



Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Θεσσαλονίκης

Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και βιοκλιματικός σχεδιασμός

Αναστασιάδης Ιωάννης

Ελπασίδου Σοφία

Εισηγητής Καθηγητής : Κονιτόπουλος Γεώργιος

Θεσσαλονίκη 2013

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την μελέτη και την ανάλυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας γενικά, αλλά και ειδικά στην Ελλάδα, καθώς και την μελέτη και εφαρμογή του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού σε κατοικίες. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία γενική περιγραφή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας καθώς και ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Στη συνέχεια θίγονται τα παγκόσμια ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ στο επόμενο κεφάλαιο, εξετάζεται η κάθε Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας ατομικά. Τέλος, παρουσιάζεται η έννοια του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, οι αρχές του, και η εφαρμογή του στην Ελλάδα.

Περιεχόμενα

1.Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	5
1.1.Ιστορική Αναδρομή.....	5
1.2.Γενικά.....	6
1.3. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Στην Ελλάδα	8
1.4. Πλεονεκτήματα ΑΠΕ	10
1.5. Μειονεκτήματα ΑΠΕ	10
2. Τα παγκόσμια ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα	12
2.1. Η κλιματική αλλαγή	12
2.2.Το πρωτόκολλο του Kyoto.....	13
2.3.Το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα	14
2.4. Παγκόσμιο Δυναμικό	16
3.Ανανεώσιμη Τεχνολογία Και Εφαρμογές Στην Ελλάδα	20
3.1.Αιολική Ενέργεια	20
3.1.1. Αιολικά πάρκα.....	22
3.1.2. Αξιοποίηση Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα	25
3.2. Γεωθερμική Ενέργεια.....	28
3.2.1. Η Γεωθερμία στην Ελλάδα.....	30
3.2.2. Εφαρμογές της Γεωθερμίας.....	33
3.2.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	34
3.3. Υδροηλεκτρική Ενέργεια	38
3.3.1. Αξιοποίηση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα	41
3.4. Βιομάζα	43
3.4.1. Εφαρμογές Βιομάζας στην Ελλάδα.....	46
3.5. Ηλιακή Ενέργεια	50

3.5.1. Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα	51
3.6. Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	53
3.6.1. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	56
3.6.2. Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα	58
3.7.Συμπεράσματα και λύσεις.....	60
4.Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.....	62
4.1.Γενικά.....	62
4.1.1. Τι είναι ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	62
4.1.2. Στόχοι του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	62
4.1.3. Πλεονεκτήματα των βιοκλιματικών κατασκευών	63
4.2. Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα.....	64
4.3.Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	69
4.3.1. Αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου	70
4.3.2.Προσανατολισμός.....	71
4.3.3. Περιβάλλοντας χώρος	71
4.4. Στοιχεία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	72
4.4.1. Παθητικά συστήματα θέρμανσης	73
4.4.2.Ενεργητικά Συστήματα Θέρμανσης	93
4.4.3. Παθητικά συστήματα φυσικού δροσισμού.....	96
4.5. Συμπεράσματα-Οδηγίες για την επιτυχή εφαρμογή του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	103
5.Βιβλιογραφία	106
5.1.Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	106
5.2.Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.....	107

1.Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

1.1.Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος "τροφοσυλλέκτης" των προϊστορικών χρόνων στηριζόταν αποκλειστικά στη μυϊκή του ενέργεια για να βρίσκει την τροφή του και να φτιάχνει τα καταφύγιά του. Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία του ανθρώπου υπήρξαν αναμφισβήτητα η ανακάλυψη και χρήση της φωτιάς και η επινόηση του τροχού. Από τη λίθινη ακόμη εποχή γνωρίζουμε ότι οι κάτοικοι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν την ενέργεια της φωτιάς αρχικά για το φωτισμό, τη θέρμανση και τη μαγειρική και με το πέρασμα των χιλιετιών για τη μεταλλουργία και την υαλουργία. Τα πρώτα καύσιμα ήταν τα ξερά χόρτα, το ξύλο, η κοπριά και στη συνέχεια το φυτικό και ζωικό λίπος (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Αργότερα ανακάλυψε τη δύναμη του ανέμου - αιολική ενέργεια - την οποία χρησιμοποίησε σαν "μηχανική ενέργεια" για την ύδρευση και άρδευση, άλεση δημητριακών, θαλάσσιες μεταφορές. Ήδη από το 3500 π.Χ. ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία, ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία περίπου το 3000 π.Χ. και στην Ευρώπη, στη Γαλλία συγκεκριμένα, το 1180 π.Χ. Με την ανακάλυψη του τροχού του νερού περίπου το 200 π.Χ., αξιοποιείται η ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε, για την άλεση των σπόρων - υδραυλική ενέργεια - και σήμερα έχει εξελιχθεί στον σύγχρονο υδροστρόβιλο για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι πρώτες προσπάθειες κατασκευής και χρήσης πιο πολύπλοκων μηχανών που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες και αξιοποιούν τις πιο πάνω πηγές ενέργειας, εμφανίζονται περί το 300 π.Χ.. Ο Αρχιμήδης αναφέρεται ανάμεσα στους πρώτους εφευρέτες, καθώς το 212 π.Χ. με τα κοίλα κάτοπτρα που κατασκευάζει, εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και κατακαίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών. Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς το 130 π.Χ. κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή που αποτελείται από μια περιστρεφόμενη σφαίρα με δύο ακροφύσια και εκμεταλλεύεται τη δύναμη του ατμού. Οι πρώτες χρήσιμες ατμομηχανές εμφανίζονται με τη χρήση των καυσίμων απολιθωμάτων, οπότε ξεκινά η βιομηχανική επανάσταση (1780-1850 μ.Χ.). Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης κατασκευάζεται το 1860 από το Γάλλο εφευρέτη Ζαν-Ζοζέφ-Ετιέν Λενουάρ και

τελειοποιείται το 1876 από το Γερμανό μηχανικό Νικολάους Όττο, ο οποίος κατασκευάζει την τετράχρονη μηχανή. Το 1901 γενικεύεται η πετρελαιοκινούμενη μεταφορά, ενώ στα τέλη του 19ου αιώνα ανακαλύπτεται ο ηλεκτρισμός που μεταμορφώνει τη ζωή και την εργασία του ανθρώπου και δημιουργεί μια παγκόσμια βιομηχανία με τεράστια οικονομικά μεγέθη. Στον εικοστό αιώνα κατασκευάζονται σε μερικές χώρες βιομηχανίες που στηρίζονται στην εντατική χρήση πετρελαίου και ηλεκτρισμού και δίνουν τεράστια ώθηση στην οικονομική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα όμως δημιουργούνται νέες ανάγκες που απαιτούν κατανάλωση ενέργειας, ενώ συσσωρεύονται πολλά προβλήματα στο περιβάλλον, ιδιαίτερα με τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας από τη δεκαετία του 1970 και μετά.

1.2.Γενικά

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που

προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσίαν στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

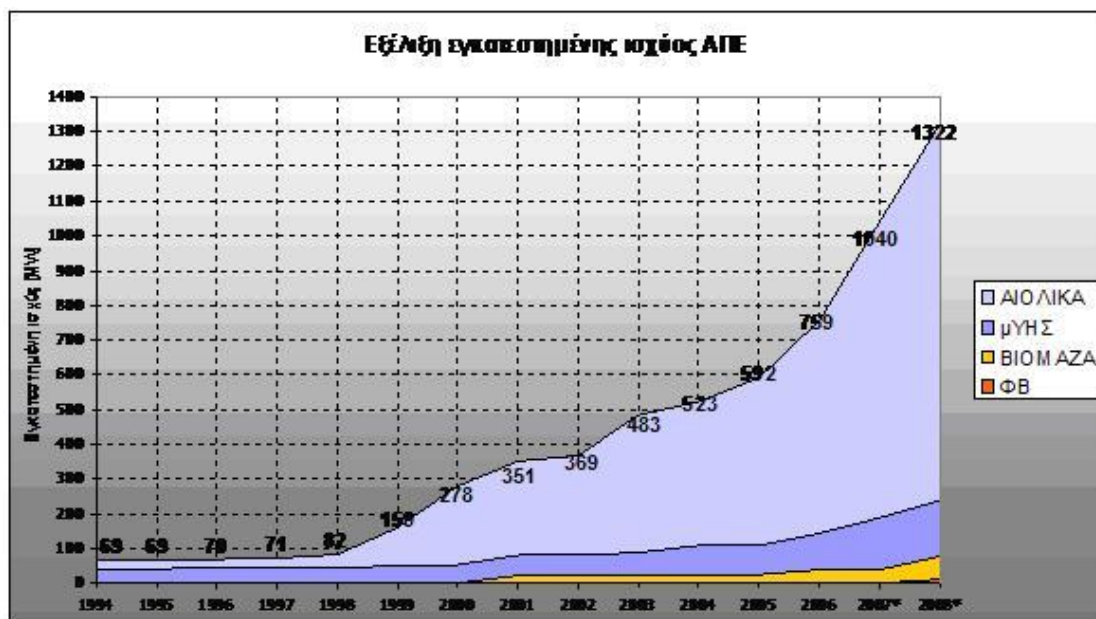
Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρεπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και

ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2010 το 25% της ενέργειας θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα).

1.3. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Στην Ελλάδα

Η χρήση των ΑΠΕ στην Ελλάδα αυξήθηκε σημαντικά τα τελευταία 6-7 χρόνια και αυτό κυρίως λόγω της σταδιακής εναρμόνισης της ελληνικής νομοθεσίας με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Διάγραμμα 1). Συγκεκριμένα, στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής η ΔΕΗ είχε το μονοπώλιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 1994 με εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ περίπου στα 70 MW. Το ίδιο έτος, με το νόμο 2292/1994 οι ιδιώτες επενδυτές απέκτησαν τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και πώλησης της με ευνοϊκές τιμολογιακές συνθήκες. Η ουσιαστική απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας έγινε το 1999 με τον νόμο 2773/99 και την ταυτόχρονη ίδρυση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) και του Διαχειριστή Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ). Η ΡΑΕ είναι ένας ανεξάρτητος φορέας που γνωμοδοτεί στο υπουργείο Ανάπτυξης σχετικά με ζητήματα ενέργειας (άδειες παραγωγής, τιμολόγηση κλπ), ενώ ο ΔΕΣΜΗΕ εκτός από τη διαχείριση του δικτύου είναι και ο εμπορικός διαχειριστής των μονάδων ΑΠΕ του διασυνδεδεμένου συστήματος της χώρας. Ο νόμος 2773/99 τέθηκε ουσιαστικά σε εφαρμογή το 2001, οπότε και ξεκίνησε η γρήγορη ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Ενδεικτικά η ονομαστική ισχύς των μονάδων ΑΠΕ στην Ελλάδα αυξήθηκε από 351 MW το 2001 σε 1040 MW το 2007.



Διάγραμμα 1: Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος στην Ελλάδα.

Το 2001, εναρμονιζόμενη με την κοινοτική οδηγία 2001/77/EC, η Ελλάδα έθεσε σαν στόχο την κατά 20,1% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας μέχρι το 2010. Κάτι τέτοιο θα αντιστοιχούσε σε περίπου 3000 MW εγκατεστημένης ισχύος που θα αποτελείται κυρίως από εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, περίπου 2500 MW. Δεδομένου ότι το 2007 η ισχύς των μονάδων ΑΠΕ ήταν 1040 MW ενώ η αντίστοιχη ονομαστική ισχύς των εγκατεστημένων αιολικών ήταν 840MW, είναι κατανοητό ότι η Ελλάδα απέχει αρκετά από το να πετύχει το συγκεκριμένο στόχο. Το γεγονός ότι τη δεδομένη στιγμή υπάρχουν έργα ΑΠΕ ισχύος 3400 MW που έχουν άδεια παραγωγής αλλά δεν έχουν εγκατασταθεί, είναι μεν ενθαρρυντικό αλλά ταυτόχρονα και ανησυχητικό, σχετικά με τους λόγους για τους οποίους η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ καθυστερεί χαρακτηριστικά στην Ελλάδα.

