγραμμα τοποθέτησης φωτοβολταϊκού πλαισίου στους φάρους (ήδη έχουν τροφοδοτηθεί από φωτοβολταϊκά 200 περίπου φάροι σ' όλη την Ελλάδα).

Στα πλαίσια άλλων πειραματικών προγραμμάτων έχουν εγκατασταθεί από την ΕΤΒΑ, Φ/Β συστήματα στην Κάρπαθο για την άντληση νερού και από τον ΟΤΕ για την ηλεκτροδότηση τηλεπικοινωνιακών σταθμών.

Εκτός από τους κρατικούς φορείς, ένας σημαντικός αριθμός φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει εγκατασταθεί από ιδιώτες κατά προτίμηση σε σκάφη αναψυχής (ιστιοφόρα) και σε εφαρμογές φωτισμού και ψύξης.

3.9.3. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των φωτοβολταϊκών συστημάτων ενέργειας.

Επαναλαμβάνουμε, ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού από τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν ρυπαίνει τον αέρα, ενώ η κατασκευή ηλιακών στοιχείων πυριτίου αποδίδει πολύ λίγα απόβλητα. Ωστόσο, υπολογίζεται ότι το 97% του περιβαλλοντικού κινδύνου που προέρχεται από τα συστήματα αυτά, οφείλεται στην κατασκευή τους. Στην κατασκευαστική διαδικασία τέτοιων στοιχείων, ιδιαίτερα των νεότερης τεχνολογίας, τα χρησιμοποιούμενα υλικά μπορεί να είναι τοξικά.

Το πρόβλημα βρίσκεται στην ανάπτυξη υλικών όπως το αρσενιούχο γάλλιο και το θειούχο κάδμιο. Η κατασκευή τέτοιων στοιχείων, παράγει ορισμένα τοξικά απόβλητα, τα οποία θα πρέπει να χειρίζονται προσεκτικά και να απορρίπτονται με ασφαλή τρόπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

4.1 Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του θερμοκηπίου

Το θερμοκήπιο από την ίδια του την κατασκευή αποτελεί ένα παθητικό σύστημα συλλογής ηλιακής ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η ηλιακή ενέργεια που δέχεται στο εσωτερικό του το θερμοκήπιο κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους είναι μεγαλύτερη από αυτήν που απαιτείται για να αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο του. Μερικές όμως ημέρες του χειμώνα, όταν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι σημαντικά χαμηλότερη από την επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα στο θερμοκήπιο, συχνά συμβαίνει η ηλιακή ενέργεια που φθάνει στο εσωτερικό του θερμοκηπίου να μην αρκεί για να καλύψει πλήρως τις απώλειες του θερμοκηπίου σε θερμότητα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, για να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο του πρέπει να προστεθεί θερμότητα από κάποιο σύστημα θέρμανσης.

Τις νύχτες, που δεν υπάρχει καθόλου ηλιακή ακτινοβολία, σχεδόν όλη η θερμότητα που απαιτείται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία στο χώρο του θερμοκηπίου στα επιθυμητά επίπεδα προέρχεται από κάποιο σύστημα θέρμανσης. Πολύ λίγη ενέργεια έχει αποθηκευθεί στο έδαφος από την ημέρα, περίπου 10-15% της απαιτούμενης. Η προσπάθειά να χρησιμοποιηθεί ηλιακή ενέργεια αντί των συμβατικών καυσίμων για τη θέρμανση του θερμοκηπίου γίνεται για τρεις κυρίως λόγους:

- α) Για οικονομικότερη αντιμετώπιση του προβλήματος της θέρμανσης του θερμοκηπίου,
- β) Για τη μείωση της καταστροφής των φυσικών πόρων του πλανήτη μας, και
- γ) Για τη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα αέρια της καύσης των συμβατικών καυσίμων

Η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι πράγματι μια ελκυστική λύση, διότι αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και συχνά εύκολα προσιτή. Το συνηθέστερο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται όμως, οφείλεται στο γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και μάλιστα μεταβάλλεται η ποσότητά της τις διάφορες εποχές του χρόνου (μικρή ποσότητα κατά το χειμώνα), με αποτέλεσμα να μην συγχρονίζεται η ζήτηση της ενέργειας για θέρμανση, που είναι κυρίως τη νύχτα και μάλιστα το χειμώνα. Αυτό επιβάλλει τη χρησιμοποίηση, εκτός των συστημάτων συλλογής της ηλιακής ενέργειας, και αποθηκών ενέργειας για βραχυχρόνια ή μακροχρόνια αποθήκευση.

Γενικά για να γίνει δυνατή η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του θερμοκηπίου και κατά τη διάρκεια της νύχτας, θα πρέπει να προηγηθούν:

1. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας (μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα).
2. Η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας.

3. Η εγκατάσταση ενός συστήματος διανομής της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου.

Για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται συνήθως τα παρακάτω μέσα:

α. Ξεχωριστοί ηλιακοί συλλέκτες (αέρα ή νερού) που τοποθετούνται έξω από το θερμοκήπιο (Σχήμα 4.1.α.).

β. Ηλιακοί συλλέκτες που αποτελούν στοιχεία της κατασκευής του θερμοκηπίου, όπως π.χ. θερμοκήπιο με διπλό τοίχωμα (Σχήμα 4.1.β.), στο εσωτερικό του οποίου κυκλοφορεί διάλυμα που απορροφά την υπέρυθη μόνο ακτινοβολία.

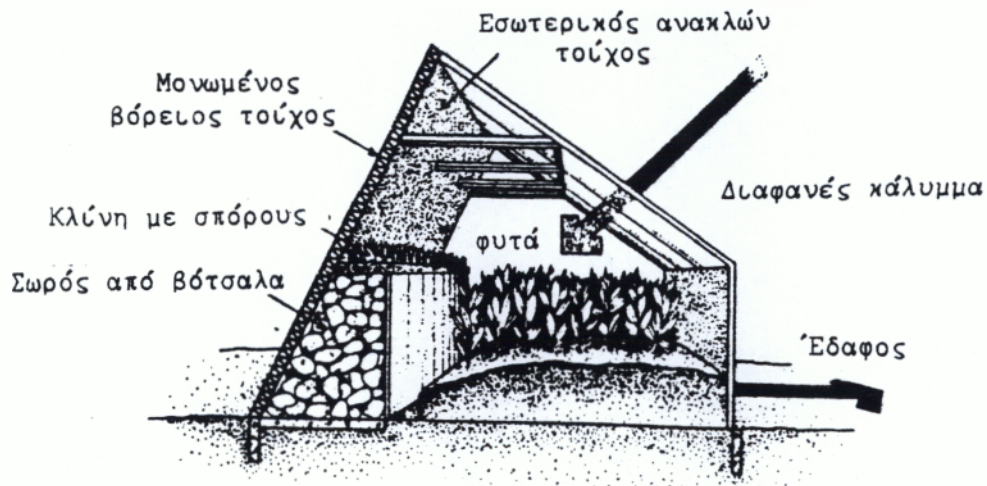
γ. Το ίδιο το θερμοκήπιο, με τη χρησιμοποίηση της περίσσειας θερμότητας που συχνά συμβαίνει στον ίδιο το χώρο του κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Σχήμα 4.1.α. Ηλιακοί συλλέκτες νερού

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας χρησιμοποιούνται συνήθως τα παρακάτω υλικά:

- i. Νερό σε δεξαμενές
- ii. ηλιακές λίμνες
- iii. πέτρες και χαλίκια
- iv. έδαφος
- v. υλικά αλλαγής φάσης.



Σχήμα 4.1.β. Χρησιμοποίηση ηλιακής θερμότητας σε θερμοκήπιο.

Οι πέτρες και τα χαλίκια είναι ταυτόχρονα και στοιχεία αποθήκευσης και εναλλάκτες θερμότητας, είναι όμως οπωσδήποτε ογκώδη υλικά. Διάφορα συστήματα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια έχουν εφαρμοστεί κατά καιρούς πειραματικά στα θερμοκήπια. Τα συστήματα αυτά (τεχνολογίες) μπορεί να ταξινομηθούν σε σχέση με τη θέση του χρησιμοποιούμενου συλλέκτη ηλιακής ενέργειας και τον τρόπο αποθήκευσης της ενέργειας, ως ακολούθως:

1. Τεχνολογίες στις οποίες ο ηλιακός συλλέκτης βρίσκεται εκτός θερμοκηπίου.

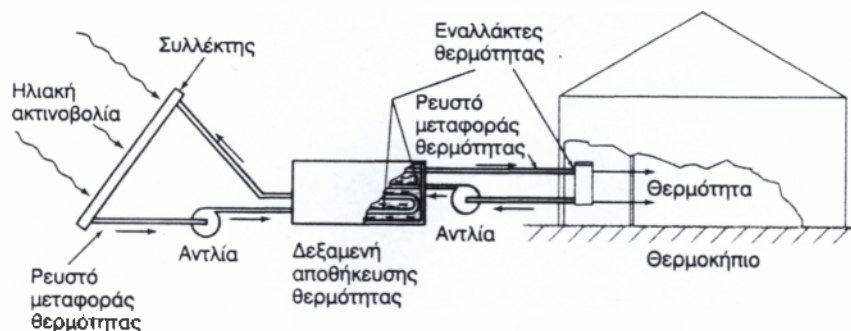
α) Ανηρτημένος συλλέκτης νερού

i) Βιομηχανικού τύπου συλλέκτης.

ii) Συλλέκτης κατασκευαζόμενος από το χρήστη, με υλικά χαμηλού κόστους (πλαστικό κλπ). Αποθήκη θερμότητας και στις δύο περιπτώσεις είναι δεξαμενή νερού.

β) Συλλέκτης νερού οριζόντιος επί του εδάφους (συνήθως είναι φθινοί πλαστικοί συλλέκτες ή ηλιακές λίμνες). Αποθήκη θερμότητας είναι δεξαμενή νερού.

γ) Συλλέκτης αέρα. Αποθήκη θερμότητας είναι ένας χώρος γεμάτος χαλίκια.



Σχήμα 4.1.γ. Σύστημα θέρμανσης θερμοκηπίου με ηλιακή ενέργεια

2. Τεχνολογίες στις οποίες ο ηλιακός συλλέκτης βρίσκεται εντός του θερμοκηπίου ή είναι ενσωματωμένος στην κατασκευή του θερμοκηπίου .

α) Ενσωματωμένος στην κατασκευή συλλέκτης νερού (π.χ. ροή νερού μεταξύ του διπλού καλύμματος κατά τη διάρκεια της ημέρας). Αποθήκη θερμότητας είναι δεξαμενή νερού.

β) Συλλέκτης νερού εντός του θερμοκηπίου. Αποθήκη θερμότητας είναι δεξαμενή νερού.

γ) Συλλέκτης αέρα εντός του θερμοκηπίου. Αποθήκη θερμότητας είναι συνήθως χαλίκια.

δ) Παθητικό σύστημα νερού, που είναι ταυτόχρονα συλλέκτης, αποθήκη και αποδότης.

i) διαφανή δοχεία,

ii) μαύρα δοχεία

ε) Βορεινός τοίχος συλλέκτης και αποθήκη ηλιακής ενέργειας (παθητικό σύστημα).

ζ) Συλλέκτης βορεινός τοίχος και αποθήκη θερμότητας το έδαφος.

3. Τεχνολογίες στις οποίες το ίδιο το θερμοκήπιο χωρίς σημαντικές μετατροπές χρησιμοποιείται ως ηλιακός συλλέκτης αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση αλλάζει μόνο η αποθήκη θερμότητας.