Μία από τις τελευταίες νομοθετικές ρυθμίσεις σχετικά με τις ΑΠΕ υπήρξε ο νόμος 3468/2006, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, με τον οποίο η Ελλάδα εναρμονίζεται πλήρως με την κοινοτική τάση για αντικατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Ο νόμος προβλέπει επιδοτήσεις για όλες τις ΑΠΕ, προσφέρει ισχυρά επενδυτικά κίνητρα και απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις διαδικασίες αδειοδότησης, ενώ προσφέρει και υψηλές τιμές πώλησης της ενέργειας με μακροχρόνια συμβόλαια.

1.4. Πλεονεκτήματα ΑΠΕ

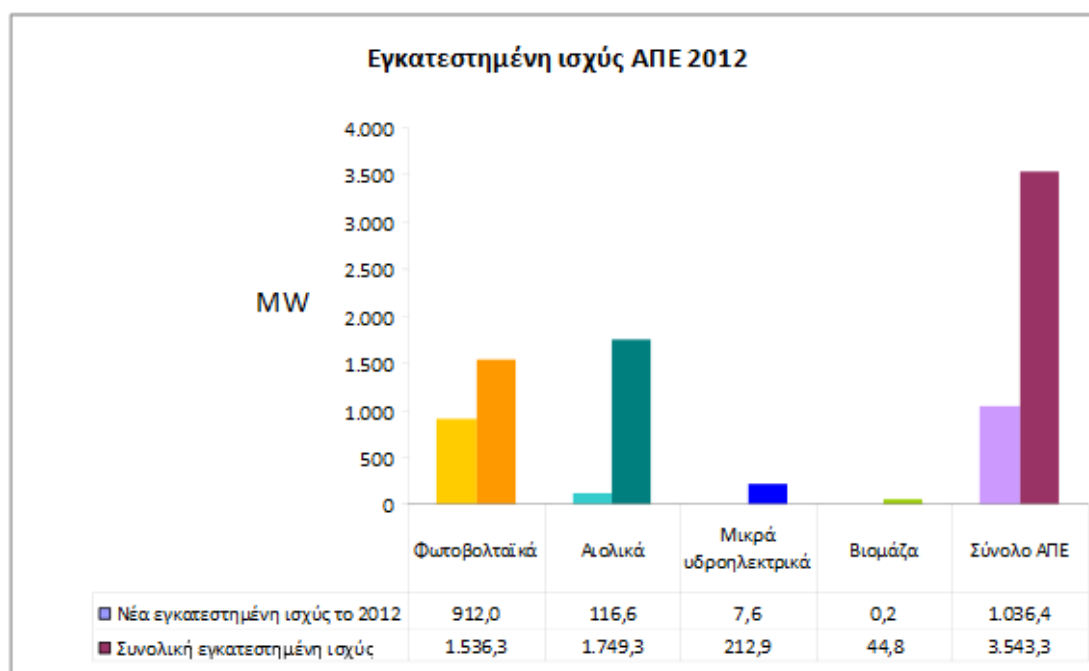
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική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

1.5. Μειονεκτήματα ΑΠΕ

Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.

Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Διάγραμμα 2: Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα για το έτος 2012.

2. Τα παγκόσμια ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα

2.1. Η κλιματική αλλαγή

Κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) καθώς και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλάζοντας τη σύσταση των αερίων που παρέμενε σταθερή για δεκάδες χιλιάδες χρόνια. Η ανατροπή αυτή αναμένεται να αλλάξει δραστικά το κλίμα τις επρχόμενες δεκαετίες. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες οι άνθρωποι αυξήσαμε κατά 25% την συνολική ποσότητα CO₂ της ατμόσφαιρας. Κάθε χρόνο επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα με 6 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια από 2 έως και 6 βαθμούς Κελσίου.

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης της γης δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλα τα μήκη και πλάτη. Πρόσφατες έρευνες σε Αμερική και Ευρώπη δείχνουν ότι κάτω από τις συνθήκες αυτές προβληματικά κλιματολογικά φαινόμενα όπως οι ξηρασίες, οι πλημύρες, το el nino και άλλα, αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά. Οι σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι:

- 1) η μείωση στα αποθέματα του νερού
- 2) οι απότομες μεταβολές στη θερμοκρασία του πλανήτη
- 3) οι υψηλές θερμοκρασίες στη θερινή περίοδο
- 4) η είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμιση του.
- 5) οι σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμού και αγαθών.
- 6) η δραματική μείωση του αριθμού των ειδών.

Η αλλαγή του κλίματος αμφισβητήθηκε στο παρελθόν και σε οποιεσδήποτε προσπάθειες για την έγκαιρη αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού αντέδρασαν λόμπι ισχυρών συμφερόντων. Πλέον όμως αυτή η πραγματικότητα είναι αδιαμφισβήτητη καθώς οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ήδη πραγματικότητα. Την τελευταία δεκαετία, εκδηλώθηκαν τρεις φορές περισσότερες φυσικές καταστροφές κυρίως πλημμύρες και τυφώνες στον κόσμο από ότι στην δεκαετία του 60, ενώ τετραπλασιάστηκε το κόστος των καταστροφών από παρομοια φαινόμενα.

Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν με την καύση λιγνίτη, λιθάνθρακα, πετρελαίου και άλλων ορυκτών καυσίμων, ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της περιβαλλοντικής κρίσης προκαλώντας αλόγιστη ρύπανση στον αέρα, το έδαφος, το υπέδαφος, τον υδροφόρο ορίζοντα άλλα και την υγεία των πολιτών. Στην Ευρώπη οι πιο ρυπογόνοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν στην Ελλάδα, την Γερμανία, την Πολωνία και την Ισπανία.

Συμφώνα με έκθεση της wwf, η ελληνική ΔΕΗ είναι η 5^η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής λιγνίτη στον κόσμο, και οι πιο ρυπογόνοι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί στην Ευρώπη είναι αυτοί του Άγιου Δημητρίου και της Καρδίας στην Κοζάνη. Οι σταθμοί της ΔΕΗ εκλύουν κάθε χρόνο 43 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ποσό που αποτελεί το 40% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας.

2.2. Το πρωτόκολλο του Kyoto

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών η διεθνής κοινότητα συμφώνησε στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υπογράφοντας την σύμβαση πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή γνωστό ως το πρωτόκολλο του Kyoto. Η συμφωνία αυτή επικυρώθηκε πάνω από 100 χώρες στο Kyoto της Ιαπωνίας το 1997. Εκεί οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμευτήκαν να μειώσουν συνολικά τις εκπομπές των 6 κύριων αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα CO₂, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και διάφορα βιομηχανικά φθοριούχα αέρια κατά 5,2% με βάση τις εκπομπές του 1990 ως το 2012.

Το πρωτόκολλο είναι ένα θετικό βήμα αλλά ατελές, για την σωτηρία του πλανήτη και για την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αποτελεί την πρώτη

συμφωνία που έθεσε συγκεκριμένο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και αναγνώρισε την κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη των διαφόρων χωρών.

Ο κοινός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2%, αλλά η ευθύνη είναι διαφοροποιημένη με βάση τις ανάγκες ανάπτυξης τους και την ιστορική τους ευθύνη στη δημιουργία του φαινομένου. Έτσι ενώ ο Καναδάς έχει στοχεύσει σε μείωση 6% των εκπομπών του, η Γερμανία σε μείωση κατά 21%. Η Ελλάδα διεκδίκησε και 'πέτυχε' να της επιτραπεί η αύξηση κατά 25%!!!!

Μαζί με το πρωτόκολλο του Kyoto γεννήθηκε μια σειρά πολύπλοκων εννοιών. Οι έννοιες αυτές ονομάζονται «ευέλικτοι μηχανισμοί» ή πιο απλά παραθυράκια για την αποφυγή της πραγματικής μείωσης των εκπομπών. Οι ευέλικτοι αυτοί μηχανισμοί δίνουν το δικαίωμα στις ανεπτυγμένες χώρες να πωλούν και να αγοράζουν πιστώσεις μεταξύ τους. Δηλαδή όταν μια χώρα έχει καταφέρει να μειώσει σε μεγαλύτερο ποσοστό τα αέρια του θερμοκηπίου από αυτό για το οποίο δεσμεύτηκε, έχει τη δυνατότητα να εμπορευτεί την επιπλέον αυτή ποσότητα με κάποια χώρα η οποία δεν κατάφερε να φτάσει στο στόχο της.

Όπως φαίνεται τα περιθώρια που προσφέρει το πρωτόκολλο του Kyoto στην ανάπτυξη της αγοράς του άνθρακα το καθιστά ανεπαρκές για την προστασία του παγκόσμιου κλίματος. Όμως οι περιβαλλοντικές οργανώσεις-φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης, αλλά και ορισμένες κυβερνήσεις πιέζουν για νέους πιο φιλόδοξους αλλά αναγκαίους στόχους, για σοβαρότερη προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το μέλλον των έργων φαίνεται πως βλάπτει τα συμφέροντα των επιχειρήσεων που δε θέλουν να δουν να πηγαίνουν χαμένα τα σχέδια που προσφέρουν σε όσους χρειάζονται τις πιστώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και έσοδα στα ταμεία τους.

2.3.Το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα

Τις τελευταίες δεκαετίες οι ενεργειακοί πόροι έχουν εξελιχθεί σε πόρους στρατηγικής σημασίας για την λειτουργία του οικονομικού συστήματος. Όμως η ενεργοβόρα δομή παραγωγής, η αυξανόμενη κατανάλωση και ταυτόχρονα η ανορθολογική χρήση της ενέργειας έχουν οδηγήσει σε μείωση των αποθεμάτων των ενεργειακών πόρων άρα και αύξηση του κόστους εξόρυξης και παραγωγής τους. Η στενότητα των φυσικών πόρων και η επίπτωση της στην οικονομική ανάπτυξη έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την οικονομική σκέψη. Στοχαστές όπως ο Malthus και Marx διερευνούσαν ήδη από το

19^ο αιώνα κατά πόσο η φύση θέτει φραγμούς στην οικονομική ανάπτυξη, ώστε η οικονομία να οδηγηθεί μακροχρόνια σε μια στάσιμη κατάσταση.

Μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο, αρκετοί οικονομολόγοι ασχολήθηκαν με την μέτρηση της στενότητας συγκεκριμένων φυσικών πόρων. Ειδικότερα το ενδιαφέρον για την στενότητα των ορυκτών καυσίμων υπήρξε αρκετά έντονο λόγω των δύο μεγάλων ενεργειακών κρίσεων. Ο προβληματισμός στρεφόταν πάντα γύρω από το πώς θα μπορέσει να συμβαδίσει η κοινωνική ευημερία σε συνάρτηση με την στενότητα των φυσικών πόρων. Οι ενεργειακοί πόροι που κατέχουν σήμερα δεσπόζουσα θέση στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας είναι κυρίως το πετρέλαιο και τα προϊόντα του, ενώ ακολουθεί ο άνθρακας και το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο και τα λοιπά ορυκτά

καύσιμα είναι εξαντλήσιμοι και σπάνιοι πόροι και επομένως υπό την πίεση της αυξανόμενης ζήτησης θα αυξάνονται ολοένα και οι τιμές τους.

Πρόσφατα οι διεθνείς τιμές του πετρελαίου έφτασαν σε πρωτόγνωρα υψηλά επίπεδα φθάνοντας στο υψηλότερο επίπεδο σε πραγματικούς όρους, από το τέλος της δεκαετίας του 70. Στα τέλη του Μαΐου του 2008 η τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Μπρεντ κινήθηκε γύρω στα 132 USD το βαρέλι, ήταν δηλαδή υπερδιπλάσια σε σχέση με τα επίπεδα του 2007. Η μέση τιμή του πετρελαίου για τους πέντε πρώτους μήνες του 2008 ανερχόταν σε 105 USD έναντι μέσου όρου της τάξης των 73 USD το βαρέλι κατά το 2007, ενώ οι τιμές είχαν ήδη τριπλασιαστεί σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2002.

Οι τιμές του άνθρακα και του φυσικού αερίου ακολούθησαν , αυξανόμενες με τον ίδιο ρυθμό ή και με ταχύτερο σε σχέση με τις τιμές του πετρελαίου, κατά τους τελευταίους 12 μήνες του 2008 . Τούτο σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές του πετρελαίου είχαν ως αποτέλεσμα τις αυξημένες τιμές των ενεργειακών προϊόντων, πιέζοντας τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στην Ευρώπη να αυξήσουν τις τιμές τους.

Οι προηγούμενες πετρελαϊκές κρίσεις όπως εκείνη της δεκαετίας του 70 είχαν προκληθεί από τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν στην προσφορά από τις χώρες παραγωγής. Στην προκειμένη περίπτωση η σταθερή ή ακόμη και ελαφρά μειούμενη προσφορά πετρελαίου αγωνίζεται να ανταποκριθεί σε μια αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση. Το συμπέρασμα είναι πως η αύξηση των τιμών του πετρελαίου δεν οφείλεται πια σε προσωρινούς παράγοντες όπως γινόταν κατά το παρελθόν αλλά σε μια

διαρθρωτική μεταβολή της ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης πετρελαίου στην παγκόσμια οικονομία και ως εκ τούτου είναι πιθανόν μακροπρόθεσμα να παραμείνουν υψηλές οι τιμές.

Πίνακας 1. Διάρκεια ζωής παγκόσμιων αποθεμάτων εξαντλήσιμων πηγών ενέργειας.

Καύσιμο	Χρόνια
Λιγνίτες	510
Γαιάνθρακες	130
Φυσικό αέριο	65
Πετρέλαιο	43

Η κυριότερη πολιτική αντιμετώπιση του προβλήματος πρέπει να συνίσταται στο να καταστούν οι χώρες περισσότερο αποτελεσματικές όσον αφορά την παραγωγή και την χρήση ενέργειας και λιγότερο εξαρτημένες από τα ορυκτά καύσιμα. Δυστυχώς σήμερα η εξάρτηση των χωρών ειδικά της ευρωπαϊκής ένωσης παραμένει μεγάλη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει σήμερα το 50% της ενέργειας που χρειάζεται και η πρόβλεψη είναι να φθάσει το 70% έως το 2030 με ανάλογη αύξηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας. Μόνο το ρωσικό φυσικό αέριο καλύπτει το 20% των αναγκών της, γεγονός που δίνει την ευκαιρία στην Ρωσία να χρησιμοποιήσει την ενέργεια σαν πολιτικό όπλο τα επόμενα χρόνια.

Για τις χώρες που είναι εισαγωγείς πετρελαίου, φυσικού αερίου και άλλων ορυκτών καυσίμων μια αύξηση στις τιμές των εν λόγω καυσίμων θα αποτελούσε, πηγή πληθωρισμού αυξάνοντας τις τιμές των προϊόντων και συρρικνώνοντας την αγοραστική δύναμη των πολιτών. Πρόσφατα στην Ευρώπη ο πληθωρισμός των τιμών ενέργειας συνέβαλε κατά 0.8% περίπου στην αύξηση του εναρμονισμένου δείκτη τιμών καταναλωτή κατά το τέταρτο τρίμηνο του 2007. Ομοίως οι τιμές πολλών γεωργικών προϊόντων, όπως σίτου, των γαλακτοκομικών προϊόντων του κρέατος παρουσίασαν κατακόρυφη αύξηση.

2.4. Παγκόσμιο Δυναμικό

Από το 1997 που επεγράφη το Πρωτόκολλο του Kyoto, οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές αυξάνονται διαρκώς με ταχείς ρυθμούς. Η εγκατεστημένη ισχύς σε ανεμογεννήτριες αυξάνεται κατά 25-30% ετησίως, τα φωτοβολταϊκα κατά 50-60% ετησίως, οι ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού κατά 15-20% ετησίως και η

παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων κατά 15-20% ετησίως. Παγκοσμίως ολοένα και περισσότερες χώρες στοχεύουν να αυξήσουν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, διαμορφώνοντας τα θεσμικά πλαίσια για την προσέλκυση επενδύσεων. 58 χώρες έχουν σήμερα θέσει στόχους για την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό τους ισοζύγιο συμπεριλαμβανομένων και αναπτυσσόμενων χωρών αλλά και πολιτειών/περιφερειών των ΗΠΑ και του Καναδά, και 18^η πλειοψηφία αυτών έχει διαμορφώσει συγκεκριμένες πολιτικές και κίνητρα για την χρήση ΑΠΕ. Ενώ την πρωτοπορία στον κλάδο διαθέτει η Ευρώπη, έχοντας άνω του 35% του παγκόσμιου δυναμικού σε παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες.

Σήμερα πάνω από 70 χώρες έχουν αιολική ενέργεια, μεταξύ τους και αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, Αίγυπτος, Μεξικό, Ιράν, Βραζιλία κ.α. Η Ινδία και η Κίνα έχουν πολύ μεγάλη ισχύ σε αιολική ενέργεια, κατέχοντας 4^η και 6^η θέση αντίστοιχα (με τη Γερμανία και την Ισπανία να κατέχουν την 1^η και 2^η) στη παγκόσμια κατάταξη το 2006 όσον αφορά εγκατεστημένη ισχύ αιολικών πάρκων.

Χώρες όπως η Γερμανία κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν με τέτοιο τρόπο τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας ώστε εκτός από τα πρωτεύοντα αποτελέσματα να αποκτήσουν οφέλη σε επίπεδο τεχνογνωσίας και κατασκευαστικής δραστηριότητας. Ο εξοπλισμός και οι κατασκευές στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν μεγάλο κομμάτι της βιομηχανικής παραγωγής της Γερμανίας, μαζί με τη βιομηχανική παραγωγή σε αυτοκίνητα και μηχανικά εργαλεία.

Ο μεγαλύτερος κατασκευαστής φωτοβολταϊκών κυψελών στον κόσμο που χρησιμοποιούνται στους ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η εταιρία Q-CELLS και βρίσκεται στο Wolfen της Γερμανίας, σε μια χώρα που δεν φημίζεται για την ηλιοφάνεια της. Παρόλα αυτά είναι η πρώτη στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός ηλιακών συλλεκτών μετά την Κίνα και την Ιαπωνία.

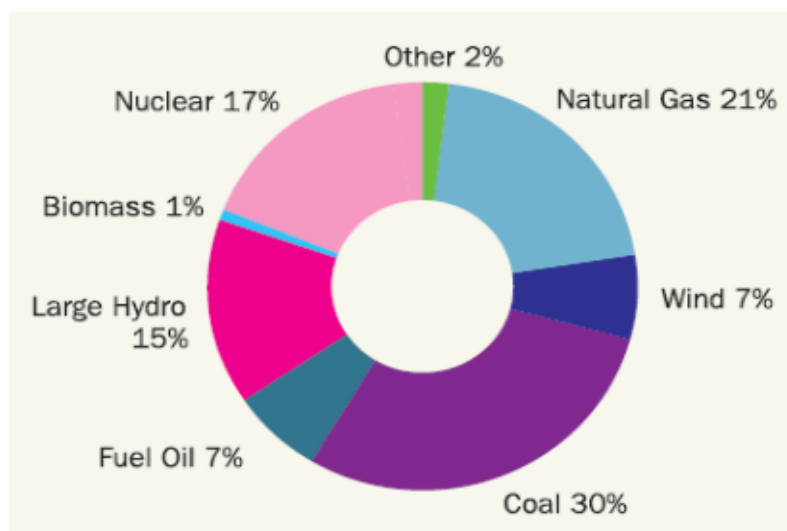
Σε μια άλλη περιοχή της Ευρώπης, στην Σκωτία, οι σημαντικότερες οικονομικές δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια προέρχονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκεί έχει πραγματοποιηθεί ένα σπουδαίο επίτευγμα με 1,5 εκατομμύριο νοικοκυριά να έχουν ρεύμα από ανανεώσιμες πηγές. Το 2007 στην γιορτή της Πράσινης Ενέργειας ανακοίνωσαν ότι ήταν η ημέρα κατά την οποία οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ξεπέρασαν σε ικανότητα παραγωγής την πυρηνική ενέργεια. Ακόμη

και σε αυτήν την περίοδο της οικονομικής κρίσης η Σκοτία διαθέτει ανεβασμένους οικονομικούς δείκτες, πράγμα που αποδεικνύει την σημαντική συμβολή των ανανεώσιμων πηγών στην οικονομία της χώρας.

Ανάλογα οικονομικά οφέλη απολαμβάνει και η Δανία όπου περισσότεροι από 15.000 άνθρωποι ζουν από την αιολική ενέργεια, σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας 19 ανεμογεννήτριες, ή τμήματα εξοπλισμού, ή προσφέροντας συμβουλευτικές υπηρεσίες καθώς και υπηρεσίες κατασκευών έργων. Σήμερα η απασχόληση ανθρωπίνου δυναμικού στη Δανέζικη βιομηχανία αιολικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ότι για παράδειγμα η αντίστοιχη απασχόληση στην ιχθυοβιομηχανία. Η παραγωγή ανεμογεννητριών στη χώρα αυτή συνδυάζεται με την πρόσφορα 5.000 επιπλέον θέσεων εργασίας σε άλλες χώρες όπου ανεγείρονται ή κατασκευάζονται μέρη του εξοπλισμού των ανεμογεννητριών όπως οι γεννήτριες και τα κιβώτια ταχυτήτων.

Αναλυτικά, τα κυριότερα είδη των Α.Π.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Φωτοβολταϊκά



Διάγραμμα 3. Συνεισφορά όλων των πηγών ενέργειας μέχρι τα τέλη του 2007

3.Ανανεώσιμη Τεχνολογία Και Εφαρμογές Στην Ελλάδα

3.1.Αιολική Ενέργεια

Αιολική ενέργεια είναι η μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε μία χρήσιμη μορφή ενέργειας, όπως για παράδειγμα, με την χρήση ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ανεμόμυλων για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας ή άντλησης νερού.

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

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσής της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνηθέστερα :

Α) Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο είτε (i) για την κάλυψη ίδιων αναγκών (ii) για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσής του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή)

Β) Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, για λειτουργία είτε (i) μόνες τους με συσσωρευτές (stand alone) η (ii) σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ (diesel-Windgenerator autonomous system).

Γ) Για θέρμανση πχ σε θερμοκήπια, με διαδοχική μετατροπή της σε ηλεκτρισμό και ακολούθως σε θερμότητα με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης η με την κίνηση αντλιών θερμότητας.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μικρές μεσαίες η μεγάλες ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν. Μια μεγάλη ανεμογεννήτρια μπορεί να έχει ισχύ έως και 4000 KW. Τα πτερύγια μιας τέτοιας ανεμογεννήτριας έχουν μήκος περίπου 40 μέτρα και έτσι η επιφάνεια που καλύπτεται από την περιστροφή είναι περίπου όσο ένα ποδοσφαιρικό γήπεδο. Ο πύργος μιας μεγάλης εγκατάστασης έχει ύψος άνω των 90 μέτρων πράγμα που σημαίνει ότι μαζί με τα πτερύγια η εγκατάσταση ξεπερνά τα 130 μέτρα.