α) Αποθήκη θερμότητας χαλίκια ή πέτρες ή τούβλα.

β) Αποθήκη θερμότητας το υπέδαφος.

γ) Αποθήκη θερμότητας υλικά αλλαγής Φάσης.

δ) Αποθήκη θερμότητας δεξαμενή νερού.

Για να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί σωστά μια ηλιακή εγκατάσταση με σκοπό τη θέρμανση θερμοκηπίου, πρέπει έχουμε υπόψη μας τις εξής παραμέτρους:

- i. Την απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση του θερμοκηπίου.
- ii. Το ποσοστό της συλλεγόμενης ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση
- iii. Την ηλιακή ενέργεια που είναι διαθέσιμη κάθε μέρα κατά την περίοδο θέρμανσης καθώς και την ωριαία κατανομή της.
- iv. Το ποσοστό της απαιτούμενης ενέργειας που μπορεί να καλύψει η συλλεγόμενη ενέργεια.
- v. Επιλογή του κατάλληλου ηλιακού συστήματος θέρμανσης.
- vi. Απόδοση του επιλεγόμενου ηλιακού συστήματος.
- vii. Η θερμοκρασιακή διαφορά του εσωτερικού του θερμοκηπίου με το εξωτερικό περιβάλλον του και κατά πόσο είναι αναγκαίο πρόσθετο σύστημα συμβατικής θέρμανσης.
- viii. Το οικονομικό αποτέλεσμα της θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια.

Για τους υπολογισμούς στη θέρμανση με ηλιακή ενέργεια δεν αρκεί μόνον η ημερήσια ποσότητα της ενέργειας, αλλά απαιτείται επίσης και η ένταση της ολικής ακτινοβολίας στις διάφορες ώρες της ημέρας.

Για την αποθήκευση θα πρέπει κανείς να εξετάσει:

- i. Το υλικό στο οποίο θα γίνει η αποθήκευση της θερμότητας
- ii. Τον απαιτούμενο ρυθμό εναλλαγής της θερμότητας
- iii. Την αποδοτικότητα της αποθήκης και τις απώλειές της
- iv. Τη θέση της αποθήκης
- v. Το μέγεθος της αποθήκης

4.2. Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε θερμοκήπια.

Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε επιχειρηματικής μορφής θερμοκήπια έχει γίνει με τα ακόλουθα συστήματα:

1. Με τη χρησιμοποίηση εξωτερικού ηλιακού συλλέκτη ζεστού νερού και αποθήκης νερού κάτω από το έδαφος. Τη νύχτα το ζεστό νερό κυκλοφορεί στο θερμοκήπιο και αποδίδει τη θερμότητά του σ' αυτό.
2. Με τη χρησιμοποίηση εξωτερικού ηλιακού συλλέκτη ζεστού αέρα και αποθήκης θερμότητας σε χαλίκια που βρίσκονται κάτω από τα τραπέζια καλλιέργειας ή κάτω από το έδαφος του θερμοκηπίου. Τη νύχτα ο αέρας του θερμοκηπίου κυκλοφορεί μέσα από τα χαλίκια και ζεσταίνεται.
3. Με τη χρησιμοποίηση διαφανών σωλήνων , μεγάλης διαμέτρου (0,5 - 0.75m), λεπτών τοιχωμάτων, γεμάτων νερό, που τοποθετούνται μεταξύ των γραμμών των φυτών μέσα στο θερμοκήπιο και ενεργούν ως παθητικό σύστημα θέρμανσης.
4. Με τη χρησιμοποίηση εναλλάκτη εδάφους – αέρα.
5. Με τη χρησιμοποίηση αντλιών θερμότητας αέρα-αέρα ή νερού – νερού και νερού – αέρα.

4.2.1. Εξωτερικός ηλιακός συλλέκτης.

Για την εγκατάσταση του συλλέκτη απαιτείται έκταση περίπου 30% επιπλέον αυτής του θερμοκηπίου. Το σύστημα αποτελείται από:

1. Το συλλέκτη της ηλιακής ακτινοβολίας, που είναι κατασκευασμένος (Σχήμα 4.2.1.α.)
 - α) Από την απορροφούσα μαύρη επιφάνεια (μέταλλο, μεμβράνη πλαστικού ή άλλο υλικό), πάνω στην οποία περνά το νερό ή ο αέρας, ανάλογα με το αν πρόκειται για συλλέκτη που θερμαίνει νερό ή αέρα.
 - β) Από το διαφανές υλικό (τζάμι ή πλαστικό), που καλύπτει το συλλέκτη από τη νότια πλευρά.
 - γ) Από τη μόνωση που βρίσκεται στη βόρεια πλευρά.



Σχήμα 4.2.1.α. Εξωτερικός ηλιακός συλλέκτης από πλαστικό φύλλο

2. Την αποθήκη θερμότητας, που γίνεται συνήθως με εκσκαφή στο έδαφος. Είναι δεξαμενή στην οποία αποθηκεύεται το ζεστό νερό στην περίπτωση που θερμαίνεται ζεστό νερό ή στην περίπτωση του συλλέκτη ζεστού αέρα τοποθετούνται χαλίκια τα οποία συγκρατούν τη θερμότητα από το ζεστό αέρα.
 3. Το σύστημα απόδοσης της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου που μπορεί να αποτελείται από απλούς σωλήνες πλαστικούς ή μεταλλικούς ή από αερόθερμα ζεστού νερού.
 4. Διάφοροι σωλήνες, αντλίες νερού ή ανεμιστήρες.
 5. Τα όργανα αυτοματισμού για τη λειτουργία του συστήματος, που συνήθως αποτελούνται από διαφορικούς θερμοστάτες και χρονοδιακόπτες, οι οποίοι δίδουν εντολή σε αντλίες ή ανεμιστήρες.
 6. Τη συμπληρωματική θέρμανση, που λειτουργεί με σύνηθες καύσιμο για τις περιόδους εκείνες κατά τις οποίες δεν επαρκεί η ενέργεια που έχει συλλεγεί
- Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από την θέση του και από την εποχή του έτους.

4.2.2. Παθητικό ηλιακό σύστημα με διαφανείς σωλήνες γεμάτους νερό.

Χρησιμοποιούνται σωλήνες (διαφανείς ή μη), μεγάλης διαμέτρου (0,5 – 0,75m), λεπτών τοιχωμάτων, γεμάτοι νερό, που τοποθετούνται μεταξύ των γραμμών των φυτών μέσα στο θερμοκήπιο και ενεργούν ως παθητικό σύστημα θέρμανσης (Σχήμα 4.2.2.α.). Την ημέρα θερμαίνεται το νερό που περιέχουν, κυρίως από την ηλιακή και θερμική ακτινοβολία που φθάνει σ' αυτό, αλλά και με συναγωγή από τον θερμότερο αέρα του θερμοκηπίου. Το βράδυ αποδίδει την θερμότητα στο χώρο του θερμοκηπίου με θερμική ακτινοβολία και

συναγωγή. Η απόδοση αυτού του συστήματος είναι μικρή το χειμώνα, ιδιαίτερα όταν τα φυτά είναι μεγάλου ύψους οπότε δεν υπάρχει πολλή διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία κάτω από αυτά. Τις άλλες εποχές η απόδοση γίνεται μεγαλύτερη



Σχήμα 4.2.2.α. Σωλήνες πολυαιθυλενίου γεμάτοι νερό για παθητική συλλογή και απόδοση της ηλιακής ενέργειας.

4.2.3. Εναλλάκτης εδάφους – αέρα

Στο υπέδαφος του θερμοκηπίου και σε βάθος 1 – 2m εγκαθίσταται εναλλάκτης θερμότητας εδάφους – αέρα που αποτελείται συνήθως από πλαστικούς σωλήνες μικρού πάχους και διαμέτρου 0,2 - 0,4m.

Η θερμοκρασία του χώρου του θερμοκηπίου ρυθμίζεται με κυκλοφορία του αέρα του θερμοκηπίου σε κλειστό κύκλωμα, μέσα από το σύστημα του εναλλάκτη. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με τη λειτουργία ανεμιστήρων οποτεδήποτε η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από την ελάχιστη επιθυμητή θερμοκρασία ή υπερβεί τη μέγιστη επιθυμητή. Επειδή η θερμοκρασία του υπεδάφους μεταβάλλεται πολύ λίγο και με χρονική υστέρηση κατά τη διάρκεια του 24ώρου και είναι συνήθως υψηλότερη από την ελάχιστη επιθυμητή και χαμηλότερη από τη μέγιστη επιθυμητή του αέρα του θερμοκηπίου, ο αέρας που κυκλοφορεί στον εναλλάκτη όταν έχει χαμηλή θερμοκρασία αποσπά ενέργεια από το υπέδαφος, ενώ όταν έχει υψηλή θερμοκρασία αποδίδει ενέργεια στο υπέδαφος. Κατ' αυτό τον τρόπο το υπέδαφος χρησιμοποιείται ως φθηνή αποθήκη ενέργειας που ταυτόχρονα

αποθηκεύει και με φυσικό τρόπο ενέργεια από το καλοκαίρι μέχρι και το χειμώνα. Οποσδήποτε το ύψος της ελάχιστης θερμοκρασίας που μπορεί να διατηρηθεί στο χώρο του θερμοκηπίου το χειμώνα για τις συνθήκες της χώρας μας, δεν είναι συνήθως μεγαλύτερο των 12°C.

Προς το παρόν, τα ηλιακά συστήματα στο θερμοκήπιο δεν έχουν εκτεταμένη εφαρμογή, διότι εμφανίζουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Με τη συνεχή όμως βελτίωσή τους και την αύξηση της τιμής των καυσίμων, δεν αποκλείεται σύντομα να εφαρμοστούν με θετικό οικονομικό αποτέλεσμα σε μεγάλη έκταση.

4.2.4. Αντλίες θερμότητας

Με την αντλία θερμότητας, όταν λειτουργεί με σκοπό τη θέρμανση, μεταφέρεται θερμότητα (O) από μία πηγή που είναι συνήθως το νερό ή ο αέρας έξω από το θερμοκήπιο, μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου. Η αξία της αντλίας θερμότητας έγκειται στο γεγονός ότι (μέσω του εξατμιστή) μπορεί να αποσπάσει θερμότητα, από μέσα με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες όπως το νερό και ο ατμοσφαιρικός αέρας, και να την αποδώσει (μέσω του συμπυκνωτή) σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία, μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου.

Η ίδια αντλία θερμότητας μπορεί να κατασκευασθεί έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί και αντίστροφα, γιά να μπορεί να συμβάλει και στην ψύξη του θερμοκηπίου.

Η αντλία θερμότητας αποτελείται από:

1. Το ρευστό που αλλάζει φάση (Freon)
2. Σωλήνες μεταφοράς του ρευστού
3. Ο συμπιεστής που ενεργεί στο ρευστό
4. Ο συμπυκνωτής (το τμήμα όπου υγροποιείται το ρευστό και αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον)
5. Ο εξατμιστής (το τμήμα όπου εξαερώνεται το ρευστό και απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον)
6. Ανεμιστήρες ή αντλίες και συστήματα αυτοματισμού

Η λειτουργία του συμπιεστή της αντλίας θερμότητας μπορεί να γίνεται με ηλεκτροκινητήρα ή με κινητήρα συμβατικών καυσίμων. Αν η καταναλισκόμενη ενέργεια για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας είναι W, τότε η θερμότητα που μεταφέρεται στο χώρο του θερμοκηπίου είναι Q + W. Ο συντελεστής λειτουργίας (COP) της αντλίας θερμότητας είναι:

$$\text{COP} = (Q + W)/W$$

Είναι αυτονόητο ότι η τιμή του COP πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1. Η αποτελεσματικότερη λειτουργία της αντλίας θερμότητας γίνεται όταν η μεταφερόμενη θερμότητα Q είναι η μεγαλύτερη δυνατή και η καταναλισκόμενη ενέργεια η μικρότερη δυνατή.