Πίνακας 2: Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών ανεμογεννητριών

Κατηγορία	Ισχύς (KW)	Διάμετρος (m)	Περίοδος(sec)
Μικρές	10	6,4	0,3
	25	10	0,4
Μεσαίες	50	14	0,6
	100	20	0,9
	150	25	1,1
Μεγάλες	250	32	1,4
	500	49	2,1
	1000	64	3,1
Πολύ μεγάλες	2000	90	3,9
	3000	110	4,8
	4000	130	5,7

Τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη που στοχεύει στην ανάπτυξη νέων υλικών, στην βελτίωση της αεροδυναμικής των πτερύγιων ώστε να επιτυγχάνονται καλύτεροι βαθμοί απόδοσης και στην μείωση των θορύβων. Ειδικά ο θόρυβος που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες έχει ελαττωθεί δραστικά. Σε απόσταση 500 μέτρων που είναι η ελάχιστη επιτρεπτή απόσταση από κατοικημένες περιοχές ο θόρυβος δεν γίνεται καν αντιληπτός και αυτό χάρις την βελτίωση του μηχανολογικού του εξοπλισμού που δίνει έμφαση στην αποφυγή κραδασμών.

Μάλιστα το κόστος της σχετικής τεχνολογίας είναι πολύ κοντά σε εκείνο της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, γεγονός που ανοίγει το δρόμο για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας παγκοσμίως. Χάρης στην πρόοδο της τεχνολογίας το ειδικό κόστος παραγωγής αιολικής ενέργειας έχει ήδη πέσει στο ήμισυ από το 1990 και αναμένεται ότι η απόκλιση μεταξύ του κόστους παραγωγής αιολικής ενέργειας και του κόστους ενέργειας από ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσει να μειώνεται.

Επίσης το περιβαλλοντικό όφελος είναι τεράστιο καθώς μια ανεμογεννήτρια ισχύος 1500KW που λειτουργεί επί 20 χρόνια απαλλάσσει την ατμόσφαιρα από 64000 τόνους CO₂ που θα εκλύονταν κατά την καύση λιγνίτη προκειμένου να παραχθεί ισοδύναμη ενέργεια. Με μια ανεμογεννήτρια 1500KW αποφεύγεται η χρήση 8000 τόνων λιγνίτη. Αν αυτήν την ποσότητα τη συσσωρεύαμε θα δημιουργούσαμε ένα βουνό που η κορυφή του θα είχε περίπου το ύψος της ανεμογεννήτριας.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείτο σε μεγάλη έκταση στο παρελθόν, κυρίως για άρδευση όμως η επέκταση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας στις αγροτικές περιοχές εκτόπισε σε πολύ μεγάλο βαθμό αυτές τις εφαρμογές με την εγκατάσταση ηλεκτρικών αντλιών. Με την πρώτη όμως ενεργειακή κρίση, ανανεώθηκε πλήρως το ενδιαφέρον της βιομηχανίας και των πανεπιστημιακών ερευνητικών ομάδων για την αιολική ενέργεια. Τότε άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα εμπορικά μοντέλα Δανικής και Αμερικανικής κυρίως κατασκευής, με μέση ισχύ ανά Α/Γ που δεν υπερέβαινε τα 50 KW και ύψος πυλώνα που έφτανε τα 15 m.

Σήμερα η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας είναι η πλέον ταχύτατα αναπτυσσόμενη βιομηχανία ανανεώσιμων πηγών παγκοσμίως. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2002 εγκαταστάθηκαν 6.868MW νέας αιολικής ισχύος που αντιστοιχεί σε επενδύσεις 6,8 δισεκ. ευρώ φθάνοντας τη διεθνή εγκατεστημένη αιολική ισχύ στα 31.000 MW. Ήδη η αιολική ενέργεια καλύπτει το 2% της Ευρωπαϊκής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την κάλυψη του 10% μέσα στα επόμενα 10 χρόνια και το 12% των ηλεκτρικών αναγκών του πλανήτη μέχρι το 2020.

3.1.1. Αιολικά πάρκα

Το αιολικό πάρκο είναι μία μεγάλη περιοχή με εγκατεστημένες πολλές ανεμογεννήτριες που παράγουν ρεύμα περιστρεφόμενες από την ενέργεια του ανέμου, προκειμένου να τροφοδοτήσουν μία κατοικημένη περιοχή, είτε είναι μία

πόλη, είτε ένα χωριό. Το αιολικό πάρκο δε μολύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα ή άλλα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Σαν ένας γενικός κανόνας, οι οικονομικές ανεμογεννήτριες προυποθέτουν ταχύτητα ανέμου 16 Km/ώρα ή μεγαλύτερη. Μια ιδανική τοποθεσία θα είχε μία σχεδόν συνεχή ροή μη τυρβώδη ανέμου καθόλη την διάρκεια του έτους, με μια ελάχιστη πιθανότητα ξαφνικής δυνατής έκρηξης του ανέμου. Ένας σημαντικός παράγοντας της τοποθέτησης στρόβιλου είναι επίσης πρόσβαση στην τοπική ζήτηση ή στην ικανότητα μετάδοσης.

Συνήθως οι τοποθεσίες εξετάζονται με βάση έναν άτλαντα ανέμων, και επικυρώνονται με μετρήσεις του ανέμου. Τα μετεωρολογικά δεδομένα του ανέμου από μόνα τους συνήθως δεν επαρκούν για την ακριβή τοποθεσία ενός μεγάλου έργου αιολικής ενέργειας. Η συγκέντρωση των δεδομένων για την ταχύτητα του ανέμου της συγκεκριμένης τοποθεσίας και της κατεύθυνσης του είναι ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό των δυνατοτήτων της περιοχής, προκειμένου να χρηματοδοτηθεί το έργο. Οι τοπικοί άνεμοι συχνά παρακολουθούνται για ένα χρόνο ή και περισσότερο, και κατασκευάζονται λεπτομερείς χάρτες ανέμου πριν να τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες.

Ο άνεμος φυσάει πιο γρήγορα σε μεγαλύτερα υψόμετρα, λόγω της μειωμένης επιρροής της αντίστασης. Η αύξηση στην ταχύτητα με το υψόμετρο είναι πιο δραματική κοντά στην επιφάνεια και επηρεάζεται από την τοπογραφία, τραχύτητα της επιφάνειας, και προσήνεμα εμπόδια, όπως δέντρα ή κτίρια.

Συνήθως, η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου με την αύξηση του ύψους ακολουθεί ένα προφίλ αιολικής ισχύος του νόμου, το οποίο προβλέπει ότι η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται αναλογικά με την έβδομη ρίζα του υψομέτρου. Ο διπλασιασμός του υψομέτρου ενός στρόβιλου, στη συνέχεια, αυξάνει τις αναμενόμενες ταχύτητες ανέμου κατά 10% και την αναμενόμενη ισχύ κατά 34%.

Μεμονωμένοι στρόβιλοι είναι συνδεδεμένοι με ένα μέσης τάσης (συνήθως 34,5 KV) σύστημα συλλογής ενέργειας και δίκτυο επικοινωνιών. Σε έναν υποσταθμό, αυτό το μέσης τάσης ηλεκτρικό ρεύμα αυξάνεται σε τάση με ένα μετασχηματιστή για τη σύνδεση με το σύστημα μεταφοράς υψηλής τάσης. Η κατασκευή ενός χερσαίου αιολικού πάρκου απαιτεί την εγκατάσταση του συστήματος συλλογής και του

υποσταθμού, και ενδεχομένως δρόμους πρόσβασης σε κάθε χώρο όπου βρίσκεται στρόβιλος.

Με την κατασκευή των αιολικών πάρκων συναντάμε κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία είναι τα ακόλουθα :

Πλεονεκτήματα

- Παράγουν ρεύμα από μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Τα αιολικά πάρκα δεν μολύνουν την ατμόσφαιρα όπως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού τα οποία στηρίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων, όπως άνθρακα ή φυσικό αέριο. Οι ανεμογεννήτριες δεν εκλύουν χημικές ουσίες στο περιβάλλον οι οποίες προκαλούν όξινη βροχή ή αέρια του θερμοκηπίου.

Μειονεκτήματα

- Κάνουν θόρυβο.
- Μπορεί τα πτερύγια των ανεμογεννητριών να τραυματίσουν ή σκοτώσουν πτηνά.
- Δεν παράγουν τόσο ρεύμα όσο ένα ατμοηλεκτρικό εργοστάσιο.
- Υπάρχει μεγάλο κόστος και χρειάζεται μεγάλη έκταση για να κατασκευαστεί ένα αιολικό πάρκο.
- Χρειάζεται άνεμο για να παράγουν ρεύμα και σε μία περιοχή δεν φυσάει συνέχεια όλο το χρόνο.
- Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.

Τέλος υπάρχουν και τα θαλάσσια αιολικά πάρκα τα οποία παράγουν ρεύμα από τον άνεμο που φυσά στη θάλασσα. Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών κατασκευάζονται στο βυθό της θάλασσας και ο πύργος της ανεμογεννήτριας έξω από το νερό. Όμως υπάρχει τεράστιο κόστος, μεγαλύτερο από ένα επίγειο αιολικό πάρκο, για να κατασκευαστεί ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο, γι' αυτό ο αριθμός τους είναι πολύ περιορισμένος. Η πρώτη χώρα που κατασκεύασε θαλάσσιο αιολικό πάρκο ήταν η Δανία το 1991.

3.1.2. Αξιοποίηση Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

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

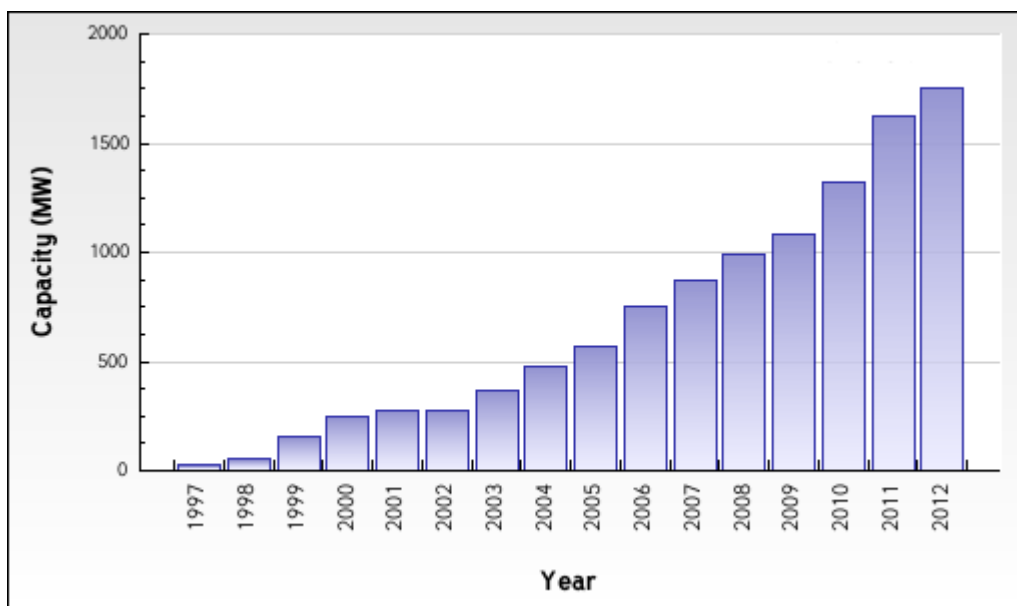
Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη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

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

Οι μελλοντικές προοπτικές για την ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευοίωνες καθώς η κατασκευή ανεμογεννητριών αποτελεί αντικείμενο τεχνολογικά και οικονομικά προσιτό στη Μεταλλοβιομηχανία μας χωρίς προσθετές επενδύσεις σε τεχνικό εξοπλισμό. Ταυτόχρονα το αιολικό δυναμικό είναι ιδιαίτερα προικισμένο στην χώρα μας και αν το εκμεταλλευτούμε σωστά μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στο ενεργειακό μας ισοζύγιο. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις υπάρχει η δυνατότητα για εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών μονάδων συνολικής ισχύος 3.000MW τόσο στην ενδοχώρα, για άμεση ενίσχυση του διασυνδεδεμένου δικτύου, όσο και στο νησιωτικό σύμπλεγμα, με δυνατότητα να καλυφθεί το 25-35% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι πιο ευνοημένες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται στο Αιγαίο, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων, της Κρήτης (βόρειο τμήμα του νησιού) στην Ανατολική και Νοτιοανατολική Πελοπόννησο την Εύβοια και την Ανατολική Θράκη. Εκεί επικεντρώνονται οι προσπάθειες ανάπτυξης των αιολικών πάρκων. Από πλευράς οικονομικών συνθηκών όμως το πρόβλημα των νησιών είναι η μη ύπαρξη διασύνδεσης με το εθνικό δίκτυο, ώστε να υπάρχει απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας κατά την εποχή χαμηλής ζήτησης αυτής, έξω από την τουριστική περίοδο. Περιοχές με αιολικό ενδιαφέρον όμως υπάρχουν και στη λοφώδη παράκτια ζώνη της Δυτικής Ελλάδας αλλά και σε αρκετά βουνά.

Πρέπει επιπλέον να αναφερθεί ότι σε πολλά ελληνικά νησιά οι κάτοικοι αντιδρούν στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων φοβούμενοι μήπως οι ανεμογεννήτριες χαλάσουν την τουριστική εικόνα του νησιού. Σε αυτήν την περίπτωση έρχεται να δώσει λύση μια νέα πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναπτύσσεται στην Βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Σκανδιναβία και στην Γερμανία. Είναι τα ονομαζόμενα «Αιολικά πάρκα off shore»τα οποία κατασκευάζονται μέσα στην θάλασσα σε περιοχές με ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες ανέμου. Το Αιγαίο πέλαγος προσφέρεται ιδιαίτερα για τέτοια χρήση και υπολογίζεται ότι ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο μπορεί να παράγει ετησίως μέχρι 40% περισσότερο ηλεκτρικό ρεύμα από ότι ένα ηπειρώτικο. Το μέλλον της αιολικής ενέργειας φαίνεται να βρίσκεται στα θαλάσσια αιολικά πάρκα .



Διάγραμμα 4. Ικανότητα αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

3.2. Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμό σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που πηγάζει από το εσωτερικό της γης. Μεταφέρεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή και με την είσοδο στον φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της. Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ζεστό νερό σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 150°C μέχρι περισσότερο από 370°C μεταφέρεται σε γεωτρήσεις από υπόγειες δεξαμενές σε ειδικές δεξαμενές και με την απελευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται από τα ρευστά διοχετεύονται σε περιφερειακά τμήματα της δεξαμενής για να βοηθήσουν να διατηρηθεί η πίεση. Αν η δεξαμενή χρησιμοποιηθεί για άμεση χρήση της θερμότητας τα γεωθερμικά ρευστά τροφοδοτούν έναν εναλλακτήρα θερμότητας και να επιστέψουν στη γη. Το ζεστό νερό από την έξοδο του εναλλακτήρα χρησιμοποιείται για την θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων κ.α.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²

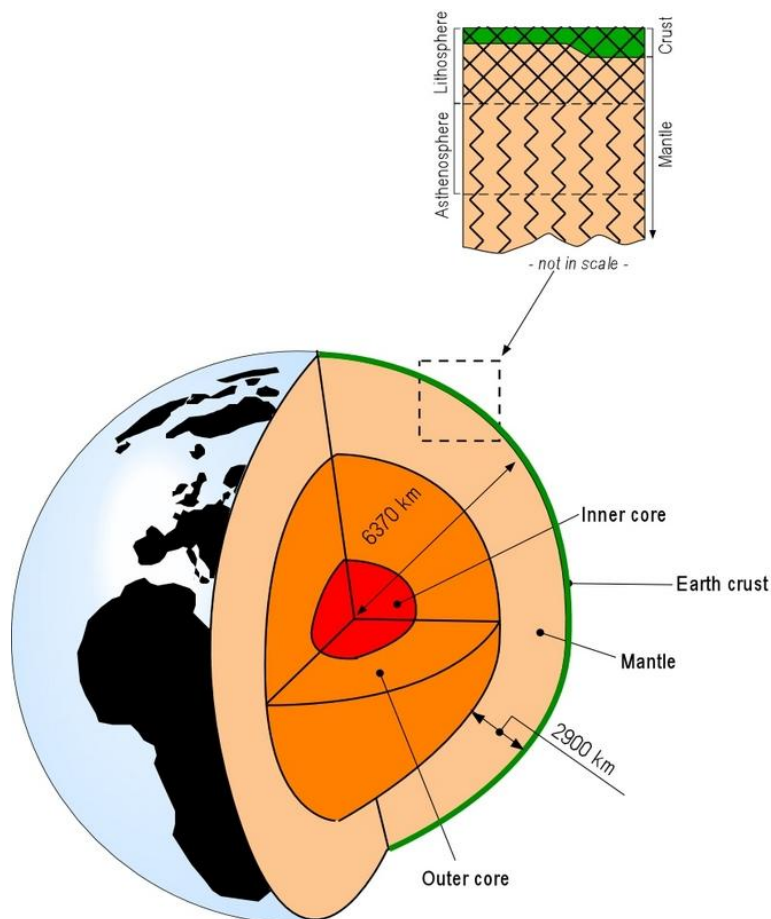
β) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10^6 kWh/yr.

Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).

Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.



Εικόνα 1: Ο φλοιός, ο μανδύας και ο πυρήνας της γης

Πάνω δεξιά: Τομή του φλοιού και του ανώτερου μανδύα

3.2.1. Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ). Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

Η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας άρχισε ουσιαστικά το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ και μέχρι το 1979 (πριν από τη δεύτερη ενεργειακή κρίση) αφορούσε μόνο τις περιοχές υψηλής ενθαλπίας. Κατά την εξέλιξη των εργασιών η ΔΕΗ, σαν άμεσα ενδιαφερόμενη για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των πεδίων, χρηματοδοτώντας επιπλέον τις έρευνες στις πιθανές για τέτοια ρευστά γεωθερμικές περιοχές. Συντάχθηκε ο προκαταρκτικός χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου, όπου

φάνηκε ότι η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές εντονότερη από τη μέση γήινη. Από το 1971 ερευνήθηκαν οι περιοχές: Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Μέθανα, Σουσάκι Κορινθίας, Καμένα Βούρλα, Θερμοπύλες, Υπάτη, Αιδηψός, Κίμωλος, Πολύαιγος, Σαντορίνη, Κως, Νότια Θεσσαλία, Αλμωπία, περιοχή Στρυμόνα, περιοχή Ξάνθης, Σαμοθράκη και άλλες.

Η αυξημένη ροή θερμότητας, λόγω της έντονης τεκτονικής και μαγματικής δραστηριότητας, δημιούργησε εκτεταμένες θερμικές ανωμαλίες, με μέγιστες τιμές γεωθερμικής βαθμίδας που πολλές φορές ξεπερνούν του $100^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Σε κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες, η ενέργεια αυτή θερμαίνει «ρηχούς» υπόγειους ταμιευτήρες ρευστών σε θερμοκρασίες μέχρι 100°C . Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στη νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα. Η συμβολή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να γίνει σημαντική, καθόσον αποτελούν ενεργειακό πόρο φιλικό στο περιβάλλον, κοινωνικά αποδεκτό και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον.

Στην Μήλο και Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής (5 και 2 αντίστοιχα). Στην Μήλο μετρήθηκαν θερμοκρασίες μέχρι 325°C σε βάθος 1000 m. και στην Νίσυρο 350°C σε βάθος 1500 m. Οι γεωτρήσεις αυτές θα μπορούσαν να στηρίξουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 20 και 5 MW, ενώ το πιθανό συνολικό δυναμικό υπολογίζεται να είναι την τάξης των 200 και 50 MW αντίστοιχα.

Στην Βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται για θέρμανση, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κ.λ.π. Στην λεκάνη του Στρυμόνα έχουν εντοπισθεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών-Νιγρίτας, Λιθότροπου-Ηράκλειας, Θερμοπηγής-Σιδηρόκαστρου και Αγγίστρου. Πολλές γεωτρήσεις παράγουν νερά μέχρι 75°C , συνήθως αρτεσιανά και πολύ καλής ποιότητας και παροχής. Μεγάλα και μικρότερα γεωθερμικά θερμοκήπια λειτουργούν στην Νιγρίτα και το Σιδηρόκαστρο.

Στην πεδινή περιοχή του Δέλτα Νέστου έχουν εντοπισθεί δύο πολύ σημαντικά γεωθερμικά πεδία, στο Ερατεινό Χρυσούπολης και στο Ν. Εράσμιο Μαγγάνων Ξάνθης. Νερά άριστης ποιότητας μέχρι 70°C και σε πολύ οικονομικά βάθη παράγονται από γεωτρήσεις στις εύφορες αυτές πεδινές περιοχές. Στην Ν. Κεσσάνη και στο Πόρτο Λάγος Ξάνθης, σε μεγάλης έκτασης γεωθερμικά πεδία, παράγονται νερά θερμοκρασίας μέχρι 82°C .

Στην λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπισθεί τρία πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56 °C. Στην Σαμοθράκη υπάρχουν ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς γεωτρήσεις βάθους μέχρι 100 μ. συνάντησαν νερά της τάξης των 100° C.



Εικόνα 2 : Τα Γεωθερμικά πεδία στην Ελλάδα

3.2.2. Εφαρμογές της Γεωθερμίας

Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.

- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζια που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.
- Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδροβίων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες (25 έως 30°C). Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η θέρμανση οικισμών. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με την βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση). Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150°C) μπορεί να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού.

Κάποιες ακόμη εφαρμογές της είναι οι εξής :

- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60^\circ\text{C}$, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30^\circ\text{C}$)
- θερμά λουτρά για $\theta = 25\text{-}40^\circ\text{C}$

3.2.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Γενικά, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας συναντά ορισμένα βασικά προβλήματα, τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας. Οι τύποι αυτοί των προβλημάτων είναι ο σχηματισμός επικαθίσεων (ή όπως συχνά λέγεται οι καθαλατώσεις ή αποθέσεις) σε κάθε σχεδόν επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό, η διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών, καθώς και ορισμένες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (διάθεση των ρευστών μετά τη χρήση τους, εκπομπές τοξικών αερίων, ιδίως του υδροθείου).

Όλα αυτά τα προβλήματα σχετίζονται άμεσα με την ιδιάζουσα χημική σύσταση των περισσότερων γεωθερμικών ρευστών. Τα γεωθερμικά ρευστά λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της παραμονής τους σε επαφή με διάφορα πετρώματα περιέχουν κατά κανόνα σημαντικές διαλυμένων αλάτων και αερίων. Η αλλαγή των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ρευστών στο στάδιο της εκμετάλλευσης μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες ευνοϊκές τόσο για τη χημική προσβολή των μεταλλικών επιφανειών, όσο και για την απόθεση ορισμένων διαλυμένων ή αιωρούμενων στερεών και την απελευθέρωση στο περιβάλλον επιβλαβών ουσιών.