Στο θερμοκήπιο η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- i. για θέρμανση μόνο
- ii. για ψύξη μόνο
- iii. για θέρμανση και ψύξη
- iv. για αφύγρανση μόνο
- v. για αφύγρανση σε συνδυασμό με θέρμανση
- vi. για αφύγρανση σε συνδυασμό με ψύξη

Σχετικά με την πηγή θερμότητας που χρησιμοποιούν και το μέσο διανομής της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου, οι αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε:

- α) Νερού-νερού. Στην περίπτωση που η πηγή έχει σταθερή θερμοκρασία και η διαφορά θερμοκρασίας εξατμιστή και συμπυκνωτή δεν είναι μεγάλη η μέγιστη απόδοση είναι $COP = 5.0$, η μέση τιμή του COP είναι 3.5 και η ελάχιστη τιμή του 2,5-3,0
- β) Νερού-αέρα. Μέσο COP 3.5
- γ) Αέρα-νερού. Μέγιστο COP 3.0-4.0 και μέσο COP 2.5 και μικρότερο
- δ) Αέρα-αέρα. Μέσο COP 2.0 και μικρότερο

Για την επιλογή της αντλίας θερμότητας ως σύστημα θέρμανσης στο θερμοκήπιο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη η διαθέσιμη πηγή θερμότητας (νερό, αέρας), το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος ή του συμβατικού καυσίμου, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και οι δαπάνες συντήρησης που δεν φαίνεται να είναι ευκαταφρόνητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο



ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη της ηλιακής ενέργειας.

Οι τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας, εμφανίζουν πολλά οφέλη συγκριτικά με τα παραδοσιακά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί ήδη έναν αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο εξοικονόμησης των περιορισμένων αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Το κατά κεφαλή κόστος για ηλιακά θερμαινόμενο νερό, είναι κατά μέσο όρο 25% χαμηλότερο συγκριτικά με το θερμαινόμενο νερό από ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη, βρίσκεται σε αφθονία και η ηλιακή τεχνολογία ζημιώνει ελάχιστα το περιβάλλον. Η χρήση των τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ή στην παραγωγή βλαβερών για το περιβάλλον υποπροϊόντων.

5.2. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων ηλιακής ενέργειας.

Η κατασκευή του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στα συστήματα ηλιακής ενέργειας, πιθανόν να απαιτεί την ενέργεια που προέρχεται από την καύση υδρογονανθράκων ή την πυρηνική ενέργεια. Από την άποψη αυτή, η τεχνολογία ηλιακής ενέργειας απαιτεί για την κατασκευή και εγκατάσταση, την εξάντληση ορισμένων μη ανανεώσιμων αποθεμάτων. Επίσης, τα συστήματα ηλιακής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιούν υγρά, τα οποία είναι τοξικά και απαιτούν περιοδική αντικατάσταση (προκαλούν διάβρωση και ρύπανση). Οι ουσίες αυτές, όπως και άλλα επικίνδυνα απόβλητα, θα πρέπει να απορρίπτονται με κατάλληλο τρόπο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος, του ανθρώπου και των άλλων ειδών.

5.3. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικής ενέργειας.

Αν και η χρήση της αιολικής ενέργειας αποτελεί μία από τις καθαρότερες ενεργειακές επιλογές, παρουσιάζει όμως μερικές κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μία από τις κριτικές είναι η αισθητική. Για ορισμένους, τα αιολικά πάρκα δεν παρουσιάζουν ευχάριστη εμφάνιση, ιδιαίτερα όταν τοποθετούνται κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή φυσικά τοπία. Επίσης, η αιολική ενέργεια παράγει θόρυβο που μπορεί να ενοχλεί ορισμένους. Ωστόσο, τα αιολικά πάρκα παράγουν χαμηλότερο επίπεδο θορύβου από τους δρόμους μεγάλης κυκλοφορίας. Ένα περιβαλλοντικό θέμα, μπορεί να είναι ο θάνατος των πουλιών από τα πτερύγια των ανεμογεννητριών. Είναι πολύ συνηθισμένος ένας αριθμός 20 μέχρι 30 θανάτων πουλιών ετησίως, για κάθε αιολικό πάρκο. Έρευνα που διεξάγεται στον τομέα αυτό, είναι πιθανό να εξαλείψει το πρόβλημα αυτό.

Υπάρχουν ακόμη τρία θέματα σχετικά με τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας: ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, χρήση εδάφους και καταστροφικές βλάβες. Στο παρελθόν, οι

ανεμογεννήτριες έχουν προκαλέσει παρεμβολές σε τηλεοράσεις, ραδιόφωνα, μικροκυματικά και ναυτιλιακά συστήματα. Επειδή, οι νεότερες σχεδιάσεις δεν χρησιμοποιούν μεταλλικά πτερύγια, το πρόβλημα αυτό έχει ελαττωθεί. Σχετικά με τη χρήση του εδάφους, τα περισσότερα αιολικά πάρκα απαιτούν λιγότερα από 80 στρέμματα ανά Mwatt παραγόμενης ισχύος. Ο χώρος όμως κάτω από τις ανεμογεννήτριες, μπορεί να εξακολουθήσει να χρησιμοποιείται για γεωργικές ή άλλες χρήσεις. Τέλος, η καταστροφικές βλάβες (πτώση πτερυγίων στο έδαφος), είναι σχετικά σπάνιες αν και όχι αμελητέες.

5.4. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις βιομετατροπής

Η χρήση της βιομετατροπής, παρέχει στην ανθρωπότητα ένα δυναμικό κάλυψης αρκετών ενεργειακών αναγκών. Δεν συνεισφέρει στην όξινη βροχή, ούτε αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Εάν εφαρμοστεί σε ευρεία κλίμακα, τα καύσιμα βιομάζας μπορούν να μειώσουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Επίσης, με τη χρήση αλκοόλ που προέρχεται από τη βιομάζα, ως καυσίμου, μειώνονται και οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα. Η χρήση ενεργειακών καλλιεργειών προϊόντων αποβλήτων, καταπολεμούν την ανεργία στις αναπτυσσόμενες και βιομηχανικές χώρες, καθώς επίσης παρέχουν ένα μηχανισμό απόρριψης των στερεών δημοτικών αποβλήτων. Ωστόσο, σε περίπτωση ευρείας κλίμακας εφαρμογής των προγραμμάτων βιομάζας, υπάρχουν ορισμένες κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το απόθεμα αυτό, σε περίπτωση μη – ορθής χρήσης δεν θα είναι ανανεώσιμο και μετατρέπεται σε εξαντλήσιμο. Η αποψίλωση των δασών, αποτελεί ένα καλό παράδειγμα. Εάν δεν φυτεύονται νέα δέντρα για την εξασφάλιση της συνεχόμενης παροχής, είδη των οποίων η επιβίωση βασίζεται στα δάση αυτά εξαφανίζονται, καταστρέφεται το οικοσύστημα και το ενεργειακό απόθεμα εξαντλείται.

Επίσης, η αύξηση της παραγωγής βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες, συναγωνίζεται την παραγωγή τροφίμων. Αυτό, αποτελεί σοβαρό θέμα, τόσο για τις αναπτυσσόμενες όσο και για τις βιομηχανικές χώρες. Η πολιτική, η οικονομία και ο υπερπληθυσμός, συνεισφέρουν ήδη στη δυσκολία διατροφής του παγκόσμιου πληθυσμού. Μία αυξημένη παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών, θα μπορούσε να μειώσει ακόμη περισσότερο την παγκόσμια παραγωγή τροφής, με δραστικά αποτελέσματα.

5.5. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας

Μπορεί κάποιος να σκέφτεται, ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν προκαλεί καθόλου περιβαλλοντικά προβλήματα. Δεν παράγει καθόλου απόβλητα, ραδιενέργεια ή μόλυνση. Παρόλα αυτά, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια θα πρέπει να επιλύσουν ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα

προβλήματα αυτά, αφορούν περισσότερο τα μεγάλα φράγματα, ενώ τα μικρότερα φράγματα προκαλούν τα λιγότερα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Επειδή απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις γης για την κατασκευή υδροηλεκτρικών φραγμάτων, καταστρέφεται η φυσική ομορφιά των τοπίων. Πολλές φορές πρέπει να εγκαταλείπονται ολόκληρες πόλεις ή χωριά. Για παράδειγμα, το φράγμα των τριών φαραγγιών στην Κίνα, θα απαιτήσει τη μετακόμιση εκατοντάδων πόλεων και τη μετανάστευση 1,4 έως 10 εκατομμυρίων κατοίκων. Αυτό, μπορεί να έχει μακροπρόθεσμα αρνητικά αποτελέσματα, επειδή στις αγροτικές περιοχές διαλύονται οι ζωές των ανθρώπων. Ταυτόχρονα, δημιουργούνται προβλήματα εξαφάνισης ζώων και δασών. Τέλος, η ποιότητα του νερού των φραγμάτων, μπορεί να είναι πολύ κακή.

Η κατασκευή φραγμάτων σε ποτάμια, αλλάζει την ποιότητα του νερού με διάφορους τρόπους. Αν και τα κινούμενα ρεύματα αερίζονται και καθαρίζονται από μόνα τους, το νερό όμως των φραγμάτων παραμένει στάσιμο. Είναι θερμότερο, χωρίς οξυγόνο, επικίνδυνο για τα διάφορα είδη φυτών και ψαριών, και μπορεί να οδηγήσει στη συγκέντρωση μεταλλικών αλάτων.

Επίσης, τα φράγματα καταστρέφουν τις περιοχές εναπόθεσης των γόνων των ψαριών. Τα ψάρια δεν μπορούν να μεταναστεύουν αντίθετα με τη ροή των ποταμών, προκειμένου να γεννήσουν, και τα εκκολαπτόμενα μικρά δυσκολεύονται να κατέβουν προς τη θάλασσα. Αν και μπορούν να προστεθούν ειδικές σκαλωσιές για τη διέλευση των ψαριών, αυτό αυξάνει κατά 50% το κόστος του προγράμματος. Ακόμη και με τον τρόπο αυτό, θα εξακολουθούν να πεθαίνουν τα ψάρια που θα παγιδεύονται στον υδροστρόβιλο του εργοστασίου.

Όταν κατά τις ώρες μη-ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας απελευθερώνεται κάποια μικρή ποσότητα νερού, η θερμοκρασία του μπορεί να ανέλθει αρκετά ώστε σκοτώσει ορισμένα υδρόβια είδη.

Συνήθως, τα υδροηλεκτρικά φράγματα ελέγχουν την ποσότητα του νερού που απελευθερώνεται. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια περιόδων λιγοστού νερού, ορισμένα εδάφη δεν τροφοδοτούνται ικανοποιητικά, οπότε μεταβάλλεται η εκμετάλλευση του εδάφους.