Ο σχηματισμός επικαθίσεων σε γεωθερμικές μονάδες μπορεί να ελεγχθεί σε κάποιο βαθμό, αν όχι ολοκληρωτικά, με μια πληθώρα τεχνικών και μεθόδων. Μερικές από τις πιο τυπικές πρακτικές είναι ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της, η ρύθμιση του pH του ρευστού, η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων) και, τέλος, η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών με χημικά ή φυσικά μέσα, στη διάρκεια προγραμματισμένων ή όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδας.

Οι διάφορες δυνατότητες ελέγχου της διάβρωσης στις γεωθερμικές μονάδες επικεντρώνονται (α) στην επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής (π.χ. χρήση πολυμερικών υλικών, εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο, Hastelloy κτλ.), (β) στην επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα, (γ) στην προσθήκη αναστολέων διάβρωσης, και (δ) στον ορθό σχεδιασμό της μονάδας.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ήπια μορφή ενέργειας, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, χωρίς βέβαια οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της να είναι συχνά αμελητέες. Η υψηλότερη περιεκτικότητα των

γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας σε διαλυμένα άλατα και αέρια σε σχέση με τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας επιβάλλουν το διαχωρισμό των επιπτώσεων από την αξιοποίηση της γεωθερμίας. Τα προβλήματα από τη διάθεση των νερών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις είναι κατά κανόνα ηπιότερα (και σχεδόν μηδενικά) από ότι των ρευστών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης θα πρέπει να τονιστεί από την αρχή ότι στην περίπτωση που εφαρμόζεται η άμεση επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα, όπως στην περίπτωση των μονάδων με δυαδικό κύκλο, οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες. Βεβαίως κατά τη φάση της έρευνας, της ανόρυξης των γεωτρήσεων, των δοκιμών και της κατασκευής της μονάδας μπορούν να υπάρξουν διαρροές και διάθεση γεωθερμικών νερών σε υδάτινους αποδέκτες, καθώς και αυξημένος θόρυβος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αξιοποίηση των ρευστών υψηλής ενθαλπίας διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και ταξινομούνται σε συνάρτηση της αιτίας όπως τη χρήση γης, εκπομπές αερίων, τη διάθεση υγρών αποβλήτων, θόρυβο, δημιουργία μικροσεισμικότητας και καθιζήσεις. Η έκταση γης που απαιτείται για την αξιοποίηση της γεωθερμίας (π.χ. για την εγκατάσταση της μονάδας, το χώρο για τις γεωτρήσεις, τις σωληνώσεις μεταφοράς και τους δρόμους πρόσβασης) είναι γενικά μικρότερη από την έκταση της γης που απαιτούν άλλες μορφές ενέργειας (ατμοηλεκτρικοί σταθμοί άνθρακα, υδροηλεκτρικοί σταθμοί κτλ.).

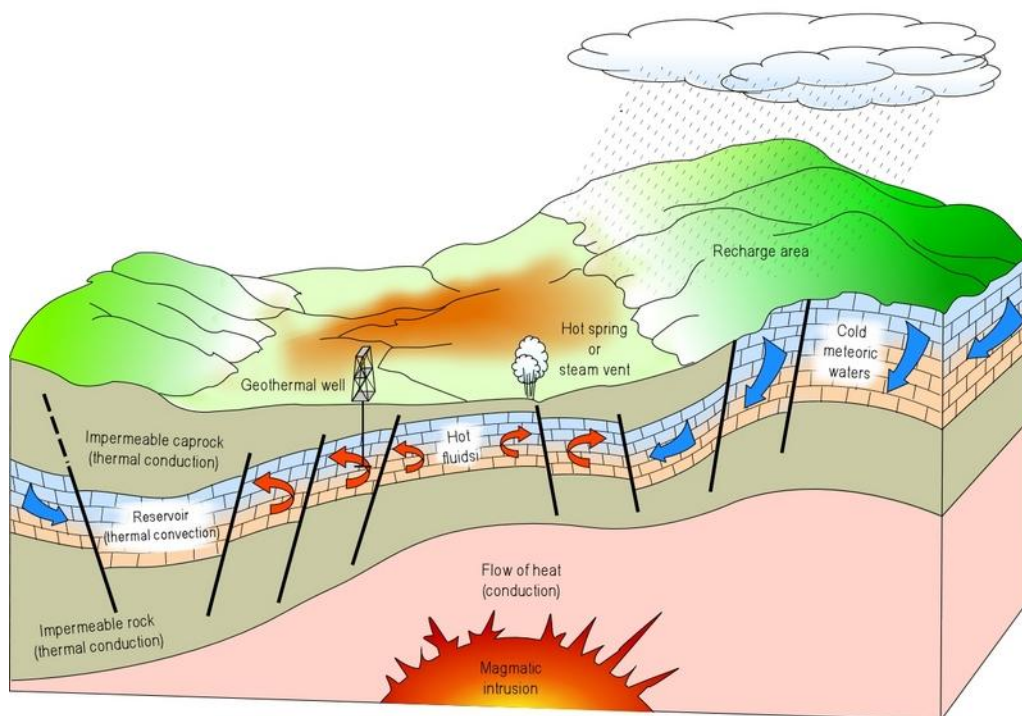
Το CO₂ που εκπέμπεται από γεωθερμικές μονάδες ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πεδίου, καθώς και την τεχνολογία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, αν και οι εκπομπές του είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά και με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες ΑΠΕ. Το H₂S, λόγω της έντονης οσμής του και της σχετικής τοξικότητάς του, είναι υπεύθυνο τις περισσότερες φορές για τη προκατάληψη που εκδηλώνεται κατά της γεωθερμίας. Οι εκπομπές H₂S ποικίλλουν από <0,5 g/kWh μέχρι και 7 g/kWh. Οι εκπομπές του H₂S μπορούν να ελεγχθούν σχετικά εύκολα και να μειωθούν σε συγκεντρώσεις 1 ppb με μια πληθώρα μεθόδων, όπως με τη διεργασία Stredford, με την καύση και επανεισαγωγή, με την οξειδωτική μέθοδο Dow κτλ.

Η κύρια ανησυχία από την αξιοποίηση της γεωθερμίας υψηλής ενθαλπίας προέρχεται από τη διάθεση των γεωθερμικών νερών στους υδάτινους αποδέκτες. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της περιεκτικότητάς του σε διάφορα χημικά συστατικά, το γεωθερμικό ρευστό προτού διατεθεί σε υδάτινους αποδέκτες θα πρέπει να υποστεί κάποια επεξεργασία και να μειωθεί η θερμοκρασία του. Τονίζεται ξανά ότι η περιβαλλοντικά περισσότερο αποδεκτή μέθοδος διάθεσης των γεωθερμικών ρευστών είναι η επανεισαγωγή τους στον ταμιευτήρα.

Συγκρινόμενη με τις άλλες ΑΠΕ, η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό βέβαια έρχεται σε προφανή αντίθεση με την εντύπωση που κυριαρχεί ότι ορισμένες ΑΠΕ (π.χ. φωτοβολταϊκά, αιολική ενέργεια) δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η εντύπωση αυτή μεταβάλλεται όταν κανείς συνυπολογίσει τις επιπτώσεις οποιασδήποτε μορφής ενέργειας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας τεχνολογίας, αλλά και την επιβάρυνση στο περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία των μονάδων.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Συνεχής παροχή ενέργειας, με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor), >90%.
- Μικρό λειτουργικό κόστος, αν και το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.* Μηδενικές ή μικρές εκπομπές αερίων στο περιβάλλον.
- Μικρή απαίτηση γης.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του Πρωτοκόλλου του Kyoto.
- Αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη της γεωθερμικής περιοχής.
- Συμβολή στην μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση ενός ιδανικού γεωθερμικού συστήματος

3.3. Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Υ/Ε) είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό.

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμειυτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

Η υδροηλεκτρική τεχνολογία είναι μια από τις κύριες ενεργειακές τεχνολογίες καθώς καλύπτει περί το 20% των παγκόσμιων αναγκών σε ηλεκτρισμό, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες φθάνει το 40%. Η δυναμικότητα των μεγάλων υδροηλεκτρικών σχημάτων μπορεί να είναι πολλαπλάσια αυτής των συμβατικών σταθμών. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί, αξιόπιστοι και με μεγάλο χρόνο ζωής. Είναι ρυθμιζόμενοι και εισάγουν ένα στοιχείο αποθήκευσης στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Εξ' ορισμού, ένας υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιοτόπων μικρής κλίμακας. Το σύνολο των επί μέρους συνιστωσών του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και αναβαθμίζοντας το γύρω χώρο. Άλλωστε το κύριο κριτήριο για την κατασκευή ή όχι ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου δεν είναι μόνο η δυνατότητα παραγωγής φτηνής και καθαρής για το περιβάλλον ενέργειας, αλλά η σωστότερη, οικολογική επέμβαση στη φύση για διατήρηση της φύσης της περιοχής και τη σωστή περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Τα υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι τα ακόλουθα :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.
- Είναι πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους,
- Είναι εγχώρια πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο,
- Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος αλλά και δίνει τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης τοπικών ενεργειακών πόρων,
- Μπορεί να αποτελέσει πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμιζόμενων περιοχών καθώς και να συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση σχετικών επενδύσεων,
- Δεν παράγει ατμοσφαιρικούς ρύπους και θόρυβο (παρά μόνο μικρής έντασης και χρονικής διάρκειας στη φάση των κατασκευών),
- Ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία υγρότοπου.

Ως μειονεκτήματα αναφέρονται μόνο αποτελέσματα που σχετίζονται με τη δημιουργία έργων μεγάλης κλίμακας, όπως:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου,

- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών, οι απαιτούμενες αλλαγές χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους.

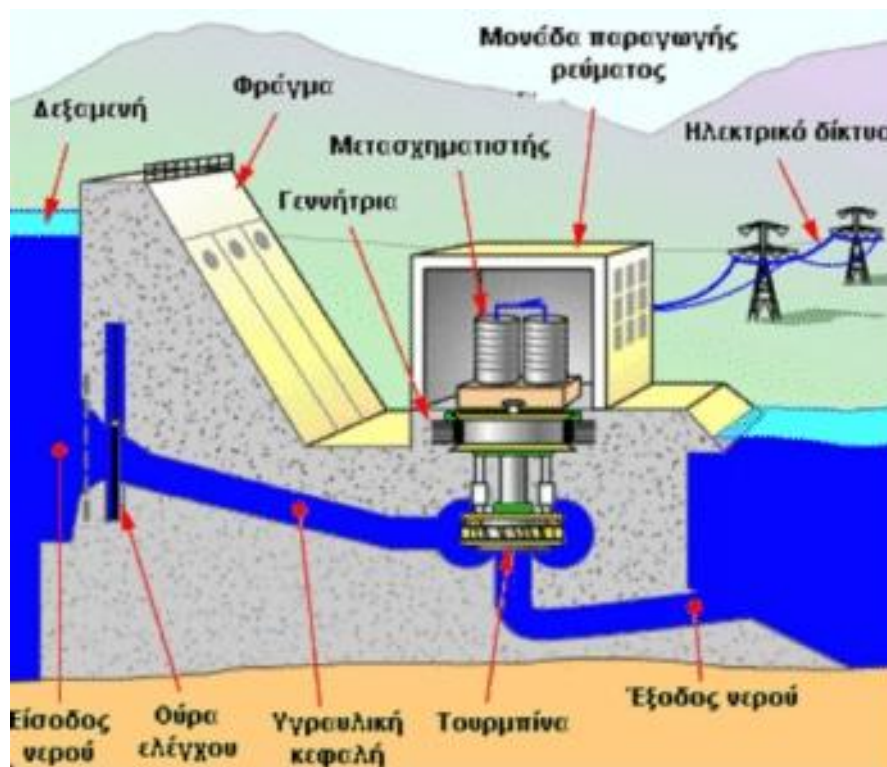
Για τους λόγους αυτούς, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως η δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, οι συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων και οι μονάδες μικρής κλίμακας.

3.3.1. Αξιοποίηση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Στην χώρα μας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, τουλάχιστον για τις περιοχές που εμφανίζουν υψηλό δυναμικό. Έτσι η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει υδροηλεκτρικές μονάδες συνολικής ισχύος 3.052,4 MW ώστε πλέον σημαντικό ενδιαφέρον και δυναμική εμφανίζουν τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα.

Ωστόσο η πρόσφατη νομοθεσία παρέχει την δυνατότητα και στον ιδιωτικό τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και επιδιώκει να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των υδροηλεκτρικών. Πολλές Κοινότητες αλλά και ιδιώτες έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων. Επιπρόσθετα, συνήθως τέτοιες επενδύσεις επιχορηγούνται και συγχρηματοδοτούνται από το Ελληνικό Κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ ο αναπτυξιακός νόμος 2601 του 1998 επιχορηγεί με 40% του συνολικού κόστους του έργου.

Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας παραμένει αναξιοποίητο και εντοπίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις το 30% τους συνολικού δυναμικού της χώρας. Αυτό το δυναμικό θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Όλοι οι ποταμοί της Ηπείρου έχουν τις πηγές τους στην οροσειρά της Πίνδου. Η οροσειρά της Πίνδου έχει σημαντικές βροχοπτώσεις και εδαφολογία τέτοια ώστε να μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το υδάτινο δυναμικό από μεγάλες υψομετρικές διαφορές, ενώ από την άλλη πλευρά το έδαφος της οροσειράς είναι τέτοιο που ευνοεί τη δημιουργία τεχνητών λιμνών και δεξαμενών ύδατος.



Εικόνα 4 : Τομή ενός Υδροηλεκτρικού Έργου

3.4. Βιομάζα

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

Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ανάλογα με την εκάστοτε διαθέσιμη πρώτη υλη επιλέγεται και η κατάλληλη διεργασία για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση.

Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων. Η χρήση της ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Σ αυτήν εξάλλου συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας.

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

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

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

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

Πλεονεκτήματα :

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.

- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλιάνθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.
- Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας

Μειονεκτήματα :

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάσει των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

3.4.1. Εφαρμογές Βιομάζας στην Ελλάδα

Η βιομάζα στην χώρα μας έχει μια πληθώρα εφαρμογών που αφορούν: (α) Την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης –ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες (β) Την τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών (γ) την θέρμανση θερμοκηπίων (δ) Την παραγωγή υγρών καυσίμων με διάφορες διαδικασίες (θερμοχημικές, βιοχημικές). Ως πρώτη υλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνοξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.α

Όμως το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στην χώρα μας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο. Από πρόσφατη απογραφή έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κληματίδων, πυρηνοξυλου) και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.α).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί δηλαδή η εκμετάλλευση του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατόν να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας όπου υπάρχουν μονοκαλλιέργειες (πχ βαμβακιού) εμφανίζεται το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων . Εξαιτίας της εξειδίκευσης αυτής της περιοχής στην παραγωγή ενός μόνο προϊόντος αυξάνεται το γεωργικό πλεόνασμα με αποτέλεσμα να μειώνεται η τιμή του γεωργικού προϊόντος που βρίσκεται σε αφθονία και να υποβαθμίζεται το περιβάλλον λόγω της εκτεταμένης χρήσης χημικών και φυτοφαρμάκων και της συνεχούς άδρευσης.

Όμως η αντικατάσταση ενός μέρους της καλλιεργήσιμης γης με ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή βιομάζας μπορεί να λύσει το οικονομικό πρόβλημα λόγω των πλεονασμάτων και να παρέχει δυνατότητες για την αύξηση της χρήσης της βιομάζας στην χώρα μας. Η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό κατάλληλο για ενεργειακή

αξιοποίηση το οποίο προσαρμόζεται θαυμάσια στις ελληνικές συνθήκες, αναπτύσσεται μονάχα με το νερό των βροχοπτώσεων συνεπώς δεν απαιτείται άρδευση άλλα ούτε και φυτοφάρμακα οπότε βελτιώνεται η παραγωγική δυναμικότητα του εδάφους της περιοχής.

Πίνακας 3: Θερμότητα από βιομάζα στην Ελλάδα

Είδος βιομάζας	Κατανάλωση (τόνοι)	Θερμότητα (TJ)	Εξοικονόμηση CO ₂ (τόνοι)
Κανσόξυλα	2.036.000	29.393	2.177.042
Πυρηνόξυλο	400.000	6.698	496.099
Υπαλείμματα βιομηχανιών ξύλου	113.154	1.563	155.766
Υπαλείμματα εκκοκκισμού	29.050	413	30.590
Πυρήνες	610	11	815
Άχυρο	100	2	148
Σύνολο	2.580.094	38.098	2.821.792

A) Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης –ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες: Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον . Με την συμπαραγωγή όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Συμπαραγωγή από βιομάζα εφαρμόζεται και στην Ελλάδα και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αστικό-περιφερειακό επίπεδο. Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν πολύ επιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ αυτό κάθε χρόνο χρησιμοποιούνται 4.000-5.000 τόνοι υπολειμμάτων βαμβακιού για την παραγωγή θερμότητας από βιομάζα.

B) Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών: Η εξασφάλιση ζεστού νερού για την θέρμανση χώρων και για την απ ευθείας χρήση σε μια πόλη η χωρίο μπορεί να γίνει και από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας που λειτουργεί με βιομάζα. Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του νομού Αρκαδίας καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοίκων και 600 τετραγωνικών

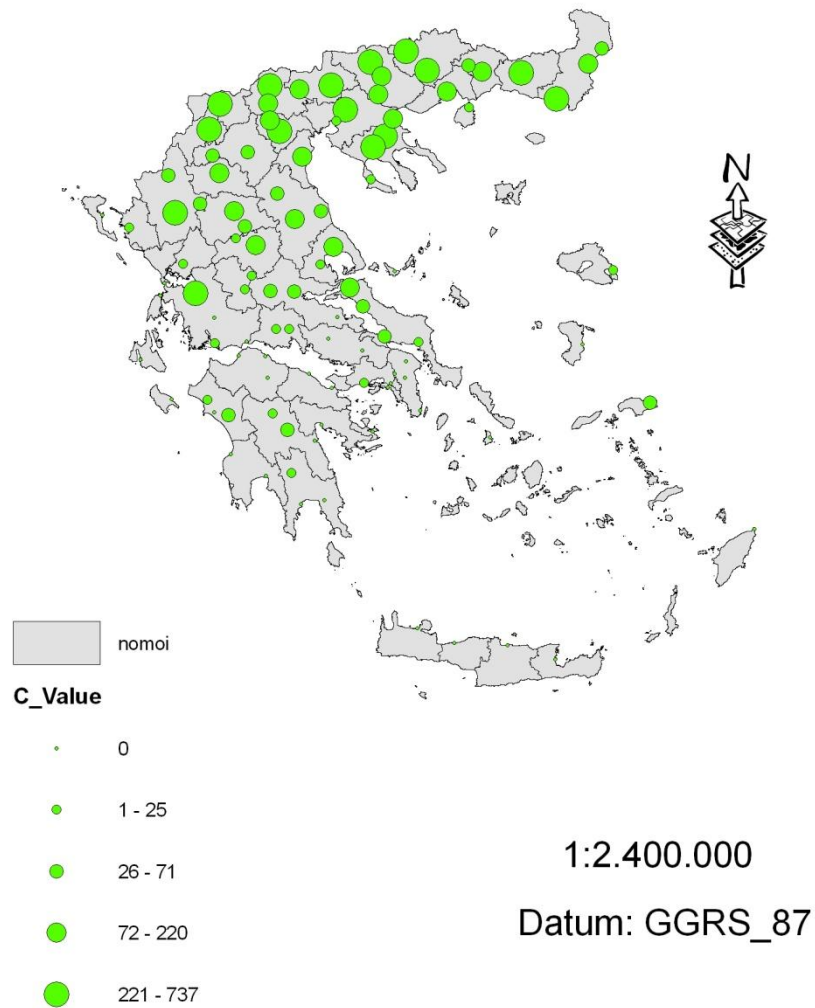
μέτρων κοινοτικών χωριών. Ως καύσιμη υλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και αξιοποιεί του τοπικούς ενεργειακούς πόρους.

Γ) Θέρμανση θερμοκηπίων: Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μια θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.

Δ) Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική ή θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας: Ένα παράδειγμα υγρού καυσίμου που μπορεί να παραχθεί στην χώρα μας είναι το βιοαέριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης , για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό το αέριο είναι ποιοτικότερο από τα συμβατικά καύσιμα και έχει μικρότερες εκπομπές επικίνδυνων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Το βιοαέριο παρήγεται στην Ελλάδα στους χώρους υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Σήμερα λειτουργούν 4 μονάδες βιοαερίου που μετατρέπουν το αέριο που προκύπτει από τη ζύμωση των σκουπιδιών στις χωματερές σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παράλληλα η Θεσσαλονίκη συμβάλλει και αυτή σε μεγάλο βαθμό στη μαζική βιομηχανική παραγωγή βιοκαυσίμων του μέλλοντος, φιλοξενώντας ένα επαρκώς εξοπλισμένο κέντρο έρευνας για την ανάπτυξη και τις προοπτικές των βιοδιυλιστηρίων στη χώρα μας. Στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) στη Θέρμη στεγάζεται το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) του Ινστιτούτου Τεχνικής Χημικών Διεργασιών. Το ΕΚΕΤΑ ασχολείται εκτός από τη μελέτη διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων από βιομάζα και με την εναλλακτική παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Woodfuel Production (MJ) in Greece for 2003



Εικόνα 5 : Παραγωγή Βιομάζας στην Ελλάδα το έτος 2003

3.5. Ηλιακή Ενέργεια

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

Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται στον ήλιο. Φτάνει σχεδόν αμετάβλητη στο ανώτατο στρώμα της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας, διαμέσου του διαστήματος, και στη συνέχεια κατά τη διέλευσή της από την ατμόσφαιρα υπόκειται σε σημαντικές αλλαγές που οφείλονται στην σύσταση της ατμόσφαιρας.

Η Ηλιακή Ενέργεια είναι πρωτογενής, ήπια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία έμμεσα δίνει γένεση σε άλλες τρεις ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την υδραυλική, την αιολική και την ενέργεια της βιομάζας. Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άμεση παραγωγή θερμότητας, με ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα.

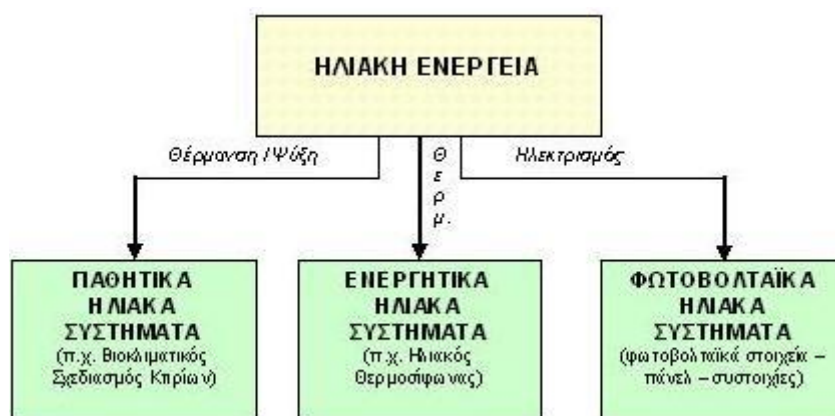
Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε κατάλληλη ενέργεια να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για παραγωγή ηλεκτρισμού ή απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις. Ανάλογα με την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας για τελική χρήση της, τα συστήματα αξιοποίησης της διακρίνονται στα :

A) Τα Ενεργητικά ηλιακά συστήματα: τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, και ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε οικιακές χρήσεις όσο και σε βιομηχανικές χρήσεις για την εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα.