Τέλος, τα φράγματα συσσωρεύουν λάσπη, από τα ποτάμια και τους χείμαρρους που καταλήγουν σε αυτό. Η λάσπη συγκεντρώνεται ακριβώς πίσω από το φράγμα, μειώνοντας τη λειτουργική του απόδοση και ενδεχομένως σε κάποια στιγμή να απαιτείται η πλήρης παύση της λειτουργίας του. Πολλές φορές, αυτό προκαλείται από την κακή διαχείριση των εδαφών πάνω από το φράγμα. Παράδειγμα, αποτελεί το φράγμα Sanmenxia, του Κίτρινου ποταμού στην Κίνα. Μέσα σε τέσσερα χρόνια από την ολοκλήρωση κατασκευής του φράγματος, σχεδόν ολόκληρη η δεξαμενή γέμισε με λάσπη. Επίσης, χωρίς την ύπαρξη φραγμάτων, οι πλημμύρες εναποθέτουν στα εδάφη διάφορα θρεπτικά συστατικά. Τα φράγματα, σταματούν τη φυσική αυτή διαδικασία. Οι επιπτώσεις αυτές, ίσως να μην φαίνονται σημαντικές συγκριτικά με την πυρηνική ενέργεια και τα απόβλητα. Παρόλα αυτά, δημιουργούν προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν.

5.6. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις παλιρροιακής ενέργειας

Επειδή η θάλασσα αποτελεί μία σταθερή πηγή ενέργειας, προερχόμενη από τις βαρυτικές δυνάμεις του ήλιου, της σελήνης και την περιστροφή της γης, η παλιρροιακή ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως ανεξάντλητη. Όπως και άλλες ανεξάντλητες ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έτσι και η παλιρροιακή ενέργεια αποφεύγει τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Επίσης, δεν χρησιμοποιεί κάποια φυσικά αποθέματα καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Ωστόσο, η παλιρροιακή ενέργεια παρουσιάζει ορισμένες περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Υπάρχουν κίνδυνοι για τα θαλάσσια και ζωικά είδη, τα οποία εξαρτώνται από το θαλάσσιο οικοσύστημα. Με την κατασκευή παλιρροιακών εργοστασίων, αλλάζει η δυναμική συμπεριφορά των παλιρροιών στην περιοχή. Αν και η σοβαρότητα της ζημιάς εξαρτάται από τη γεωγραφία της περιοχής, η επίδραση στο τοπικό οικολογικό σύστημα θα εξαρτηθεί από τον τρόπο κατανομής των τροφικών στοιχείων στην περιοχή. Αλλάζοντας την παλιρροιακή συμπεριφορά, μπορεί να υπάρξουν επιπτώσεις στα ψάρια, μαλακόστρακα και πουλιά της περιοχής.

Άλλα θέματα που θα πρέπει να εξεταστούν, πριν από την ευρεία κλίμακα χρησιμοποίησης της παλιρροιακής ενέργειας, είναι η επίδραση στα ναυτιλιακά συστήματα.

Επίσης, ορισμένοι δεν συμφωνούν στην ιδέα καταστροφής του φυσικού τοπίου από τα παλιρροιακά εργοστάσια.

5.7. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις γεωθερμικής ενέργειας

Οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα εμφανίζει και η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας. Όπως αναφέρθηκε, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να βρεθεί οπουδήποτε κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της γης. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας αυτής, δεν μπορεί να εξαχθεί λόγω του απαγορευτικού κόστους εκμετάλλευσης των βαθύτερων αποθεμάτων. Αυτό, αποθαρρύνει την προαγωγή της γεωθερμικής ενέργειας. Ένα περιβαλλοντικό δίλημμα για τη γεωθερμική ενέργεια, είναι η μόλυνση του αέρα.

Τα γεωθερμικά υγρά περιέχουν διαλυμένα αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα και θειούχο υδρογόνο, τα οποία απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Αν και το διοξείδιο του άνθρακα δεν αναμένεται να βλάψει σοβαρά την ατμόσφαιρα (λόγω της κλίμακας των εργοστασίων αυτών), το θειούχο υδρογόνο έχει ενοχλητική οσμή (χαλασμένων αυγών). Επί πλέον, το θειούχο υδρογόνο είναι διαβρωτικό και προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας. Με συγκεντρώσεις 667 ppm, το θειούχο υδρογόνο μπορεί να προκαλέσει θάνατο από αναπνευστική παράλυση.

Ωστόσο, αναμένεται ότι τα περισσότερα γεωθερμικά εργοστάσια θα εκπέμπουν συγκεντρώσεις της τάξης του 1 ppm, χρησιμοποιώντας συστήματα συγκράτησης του αερίου πριν από τη διαφυγή του στην ατμόσφαιρα.

Ένα άλλο πρόβλημα σχετικά με τη γεωθερμική ενέργεια, είναι η πιθανότητα μόλυνσης των νερών στην περιοχή του εργοστασίου. Το νερό και ο ατμός που εξάγονται από το γεωθερμικό απόθεμα, περιέχουν στοιχεία όπως αρσενικό, υδράργυρος και βόριο. Η αποβολή των στοιχείων αυτών στα επιφανειακά νερά, μπορεί να προκαλέσει σοβαρή περιβαλλοντική ζημιά. Σήμερα, η πρακτική είναι η επιστροφή του μολυσμένου νερού μέσα στο απόθεμα. Με την πρακτική αυτή, υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των κοντινών στο γεωθερμικό εργοστάσιο νερών.

Η μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη των γεωθερμικών εργοστασίων, μπορεί να προκαλέσει υποχώρηση του εδάφους και αυξημένη σεισμική δραστηριότητα. Η υποχώρηση του εδάφους, προκαλείται όταν αφαιρεθούν από το εσωτερικό της γης μεγάλες ποσότητες ρευστού (νερού και ατμού), χωρίς την αντικατάστασή του. Η αυξημένη σεισμική δραστηριότητα, μπορεί να προέλθει από την έγχυση (επιστροφή) νερού μέσα στο απόθεμα. Αν και αυτό καταπολεμά την καθίζηση, μπορεί όμως να προκαλέσει ολίσθηση των πετρωμάτων στις περιοχές των ρηγμάτων. Η ολίσθηση αυτή, μπορεί να προκαλέσει ζημιές στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου, τη διάρρηξη των αγωγών, εκρήξεις των γεωθερμικών πηγών και σεισμούς.

Τέλος, η ανάπτυξη γεωθερμικών εργοστασίων μπορεί να καταστρέψει τη φυσική ομορφιά του τοπίου. Είναι όμως δυνατό να ελαττωθεί η οπτική επίπτωση των εγκαταστάσεων, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν κακόγουστη εμφάνιση.

Παρά τα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, η γεωθερμική ενέργεια συνεχίζει να θεωρείται ως ένα σημαντικό ενεργειακό απόθεμα για το μέλλον. Εκτιμάται, ότι στις αρχές του 21 ου αιώνα, θα υπάρχει στις ΗΠΑ μία ετήσια παραγωγή 7.500 μέχρι 20.000 MW ηλεκτρισμού, από τη γεωθερμική ενέργεια.

5.8. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις ωκεάνιας θερμικής ενέργειας

Η μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας, εκτιμάται ότι θα προκαλέσει ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Όπως και με κάθε άλλη μη - δοκιμασμένη τεχνολογία, έτσι και εδώ η εκτίμηση των προβλημάτων είναι δύσκολη, εφόσον δεν τεθούν σε λειτουργία αρκετών ετών, κάποια μικρά εργοστάσια. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ορισμένα θέματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρώτον, η μεγάλης κλίμακας χρήση θερμού και ψυχρού νερού, μπορεί να αλλάξει τα παγκόσμια καιρικά φαινόμενα. Δεύτερον, το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στα μεγάλα βάθη του ωκεανού, μπορεί να απελευθερώνεται κατά τη λειτουργία των εργοστασίων ανοικτού κύκλου (το διοξείδιο του άνθρακα συνεισφέρει στην παγκόσμια θέρμανση). Τρίτον, θα απελευθερώνονται διάφορα χημικά και απόβλητα στον ωκεανό. Τέταρτον, στα κλειστού κύκλου ή υβριδικά συστήματα, το ψυκτικό ρευστό μπορεί να διαφεύγει στη θάλασσα. Επομένως, απαιτούνται επί πλέον μέτρα προφύλαξης στη σχεδίαση του συστήματος, για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού.

Δυο ακόμη περιβαλλοντικές και κοινωνικές ανησυχίες, είναι η επίδραση στη θαλάσσια ζωή και η χρήση χλωρίου για τον καθαρισμό των εναλλακτών θερμότητας. Τα συστήματα αυτά, απελευθερώνουν θερμό και ψυχρό νερό σε θερμοκρασίες διαφορετικές από αυτές του περιβάλλοντος. Αν και η απελευθέρωση νερού, θα μπορεί να ελέγχεται για την ελαχιστοποίηση της επίδρασης αυτής, το νερό αυτό θα εξακολουθήσει να μην έχει την ίδια θερμοκρασία με το περιβάλλον. Η ανησυχία των ειδικών στην προκειμένη περίπτωση αφορά τα διάφορα θαλάσσια είδη ζωής. Επίσης, το οικοσύστημα μπορεί να επηρεαστεί και από τη μεταβολή της αλατότητας, λόγω της απελευθέρωσης γλυκού νερού. Μία τελική ανησυχία, είναι ο περιοδικός καθαρισμός των εναλλακτών θερμότητας με χλώριο. Η απελευθέρωση του χλωρίου στο περιβάλλον, είναι καταστροφική για τη θαλάσσια ζωή. Παρά τις επιπτώσεις αυτές, από τις διάφορες μελέτες που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι η αρνητική επίδραση της λειτουργίας τέτοιων εγκαταστάσεων, θα είναι μάλλον περιορισμένη.

5.9. Προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή των τεχνολογιών ήπιων μορφών ενέργειας.

Γενικά τα συστήματα ήπιων μορφών ενέργειας έχουν συνήθως μεγάλο αρχικό κόστος. Αν δεν ληφθεί υπόψη ότι οι απαιτούμενες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση διαφόρων εγκαταστάσεων (θερμοκηπιακών συγκροτημάτων, κτιρίων κ.τ.λ.) είναι σχετικά πολύ μεγάλες, γίνεται κατανοητό ότι απαιτούνται μεγάλης ισχύος συστήματα και για να γίνει δυνατή η χρησιμοποίηση τους επωφελώς για το χρήστη, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις φροντίδες της εξοικονόμησης ενέργειας. Καλό θα ήταν λοιπόν να γίνει σχεδιασμός για την κατανομή της ενέργειας, έτσι ώστε να μην υπάρχουν άσκοπες σπατάλες αυτής. Οι θερμομονώσεις των εγκαταστάσεων κρίνονται αναγκαίες, όπως και το να γίνονται συνεχείς και επισταμένοι έλεγχοι των εγκαταστάσεων καθώς και τακτές ενέργειες συντήρησης οι οποίες θα διασφαλίζουν την εύρυθμη λειτουργία και τη χωρίς αυξήσεις από το κανονικό απώλεια απόδοσης.

Οι μελλοντικές προοπτικές του κλάδου, εκτιμάται ότι θα καθοριστούν ανάλογα με την εξέλιξη τριών παραγόντων οι οποίοι είναι οι εξής:

- Η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, και γενικότερα, οι τιμές των ανταγωνιστικών προς την ηλιακή, μορφών ενέργειας.
- Το σύστημα των παρεχόμενων κινήτρων
- Η εξάπλωση των εφαρμογών των ηλιακών συστημάτων σε χρήσεις του δημόσιου τομέα, σε συνδυασμό και με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών του προϊόντος στη βιομηχανία.

Από τους παράγοντες αυτούς, οι δύο πρώτοι είναι εκείνοι οι οποίοι θεωρούνται ότι μπορούν να συντελέσουν στην εντονότερη συνειδητοποίηση από το κοινό, της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ ο δεύτερος μαζί με τον τρίτο παράγοντα θεωρούνται ότι είναι οι πλέον βασικοί, και μπορούν να αναμορφώσουν ριζικά, προς το καλύτερο, την εικόνα της ισχνής ανάπτυξης την οποία παρουσιάζει ο κλάδος σήμερα.

Τελειώνοντας θα θέλαμε να επισημάνουμε τρία επιπλέον σημεία:

- Στα επόμενα 50 χρόνια τα κλασσικά καύσιμα πρέπει να υποκατασταθούν από αύξηση του βαθμού χρήσης των και από Ήπιες Μορφές Ενέργειας.
- Η μεταστροφή από πετρέλαιο σε στερεά καύσιμα, ή σύνθετα καύσιμα θα δημιουργήσει τεράστιο πρόβλημα που θα οδηγήσει συντομότερα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτός θα είναι και ο λόγος της αδυναμίας χρήσης στερεών καυσίμων στο μέλλον. Αντίθετα η χρήση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας βρίσκεται σε αρμονία με μια οικολογική αναπτυξιακή πολιτική.
- Η δυνατότητα να ξεφύγουμε από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, θα εξαρτηθεί από την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τα παραπάνω, θα πρέπει να γίνουν αρωγοί της πολιτείας και της επιστημονικής κοινότητας έτσι ώστε να μπορέσουμε να αποδεσμευτούμε από τις αναλώσιμες πηγές ενέργειας και να μπορέσουμε να συνδέσουμε την τεχνολογική ανάπτυξη πάνω σε γερές βάσεις. Στις Ήπιες Μορφές Ενέργειας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1.1. Βασικές έννοιες Προσδιορισμού της Ακτινοβολίας.

1) Άμεση Ηλιακή ακτινοβολία (R_b)

Καλούμε άμεση ηλιακή ακτινοβολία εκείνη που φθάνει στην ατμόσφαιρα, χωρίς να υποστεί σκέδαση.

2) Διάχυτη Ηλιακή Ακτινοβολία (R_d)

Καλούμε διάχυτα ηλιακή ακτινοβολία, την προερχόμενη από τον ήλιο και του μεταδίδεται με αλλαγή διευθύνσεων που οφείλονται στη σκέδαση.

3) Ολική Ηλιακή ακτινοβολία

Το άθροισμα της Άμεσης και της Διάχυτης ακτινοβολίας που φθάνουν σε μία επιφάνεια.

4) Ένταση Ηλιακής Ακτινοβολίας I_T .

Ο ρυθμός πρόσπτωσης της Ηλιακής ενέργειας σε δεδομένη επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφανείας (W/m^2).

5) Γεωγραφικό Πλάτος ενός τόπου (φ)

Χαρακτηρίζει την γωνιακή απόκλιση του τόπου από τον Ισημερινό – $90 \leq \varphi \leq 90$ (θετικά προς Βορρά).

6) Απόκλιση του ηλίου. (δ)

Χαρακτηρίζει την γωνιακή απόκλιση του Ηλίου κατά την Μεσημβρία, σε σχέση με το επίπεδο του Ισημερινού – $23,45 \leq \delta \leq 23,45$ (θετική προς Βορρά)

7) Ωριαία γωνία ω

Η ωριαία γωνία εκφράζει την γωνιακή μετατόπιση του Ηλίου ανατολικά ή δυτικά του τοπικού Μεσημβρινού, οφειλόμενη στην περιστροφή της Γης περί το άξονα της ωριαίως. Η γωνία (ω) λαμβάνεται θετική για τις

προμεσημβρινές ώρες και αρνητική για τις μεταμεσημβρινές ώρες. Θα μπορούσε να ονομασθεί γωνία δύσης του Ηλίου

8) Κλίση επιφανείας (β).

Η εν λόγω κλίση αναφέρεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

9) Αζιμούθια γωνία επιφάνειας (γ)

Η απόκλιση που παρουσιάζει η προβολή σημείου στο οριζόντιο επίπεδο της κάθετης σε επιφάνεια από τον τοπικό Μεσημβρινό $-180 \leq \gamma \leq 180$. Η γωνία (γ) εκφράζει δηλαδή την γωνιακή απόκλιση του προσανατολισμού της επιφάνειας.

10) Ηλιακή αζιμούθια γωνία Y_s

Εκφράζει την γωνιακή μετατόπιση του ήλιου, σε σχέση με τον τοπικό Μεσημβρινό, δηλαδή το νοητό κάθετο επίπεδο κατά την κατεύθυνση Βορρά - Νότος, με αρχή μέτρησης από το Νότο προς Δυσμάς και αρνητικά προς Ανατολικά F^0 .

Ισχύει η σχέση:

$$\eta\mu\gamma z = \frac{\text{συν}\delta \cdot \eta\mu\omega}{\eta\mu\theta z}$$

11. Γωνία Πρόσπτωσης Θ .

Η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα ,στην άμεση ακτινοβολία σε ένα επίπεδο και την κάθετο στο επίπεδο. (F^{90}), για οριζόντιο επίπεδο $\Theta = \Theta_0$.

12. Ζενίθια γωνία Θ_z .

Εκφράζει την γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της κάθετης στο οριζόντιο επίπεδο του τόπου και της ευθείας που ενώνει τον τόπο με τον Ήλιο

13. Ηλιακή ανύψωση (α).

Εκφράζει την γωνία σκόπευσης του ήλιου $0 \leq \alpha \leq 90$ του Ηλίου και είναι η συμπληρωματική γωνία της γωνίας πρόσπτωσης Θ_0 οριζόντιας επιφάνειας:
 $\Theta_0 + \alpha = 90^\circ$

$\alpha = 0$ σημαίνει ανατολή ή δύση τού Ήλιου.

$\alpha = 90$ σημαίνει κάθετη πρόσπτωση, οπότε έχουμε και Θ_0 .

1.2. Καθορισμός της γωνίας πρόσπτωσης (θ) επί κεκλιμένης κατά γωνία (β) επιφάνειας (S).

Η γωνία (θ) πρόσπτωσης κεκλιμένης κατά γωνία (β) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, επιφάνειας (S) είναι συνάρτηση των παραμέτρων β , γ , δ , φ , ω , που καθορίσαμε στα προηγούμενα. Έτσι έχουμε σχηματικά:

$$\theta = f(\beta, \gamma, \delta, \varphi, \omega)$$

Αναλυτικά μπορούμε να έχουμε την σχέση:

$$\begin{aligned} \sin(\theta) = & \{ \sin(\beta) \cdot \eta\mu(\delta) \cdot \eta\mu(\varphi) - \\ & \sin(\gamma) \cdot \sin(\varphi) \cdot \eta\mu(\beta) \cdot \eta\mu(\delta) \} + \{ \sin(\beta) \cdot \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\omega) \} + \\ & + \{ \sin(\gamma) \cdot \sin(\delta) \cdot \sin(\omega) \cdot \eta\mu(\beta) \cdot \eta\mu(\varphi) \} + \{ \sin(\delta) \cdot \eta\mu(\beta) \cdot \eta\mu(\gamma) \cdot \eta\mu(\omega) \} \end{aligned}$$

Η βέλτιστη γωνία πρόσπτωσης (β) είναι αυτή για την οποία την Μεσημβρία έχουμε κάθετη πρόσπτωση του Ηλίου στην κεκλιμένη επιφάνεια (S) του συγκεκριμένου τόπου, γεωγραφικού πλάτους φ , και την συγκεκριμένη εποχή (καλύτερα συγκεκριμένο μήνα του Έτους).

Έτσι την Χειμερινή Περίοδο (Οκτώβριο - Μάρτιο) έχουμε $\beta > \varphi$ την θερινή περίοδο (Απρίλιο - Σεπτέμβριο) έχουμε $\beta < \varphi$. Έτσι λαμβάνουμε:

Μήνας	Ιαν	Φεβρ	Μαρ	Απρ.	Μάιος	Ιούν	Ιούλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ
β	$\varphi+29$	$\varphi+18$	$\varphi+3$	$\varphi-10$	$\varphi-22$	$\varphi-25$	$\varphi-24$	$\varphi-10$	$\varphi-2$	$\varphi+10$	$\varphi+23$	$\varphi+30$

Η Αθήνα έχει γεωγραφικό πλάτος 38° (Β.Γ.Π.)

Η βέλτιστη γωνία (γ) αζιμούθια γωνία του τύπου είναι αυτή του Νότιου προσανατολισμού ήτοι $\gamma = 0$

Η βέλτιστη γωνία (δ) είναι αυτή για την οποία έχουμε την μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και είναι $\delta = +23,45$.

Η βέλτιστη γωνία φ (Γ.Π.) είναι όπου $\varphi = 0$

Η βέλτιστη γωνία ω είναι αυτή της μεσημβρίας, που ο ήλιος έχει την μεγαλύτερη κλίση επομένως $\omega = 0$

Η ωριαία γωνία ως ελέχθη εκφράζει την γωνιακή μετατόπιση του Ηλίου από την θέση αυτού, κατά την μεσημβρία. Η μετατόπιση αυτή γίνεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 360^\circ/24$ ώρες = 150 h

Έτσι έχουμε την σχέση:

$$W=15 (12-h)$$

1.3. Οριζόντια επιφάνεια -Γωνιά προσπτώσεως (θ_0)

Για την περίπτωση οριζόντιας επιφάνειας έχουμε $\beta = 0$ και $\theta = \theta_0$, επομένως έχουμε την σχέση:

$$\sin(\theta_0) = \eta\mu(\delta) \cdot \eta\mu(\varphi) - \{ \eta\mu(\delta) \cdot \eta\mu(\varphi) \} + \{ \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\omega) \}$$

1.4. Επιφάνεια Νότιου προσανατολισμού**α) Γωνία προσπτώσεως**

Αυτή δίδεται από την γνωστή σχέση $\theta = f(\beta, \gamma, \delta, \varphi, \omega)$ με την αζιμούθια Γωνία $\gamma=0$ έτσι έχουμε $\sin(\gamma)=1$ $\eta\mu(\gamma)=0$

$$\begin{aligned} \sin\theta_N = & \{ \sin\beta \cdot \eta\mu\delta \cdot \eta\mu\varphi - \sin\varphi \cdot \eta\mu\beta \cdot \eta\mu\delta \} + \\ & + \{ \sin\beta \cdot \sin\delta \cdot \sin\varphi \cdot \sin\omega \} + \{ \sin\delta \cdot \sin\omega \cdot \eta\mu\beta \cdot \eta\mu\varphi \} = \\ & [(\eta\mu\delta \cdot \eta\mu(\varphi - \beta))] + (\sin\delta \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin\omega) \end{aligned}$$

1.5. Ηλιακή Ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες.

Κατά την εκμετάλλευση της παθητικής Ηλιακής θέρμανσης σε ότι αφορά την κυρίως άμεση και όχι την διάχυτη ακτινοβολία αναφέρεται η παρούσα παράγραφος. Οριζόντια επιφάνεια σημαίνει γωνία πρόσπτωσης $\beta=0^\circ$ Έτσι έχουμε την σχέση $\theta_o = f(\delta, \varphi, \omega)$

$$\sin\theta_o = \{ \eta\mu\delta \cdot \eta\mu\varphi \} + \{ \sin\delta \cdot \sin\varphi \cdot \sin\omega \}$$

1.6. Ηλιακή ακτινοβολία σε κάθετες επιφάνειες

Κάθετες επιφάνειες έχουμε επίσης στην εκμετάλλευση της παθητικής ηλιακής ενέργειας. Η γωνία πρόσπτωσης β γίνεται τώρα 90 μοίρες Έτσι η σχέση $\theta_k = f(\gamma, \delta, \varphi, \omega)$ γράφεται:

$$\sin\theta_k = \{ (\sin\gamma \cdot \sin\varphi \cdot \eta\mu\delta) \} + \{ \sin\gamma \cdot \sin\delta \cdot \sin\omega \cdot \eta\mu\varphi \} + \{ \eta\mu\gamma \cdot \sin\delta \cdot \eta\mu\omega \}$$

1.6.1 Ηλιακή ακτινοβολία σε Νοτίου προσανατολισμού κάθετες επιφάνειες.