B) Τα Παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα που αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις όπου χρησιμοποιούνται κάποια κατάλληλα δομικά υλικά για την μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό στα κτίρια.

Γ) Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής.

Σήμερα η χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας συνεισφέρει μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό στις συνολικές απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. Παρά την αυξανόμενη ανάπτυξη της τα τελευταία χρόνια, το ποσοστό που της αναλογεί είναι χαμηλότερο του 0.01 %. Ο λόγος είναι το υψηλό κόστος που χαρακτηρίζει αυτήν την μορφή ενέργειας. Ωστόσο γίνεται αξιόλογη έρευνα για την εξεύρεση νέων υλικών που θα μειώσουν το κόστος μιας επένδυσης ώστε να αυξηθεί η παραγωγή φωτοβολταϊκής ενέργειας.



Διάγραμμα 5: Εκμετάλλευση Ηλιακής Ενέργειας

3.5.1. Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα

Στην χώρα μας ο πιο ευρέως διαδεδομένος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιοσυλλεκτών. Περίπου το 30% των νοικοκυριών (1.000.000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες. Ωστόσο το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να είναι πολύ πιο υψηλό στην χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια από όλη την Ευρώπη. Το κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης λειτουργεί αποτρεπτικά σε συνδυασμό με τα ανύπαρκτα φορολογικά κίνητρα, παρά το γεγονός ότι η προσφερόμενη οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να προσφέρει η εγκατάσταση, εξασφαλίζει απόσβεση του κόστους τα επόμενα 5 έως 10 χρόνια.

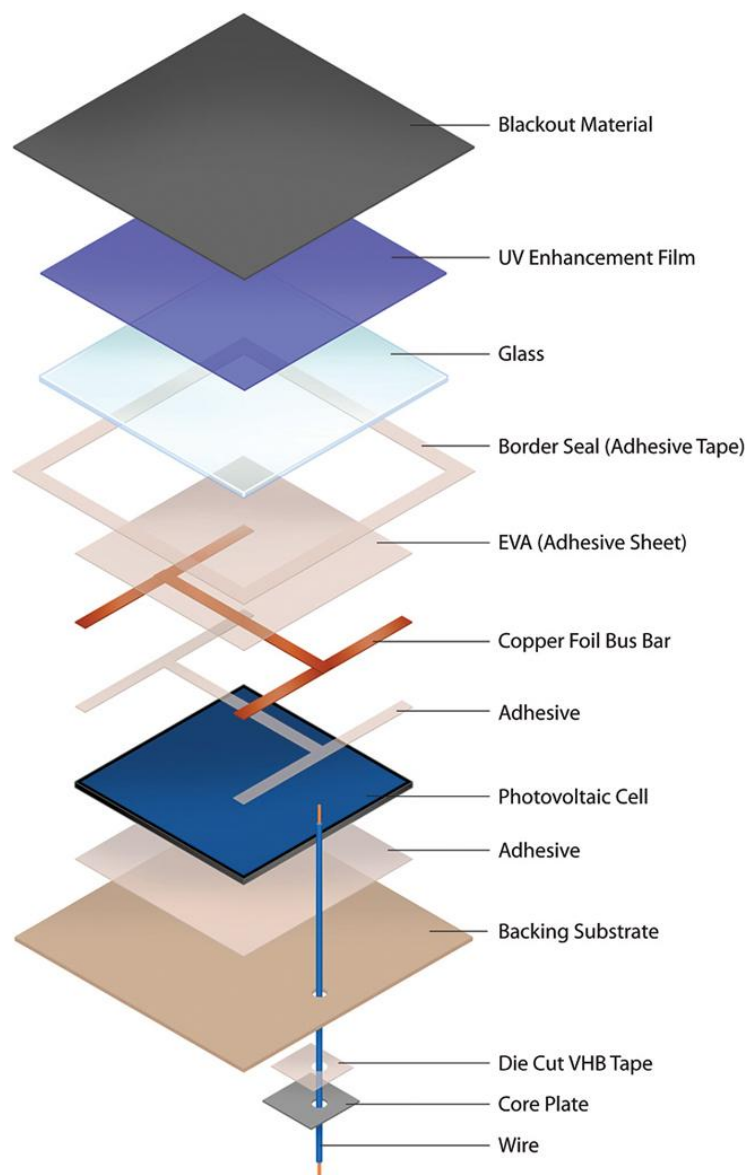
3.6. Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται οι βιομηχανικές διατάξεις μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στην ουσία πρόκειται για ηλεκτρογεννήτριες που συγκροτούνται από πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία σε επίπεδη διάταξη που έχουν ως βάση λειτουργίας το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων, μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι παρά, πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.



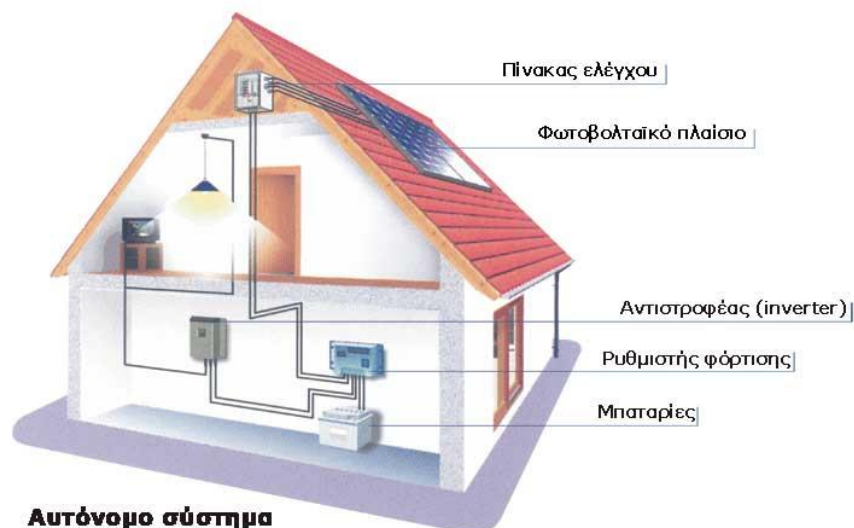
Εικόνα 6: Στρώματα Ηλιακού Πάνελ

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι άπιθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών

εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

Ο **βαθμός απόδοσης** εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια *Bell Laboratories* δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.



Εικόνα 7 : Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα

3.6.1. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα

όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/B συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/B σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.

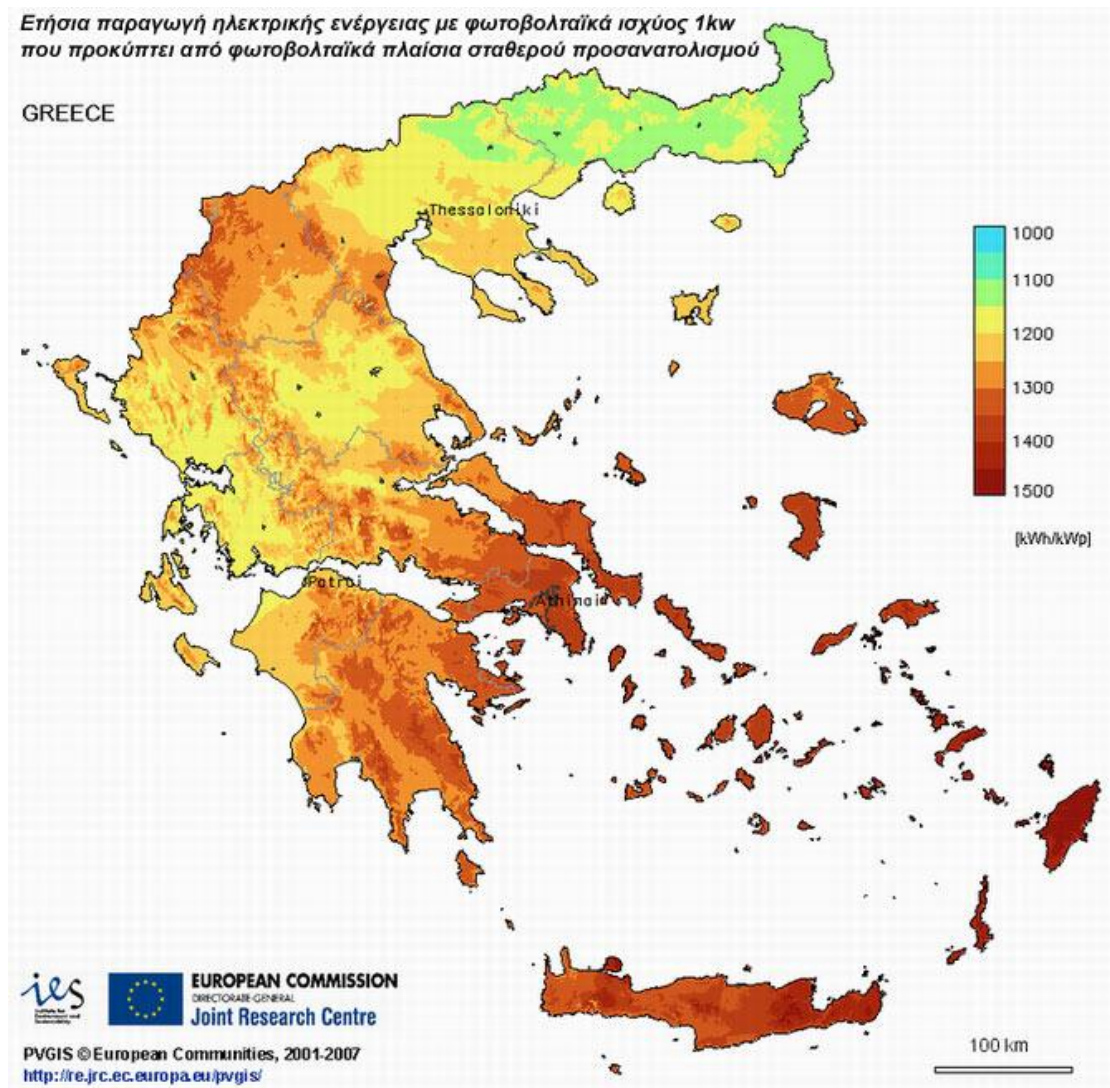
Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

3.6.2. Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο της για το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες, που συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας το ανεξάντλητο ηλιακό δυναμικό. Τώρα μένει να γίνει το ίδιο και ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι προϋποθέσεις μάλιστα για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα είναι ακόμα καλύτερες, αφού τα Φ/Β συστήματα παρουσιάζουν την μέγιστη παραγωγή ακριβώς εκείνες τις ώρες της ημέρας που και η κατανάλωση (ζήτηση) φτάνει στο μέγιστο και η ΔΕΗ ζητά από όλους τους καταναλωτές να περιορίσουν την ζήτηση ή αναγκάζεται να κάνει περικοπές (ελεγχόμενη συσκότιση). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του νέου επενδυτικού νόμου Ν. 3522/06 και του αναπτυξιακού νόμου Ν. 3299/04 για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας (επιδότηση αγοράς εξοπλισμού έως και 40% ανάλογα με την περιοχή της εγκατάστασης και τα επιχειρηματικά κριτήρια που ικανοποιούνται). Στη συνέχεια, με βάση το νόμο Ν. 3468/06 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ο επενδυτής συνάπτει δεκαετές συμβόλαιο – με μονομερή δυνατότητα ανανέωσης της σύμβασης από την πλευρά του επενδυτή