Με $\beta = 90$ και $\gamma = 0$, έχουμε:

$$\sin\theta_{kv} = \{ - \sin\varphi \cdot \eta\mu\delta \} + \{ \sin\delta \cdot \eta\mu\varphi \cdot \sin\omega \}$$

2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

2.1 Εισαγωγικές Πληροφορίες.

Όπως και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας έτσι και για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας γίνεται μια επένδυση χρημάτων και στην συνέχεια υπάρχει ένα λειτουργικό κόστος συντήρησης. Θα ήταν χρήσιμο να συγκριθούν οικονομικοτεχνικά οι Ήπιες Μορφές Ενέργειας με τις συμβατικές καλούμενες ενέργειες.

Θα πρέπει λοιπόν να ανατρέξουμε σε μερικές έννοιες οικονομικού περιεχομένου ήτοι:

α) Επιτόκιο (ϵ).

Ως γνωστό ονομάζουμε επιτόκιο (ϵ) το κέρδος που επιφέρει ένα συγκεκριμένο χρηματικό ποσό π.χ 100 δραχμών, τοκίζόμενο για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα π. χ. ένα έτος.

β) Ανατοκισμός.

Διαθέτοντας ένα αρχικό κεφάλαιο K_0 σε κάποια επένδυση, αυτό έχει διαχρονικά ένα μεταβαλλόμενο κόστος. Πράγματι εάν αυτό ετοκίζετο με επιτόκιο (ϵ) το τέλος του πρώτου χρόνου θα εγίνετο ένα μεγαλύτερο κεφάλαιο K_1 όπου:

$$K_1 = K_0 + \epsilon \cdot K_0 = K_0 (1 + \epsilon)$$

Εάν το κεφάλαιο K_1 τοκισθεί για ένα χρόνο ακόμη θα γίνει στο τέλος του δευτέρου έτους (από την αρχή):

$$K_2 = K_1 (1 + \epsilon) = K_0 (1 + \epsilon)^2 .$$

Γενικά λοιπόν έχουμε την σχέση ανατοκισμού

$$K_y = K_0 \cdot (1 + \epsilon)^y$$

Όπου:

(ϵ) = Ετήσιος τόκος (σταθερός) %

K_0 = Αρχικό κεφάλαιο ανατοκιζόμενο

(Y) = Έτη ανατοκισμού

γ) Αναγωγή σε παρούσα αξία (χωρίς πληθωρισμό)

Έστω K_0 δραχμές σημερινές, ύστερα από (v) έτη ισοδυναμούν με K_v δραχμές, λαμβάνοντας υπόψη το σταθερό επιτόκιο ανατοκισμού (ϵ). Το αντίθετο πρόβλημα: εάν πρέπει να καταβληθεί ύστερα από (v) έτη ένα ποσό K_v , και προπληρώνεται σήμερα, γίνεται K_0 . Αυτό λέγεται αναγωγή σε παρούσα αξία. Θα έχουμε λοιπόν:

$$K_0 = \frac{K_v}{(1 + \epsilon)^v} = K_v \cdot (1 + \epsilon)^{-v}$$

δ) Πληθωρισμός (π).

Ονομάζουμε πληθωρισμό την απώλεια αξίας του χρήματος. Αυτό γίνεται σαν αποτέλεσμα της αύξησης του κόστους των εργατικών, των υλικών της συντήρησης, του κόστους ζωής γενικά. Ο Πληθωρισμός είναι κατά κάποιον τρόπο ένα αρνητικό επιτόκιο που συρρικνώνει την αγοραστική αξία του χρήματος. Όπως αντιλαμβανόμαστε ισχύει η σχέση :

$$K_v = \frac{K_0}{(1 + \pi)^v}$$

Όπου: K_0 : Αρχικό κεφάλαιο

π : Ετήσιος πληθωρισμός, έστω σταθερός

v : Έτη

ε) Πραγματικός τόκος, ενεργό επιτόκιο (E_v)

Εάν συνυπάρχουν ταυτόχρονα τόσο ετήσιος ανατοκισμός (ϵ) σταθερός για όλα τα (v) έτη, καθώς και ετήσιος πληθωρισμός (π) επίσης σταθερός για τα (v) έτη, ένα αρχικό κεφάλαιο K_0 με αποπληθωρισμένο ετήσιο σταθερό επιτόκιο (ϵ_r) γίνεται ύστερα από (v) έτη (K_v):

$$K_v = K_0 \cdot \frac{(1 + \epsilon)^v}{(1 + \pi)^v} = K_0 \cdot (1 + \epsilon) \quad (1)$$

στ) Αναγωγή σε παρούσα αξία λαμβάνοντας υπόψη τον πληθωρισμό, η σχέση (1) γίνεται:

$$K_0 = \frac{K_v}{(1 + \varepsilon)^v}$$

2.2 Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία στις πιες μορφές ενέργειας.

Σε κάθε επένδυση, που αφορά τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, το επιτόκιο (ε) εκφράζει το ποσοστό αύξησης του κόστους εκείνης της μορφής ενέργειας που παράγεται ή που αντικαθίσταται και που τελικά εξοικονομείται με την επένδυση αυτή. Πράγματι με την παρούσα επένδυση παράγεται ετησίως μια ενέργεια W_y και για (N) χρόνια διάρκειας ζωής μια ενέργεια $W = W_y \cdot N$, που ισοδυναμεί με κάποιο χρηματικό κεφάλαιο, που προέρχεται από ανατοκισμό.

Για ένα Ηλιακό θερμοσίφωνα Παραγωγής θερμού νερού χρήσεως το επιτόκιο (ε_H) συμπίπτει με τον ρυθμό αύξησης του κόστους της KWh της ΔΕΗ.

Για ένα σύστημα Ηλιακής Θέρμανσης χώρων, που αντικαθιστά ένα καλοριφέρ, με καυστήρα ελαφρού πετρελαίου το επιτόκιο (ε_H) συμπίπτει με τον ρυθμό αύξησης της τιμής του ελαφρού πετρελαίου.

Για μια Αιολική Ηλεκτρογεννήτρια το επιτόκιο ε_A συμπίπτει επίσης με τον ρυθμό αύξησης του κόστους της KWh της ΔΕΗ.

2.3 Χρόνος Απόσβεσης Κόστους συσκευής.

2.3.1 Εφ' άπαξ εξοφλημένης στο ποσό K_0 .

Θεωρούμε ότι για την αγορά και την εγκατάσταση μιας νέας συσκευής καταβάλλεται το ποσό των (K_0) δραχμών. Ονομάζουμε χρόνο απόσβεσης (N_a) τον απαιτούμενο χρόνο εις τρόπον ώστε το όφελος του παραγομένου έργου της συσκευής, ανηγμένο σε παρούσα τιμή, ισοσκελίσει το δαπανηθέν ποσόν κτήσης (K_0) της συσκευής.

Εάν η συσκευή παράγει W_y KWh / ετησίως και (T_0) είναι η τιμή της KWh τον χρόνο κτήσεως της συσκευής.

(ε_r) το πραγματικό επιτόκιο

$$\frac{\varepsilon - \pi}{1 + \pi} = \varepsilon - \pi$$

όπου (π) εκφράζει στην περίπτωση αυτή τον ρυθμό αύξησης του κόστους της KWh.

Έχουμε την σχέση

$$K_0 = S_n = T_0 \cdot W_y \sum_{v=0}^{N_a-1} (1 - \epsilon r)^v = T_0 \cdot W_y \frac{(1 - \epsilon r)^{N_a}}{\epsilon r}$$

α) Συντελεστής επανάκτησης Κεφαλαίου Σ.Ε.Κ για την Η.Μ.Ε

Η αξία της παραγόμενης ετήσιας ενέργειας από την χρησιμοποίηση ήπιων μορφών ενέργειας, ανατοκιζόμενη για το (N_a) έτη απόσβεσης του μηχανήματος με ενεργό επιτόκιο ϵr σαν ποσοστό του αρχικά δαπανηθέντος κεφαλαίου κτήσης και εγκατάστασης του μηχανήματος (K_0) είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της απόσβεσης του μηχανήματος και καλείται συντελεστής επανάκτησης του (αρχικού) κεφαλαίου Σ.Ε.Κ.

Επομένως εύκολα γράφουμε την σχέση:

$$\Sigma \text{ΕΚ} = \frac{T_0 \cdot W_y (1 + \epsilon r)^{N_a}}{K_0}$$

$$\Sigma \text{ΕΚ} = \frac{\epsilon r (1 + \epsilon r)^{N_a}}{(1 + \epsilon r)^{N_a} - 1}$$

Ο χρόνος απόσβεσης των εξόδων της συσκευής N_a δίδεται προφανώς από την σχέση:

$$N_a = \frac{\ln \frac{\epsilon r \cdot K_0 + T_0 \cdot W_y}{T_0 \cdot W_y}}{\ln(1 + \epsilon r)}$$

Οικονομικό κέρδος από την απόκτηση της συσκευής έχουμε για τα επόμενα ($N - N_a$) χρόνια όπου (N) είναι διάρκεια ζωής της συσκευής. Η επένδυση είναι κερδοφόρα όταν $N > N_a$.

2.3.2. Ετήσια αξία χρήσεως συσκευής.

Για τον υπολογισμό της ετήσιας αξίας χρήσεως P_{Δ} σκεπτόμαστε ως εξής:

Εάν ένα ποσό (S) εισπράττεται σε (N) ετήσιες ίσες δόσεις (ή πληρώνεται) με ποσό κάθε δόσης P_{Δ} και η πρώτη δόση καταβάλλεται αμέσως, τότε η παρούσα αξία του αθροίσματος όλων των δόσεων είναι:

$$S = P_{\Delta} \cdot \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^1} + \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^2} + \dots + \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^{N-1}}$$

Πρόκειται περί όρων γεωμετρικής σειράς που ως γνωστό το άθροισμα της δίδεται από τη σχέση:

$$S = P_{\Delta} \cdot \frac{1 + \epsilon r}{\epsilon r} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1 + \epsilon r)^N} \right] = \frac{1 + \epsilon r}{\epsilon r} \cdot \frac{(1 + \epsilon r)^N - 1}{(1 + \epsilon r)^N} \cdot P_{\Delta}$$

Αντίστροφα εάν γνωρίζουμε την συνολική αξία και θέλουμε να δούμε το ποσό της ετήσιας δόσης P_{Δ} για (N) χρόνια παίρνουμε την σχέση:

$$P_{\Delta} = S \cdot \frac{\frac{\epsilon r}{1 + \epsilon r}}{1 - (1 + \epsilon r)^{-N}} = \frac{\epsilon r}{1 + \epsilon r} \cdot \left[\frac{(1 + \epsilon r)^N}{(1 + \epsilon r)^N - 1} \right] \cdot S$$

Εάν η πρώτη δόση καταβάλλεται μετά ένα χρόνο τότε έχουμε αντίστοιχα τις σχέσεις:

$$S = \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^1} + \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^2} + \dots + \frac{P_{\Delta}}{(1 + \epsilon r)^N}$$

$$P_{\Delta} = S \cdot \left[\frac{\epsilon r}{1 - (1 + \epsilon r)^{-N}} \right] = \left[\frac{\epsilon r \cdot (1 + \epsilon r)^N}{(1 + \epsilon r)^N - 1} \right] \cdot S$$

Εάν έχουμε μηδενικό ενεργό επιτόκιο ($Er = 0$) δηλαδή εξισορρόπηση επιτοκίου και πληθωρισμού προφανώς έχουμε τις σχέσεις:

$$S = N \cdot P_{\delta}$$

και αντίστοιχα

$$P_{\delta} = \frac{S}{N}$$

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η άμεση καταβολή ποσού (S) δραχμών για την αγορά Μηχανήματος διάρκειας ζωής (N) ισοδυναμεί με την καταβολή (N) ετησίως δόσεων, ύψους (P_{δ}) δραχμών καθεμιάς, δηλαδή όσο είναι η ετήσια αξία χρήσεως του Μηχανήματος.

2.3.3. Υπολογισμός του κόστους της KWh μιας μηχανής.

Αν συνολικά για την λειτουργία, αγορά, συντήρηση, εργατικά της έξοδα μιας μονάδας ηλεκτροπαραγωγής δαπανάται κεφάλαιο (S) δραχμών. Wy είναι οι ετήσιες KWh του μηχανήματος τότε η ετήσια αξία χρήσεως της μηχανής P_{δ} μας αποδίδεται από την σχέση (27α). Επομένως το κόστος της KWh παρέχεται από την παρακάτω σχέση

$$r_0 = \frac{P_{\delta}}{Wy} = \frac{(er \cdot 1 - er)^N \cdot S}{(1 + er)^N - 1} \cdot \frac{1}{W}$$

2.3.4. Κόστος συντήρησης Μηχανήματος.

Η συντήρηση της μηχανής (εργατικά - ανταλλακτικά) είναι ανάλογη του κόστους κτίσεως αυτής και του έτους συντήρησης.

α) Δεχόμαστε ότι τον νιοστό χρόνο ζωής της μηχανής θα δαπανηθούν $\lambda \cdot Ko \cdot (1 + Es)^V = \sigma_v$ δραχμές, όπου Es είναι ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του κόστους συντήρησης του μηχανήματος δηλαδή αρχικά υποθέτουμε ότι δεν έχουμε συντήρηση, προερχόμενη από τον διαφορετικό ρυθμό παραγωγής της ενέργειας, μια και θεωρούμε σταθερή παραγωγή εκμετάλλευσης της παραγόμενης ενέργειας.

(Ko) είναι το αρχικό κόστος του μηχανήματος. Υπολογίζοντας ένα πληθωρισμό χρήματος (π) οι δαπάνες συντήρησης του νιοστού έτους λειτουργίας ανηγμένες σε παρούσα αξία είναι:

$$\sigma_0 = \lambda \cdot Ko \cdot \frac{(1 + es)^V}{(1 + \pi)^V}$$

Το συνολικό κόστος συνάρτησης και για τα (N) χρόνια ζωής του μηχανήματος είναι Σ_0 και παρέχεται από τη σχέση

$$\Sigma_0 = \lambda \cdot K_0 \cdot \frac{(1 - \epsilon r, \sigma)^N - 1}{\epsilon r, \sigma} \cdot \frac{1}{1 - \epsilon r, \sigma}$$

Όπου $\epsilon r, \sigma$: Εκφράζει τον ενεργό ρυθμό επιβάρυνσης της συντήρησης.

β) Εάν υποθέσουμε στη συνέχεια ότι έχουμε και ένα πρόσθετο κόστος, οφειλόμενο στους διάφορους επιταχυνόμενους ρυθμούς αύξησης της παραγόμενης Ήπιες Μορφές Ενέργειας τότε το κόστος συντήρησης μπορεί να το αποδώσουμε με μια σχέση της μορφής

$$\sigma v = (\lambda \cdot K_0 - \mu \cdot W_y) \cdot (1 - \epsilon r, \sigma)$$

μ εκφράζει το κόστος οφειλόμενο από την φθορά παραγωγής ετησίας μιας KWh (ασφαλώς ασήμαντο ποσό)

$\mu \cdot W_y$ = Κόστος ετήσιο από την φθορά παραγωγής W_y σε KWh ετησίως.

$\lambda \cdot K_0$ = Κόστος φθοράς ετήσιος σταθερός ανεξάρτητος της παραγωγής ήπιας μορφής ενέργειας ή όχι.

$\epsilon r, \sigma$ αποπληθωρισμένο επιτόκιο συντήρησης.

Το συνολικό ανηγμένο κόστος συντήρησης στις παραπάνω συνθήκες δίδεται από μια σχέση της μορφής:

$$\Sigma_0 = (\lambda \cdot K_0 + \mu \cdot W_y) \cdot \frac{(1 + \epsilon r, \sigma)^N - 1}{\left(\frac{\epsilon r, \sigma}{1 + \epsilon r, \sigma} \right)}$$

Με μηδενικό ενεργό επιτόκιο συντήρησης $\epsilon r, \sigma$ για όλα τα έτη ζωής N του μηχανήματος έχουμε έξοδα συντήρησης που παρέχονται από την σχέση:

$$\Sigma_0 = (\lambda \cdot K_0 + \mu \cdot W_y) \cdot N$$

2.3.5 Κόστος καυσίμου.

Εστω μια μηχανή διάρκειας ζωής (N) καταναλίσκει (V_K) lt καυσίμου με σημερινό κόστος το δr χ/lt.. Το σημερινό κόστος K_0 του 1^{ου} χρόνου είναι $\delta r \cdot V_K$

δραχμές το κόστος καυσίμου κατά το νιοστό χρόνο λειτουργίας είναι $\delta r \cdot V_K \cdot (1 + \epsilon r)^y$ είναι ο ρυθμός αύξησης του Καυσίμου.

Το κόστος αυτό ανηγμένο σε σημερινές τιμές, παρέχεται από τη σχέση:

$$K_0 = r_0 \cdot V_k \cdot (1 + \epsilon_{r,k})^v$$

Το συνολικό κόστος καυσίμου για τα (N) έτη λειτουργίας, είναι:

$$K_0 = r_0 \cdot V_k \cdot \left[\sum_{v=0}^{N-1} (1 + \epsilon_{r,k})^v \right] = r_0 \cdot V_k \cdot \frac{(1 + \epsilon_{r,k})^N - 1}{\epsilon_{r,k}}$$

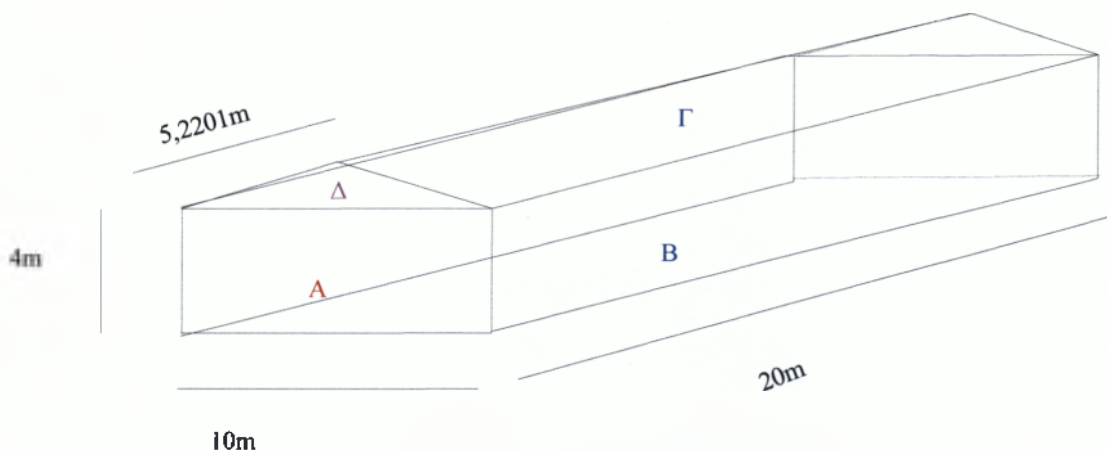
Εάν το καύσιμο πληρώνεται (ή εξοικονομείται) στο τέλος και όχι στην αρχή του χρόνου έχουμε την σχέση:

$$K_0 = r_0 \cdot V_k \cdot \left[\sum_{v=1}^N (1 + \epsilon_{r,k})^v \right]$$

και αναπτύσσοντας έχουμε:

$$K_0 = r_0 \cdot V_k \cdot \frac{\left[(1 + \epsilon_{r,k})^N - 1 \right]}{\frac{\epsilon_{r,k}}{1 + \epsilon_{r,k}}}$$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕΣΩ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.



Σχήμα 1 Διαστάσεις θερμοκηπίου

Θεωρούμε το παραπάνω θερμοκήπιο με διαστάσεις όπως στο σχήμα 1. Θα προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε αν κατά πόσο και σε ποιο βαθμό θα μπορούσαμε να παρέξουμε ενέργεια στο θερμοκήπιο μέσω των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Αρχικά υπολογίζουμε το συνολικό εμβαδόν του υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου, το οποίο προκύπτει από το άθροισμα των πλευρών του, ήτοι:

$$S_A = 40\text{m}^2 \quad S_\Gamma = 104,402\text{m}^2$$

$$S_B = 80\text{m}^2 \quad S_\Delta = 7,5\text{m}^2$$

Ομοίως και για τις απέναντι πλευρές των Α, Β, Γ, Δ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και λαβαίνοντας υπόψη μας, ότι ο θερμικός συντελεστής του υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου – εχει επιλεγθεί το πολυκαρβονικό – είναι $3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, ότι η επιλεγμένη τοποθεσία του θερμοκηπίου είναι η Καλαμάτα, οπότε η θερμοκρασιακή διαφορά ελάχιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της βέλτιστης θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο, είναι 17°C και ο διορθωτικός συντελεστής των διαφορών απωλειών είναι 1,3 για κάθε πλευρα – κατα προσέγγιση – έχουμε:

$$Q_{\text{καλ}} = S_{\text{καλ}} \cdot K_{\text{PC}} \cdot \Delta T \cdot 1,3 = 2 \cdot (S_A + S_B + S_\Gamma + S_\Delta) \cdot 3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 17^\circ\text{C} \cdot 1,3 =$$

$$= 2 \cdot 463,804\text{m}^2 \cdot 3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 17^\circ\text{C} \cdot 1,3 = 61500,41 \text{ W} \text{ ή } 61,5 \text{ KW} \quad (1)$$

Άρα οι θερμικές απώλειες του θερμοκηπίου λόγω του υλικού κάλυψης, εκτιμώνται σε $61500,41 \text{ W}$

Για να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες του θερμοκηπίου, εκτός από το υλικό κάλυψης, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και το έδαφος, το οποίο απορροφά και αυτό θερμότητα, η οποία υπολογίζεται ως εξής:

Έστω $S_{ΕΔ}$, το εμβαδόν του περικλυόμενου από το θερμοκήπιο εδάφους. Έχουμε:

$$S_{ΕΔ} = \alpha \cdot \beta = 10\text{m} \cdot 20\text{m} = 200\text{m}^2$$

Για να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες του εδάφους του θερμοκηπίου ενεργούμε όπως και παραπάνω, παραβλέποντας τον διορθωτικό συντελεστή 1,3 και έχουμε:

$$Q_{ΕΔ} = S_{ΕΔ} \cdot K_{ΕΔ} \cdot \Delta T = 200\text{m}^2 \cdot 2,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C} \cdot 17^\circ\text{C} = 7480 \text{ W} \quad (2)$$

Αθροίζοντας τις (1) και (2) έχουμε:

$$Q_{ΘΕΡ} = Q_{ΕΔ} + Q_{Καλ} = 61500,41 \text{ W} + 7480 \text{ W} = 68980,41 \text{ W} \quad (3)$$

Όπως προκύπτει από τη σχέση (3) οι ολικές θερμικές απώλειες του θερμοκηπίου είναι 68980,41 W, οπότε η ισχύς που πρέπει να παρέξουμε σε αυτό ισούται με 68980,41 W

Για να υπολογίσουμε την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών που θα χρησιμοποιήσουμε, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την ηλιακή ακτινοβολία ανά μήνα και να επιλέξουμε να υπολογίσουμε τον μήνα με τη μικρότερη (ποσοτικά) ένταση ηλιακής ακτινοβολίας.

Γνωρίζουμε ότι ο μήνας με τη μικρότερη ηλιακή ακτινοβολία είναι ο μήνας Δεκέμβριος, με ένταση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας 73KWh/m^2 με κλίση επιφάνειας 60° (Σχήμα 2). Προχωρώντας στον υπολογισμό της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου ($\alpha_{\text{φωτ}}$), την απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου λόγω θερμικής μεταβολής ($\alpha_{\text{Θερ}}$), την απόδοση των παρελκόμενων του φωτοβολταϊκού πλαισίου (φορτιστή ($\alpha_{\text{φ}}$), καλωδιώσεις ($\alpha_{\text{κ}}$), συσσωρευτή ($\alpha_{\text{σ}}$)). Υπολογίζοντας το αλγεβρικό γινόμενο των παραπάνω στοιχείων και διαιρώντας την μηνιαία συνολική ηλιακή ακτινοβολία με το σύνολο των ημερών βρίσκουμε την απόδοση στην έξοδο των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ήτοι:

$$\alpha_{Εξ} = (I_T/31) \cdot \alpha_{\text{φωτ}} \cdot \alpha_{\text{Θερ}} \cdot \alpha_{\text{φ}} \cdot \alpha_{\text{κ}} \cdot \alpha_{\text{σ}} \quad (4)$$

Για μπορέσουμε να επιλέξουμε τα επιμέρους χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού πλαισίου, επιλέγουμε το φωτοβολταϊκό πλαίσιο KYOCERA KC 100 – 1 το οποίο έχει ισχύ 110 W, επιφάνεια πλαισίου $0,9291\text{m}^2$ και στοιχίζει 218.000 δρχ. (τιμή Φθινοπώρου 1999). Το εν λόγω φωτοβολταϊκό έχει απόδοση $\alpha_{\text{φωτ}} = 13\%$ ενώ οι αποδόσεις του φωτοβολταϊκού πλαισίου λόγω

θερμοκρασιακής μεταβολής, του συσσωρευτή, των καλωδιώσεων και του φορτιστή, έχουν ως εξής:

$$\alpha_{\theta\epsilon\rho} = 0,94250 \quad \alpha_{\phi} = 0,97 \quad \alpha_{\kappa} = 0,99 \quad \alpha_{\sigma} = 0,85 \quad (5)$$

Οπότε η (4) διαμέσω της (5) γίνεται:

$$\alpha_{\epsilon\xi} = [73(\text{KWh/m}^2)/31] \cdot 0,13 \cdot 0,94250 \cdot 0,97 \cdot 0,99 \cdot 0,85 = 235,5112904 \text{ Wh/m}^2$$

Άρα $\alpha_{\epsilon\xi} = 235,5112904 \text{ Wh/m}^2$ (6)

Αρχικά είχαμε θεωρήσει ότι οι απώλειες του θερμοκηπίου ανερχόντουσαν σε $Q_{\theta\epsilon\rho} = 68980,41 \text{ W}$ και η απόδοση στην έξοδο των φωτοβολταϊκών είναι $\alpha_{\epsilon\xi} = 235,5112904 \text{ Wh/m}^2$ ή $\alpha_{\epsilon\xi} = 235,5112904 \text{ Wh/m}^2 \cdot 24\text{h}$ έτσι ώστε να βρούμε την συνολική απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου για μία μέρα. Δηλαδή έχουμε $\alpha_{\epsilon\xi} = 5652,27097 \text{ W/m}^2$, οπότε για να βρούμε την επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου που θα χρειαστεί, αρκεί να διαιρέσουμε τις απώλειες του θερμοκηπίου με την απόδοση στην έξοδο των φωτοβολταϊκών, οπότε έχουμε:

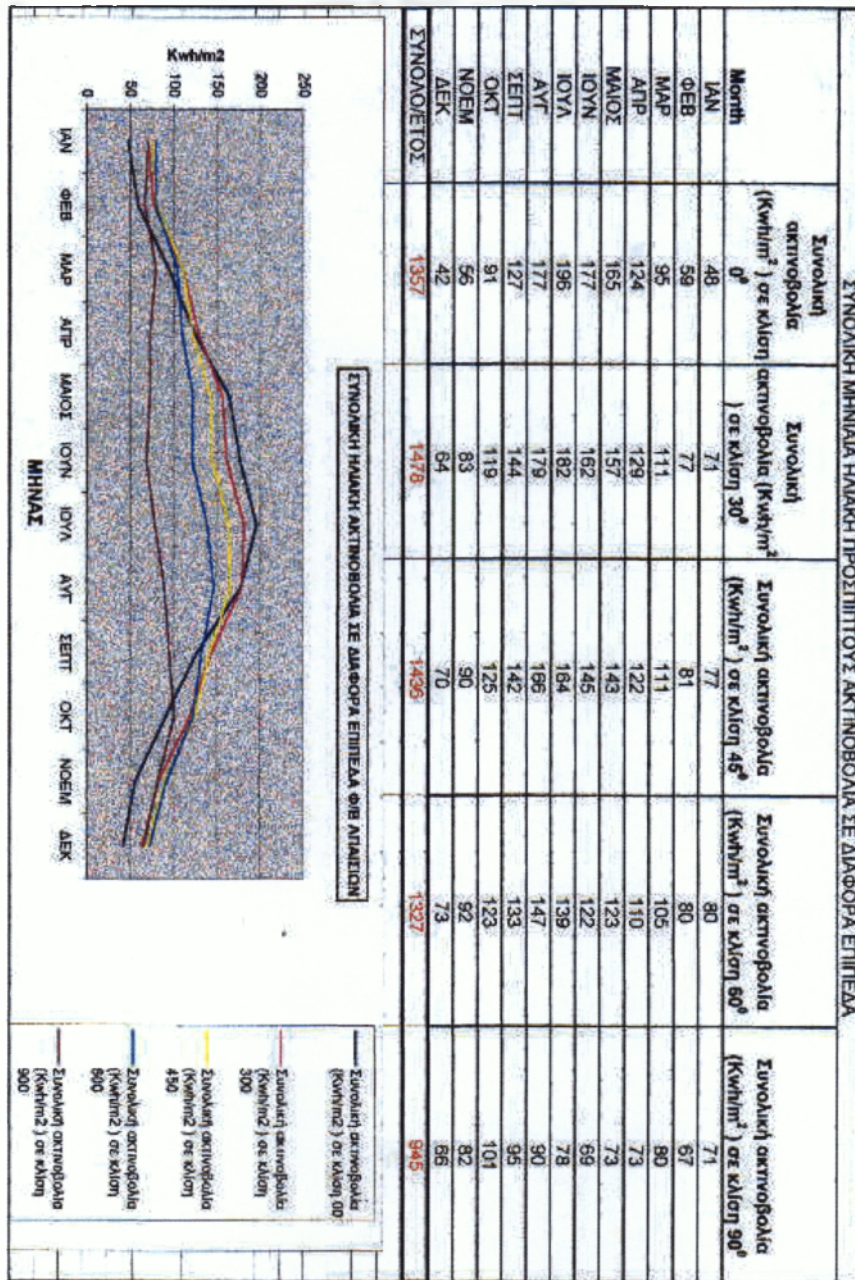
$$S = Q_{\theta\epsilon\rho} / \alpha_{\epsilon\xi} = 68980,41 \text{ W} / 5652,27097 \text{ W/m}^2 = 12,204016820 \text{ m}^2 \quad (7)$$

Για να βρούμε πόσα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα χρειαστούμε για να τροφοδοτήσουμε το θερμοκήπιο με την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια, θα διαιρέσουμε την συνολική επιφάνεια των φωτοβολταϊκών με την επιφάνεια της μίας μονάδας. Έτσι έχουμε:

$$S/S_{\phi\omega\tau} = 12,204016820 \text{ m}^2 / 0,9291 \text{ m}^2 = 13,135310320$$

Άρα θα χρειαστούμε 13,135310320 φωτοβολταϊκά πλαίσια ή 14 φωτοβολταϊκά πλαίσια. Το κόστος των πλαισίων, λαβαίνοντας υπόψη ότι η τιμή της μονάδας είναι 218.000 δρχ. ανέρχεται σε 3.052.000 δρχ.

Όπως αντιλαμβανόμαστε το κόστος τοποθέτησης φωτοβολταϊκών στοιχείων για την πλήρη κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ενός θερμοκηπίου, είναι εφικτή και μπορεί να πραγματοποιηθεί. Το μόνο στοιχείο που μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη στην όλη εγκατάσταση είναι το αρχικό κόστος, το οποίο όμως μπορεί να αποσβεστεί σε ένα λογικό χρονικό διάστημα και μετά από τη πάροδο αυτού, να έχουμε κέρδη από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.



Σχήμα 2 Συνολική μηνιαία ηλιακή προσπίπτουσα ακτινοβολία σε διάφορα επίπεδα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ηλιακά Παθητικά Θερμοκήπια, Π. Χαρώνη, Εκδόσεις ΙΩΝ
- Καλλιέργειες σε θερμοκήπιο, Γ. Ζαμπούρη – Ασπασίας Γκακνή, Εκδόσεις ΙΩΝ
- Ηλιακή Ενέργεια, Α. Αλεξάκης, Εκδόσεις Μιχάλη Σιδέρη
- Γεωργικές Κατασκευές, Α. Ηλιόπουλου, Ίδρυμα Ευγενιδίου
- Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Κ. Καγκαράκη, Εκδόσεις Συμμετρία
- Ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίων, Μ. Παπαδόπουλος – Κ. Αξαρλή, Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη
- Ανεμοκινητήρες, Γ. Μπεργελές, Εκδόσεις Συμεών
- Θερμοκήπια, Γ. Μαυρογιαννόπουλου, Εκδόσεις Α. Σταμούλης
- Θερμοκήπια. Στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας, Θανος Σ. Ευσταθιάδης. (1987).
- Βιβλιοθήκη Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Αθηνών.
- Γεράσιμος Αλεβιζάτος. Ενεργειακά πάρκα
- Διαδίκτυο
- Εταιρία «Ηλιοδύναμη»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Για την περάτωση αυτής της εργασίας θα' θελα να ευχαριστήσω πρώτιστα το στενό οικογενειακό και φιλικό μου περιβάλλον που χωρίς την συνδρομή τους, πνευματική και υλική, η εργασία αυτή δεν θα είχε γίνει ποτέ. Κατά δεύτερο λόγο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Δημήτριο Καραμουσαντά, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και πρακτικά ανεξάντλητο θέμα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστίσω τον κ. Αλάσση Αιμίλιο από την εταιρία «ηλιοδύναμη» για τις χρήσιμες συμβουλές του. Τέλος θερμές ευχαριστίες για την πολύπλευρη βοήθεια θέλω να εκφράσω στους Κατατσούλη Γεώργιο, Καντάλα Γεώργιο, Λύρα Παναγιώτη, Ζαχαρούλα Καραλή, και τον Βασίλη Καννά για τη συμπαράστασή και την ανοχή τους.

Αντώνης Σ. Καργαδούρης
Σπουδαστής Ι' Εξαμήνου
Τμήματος Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας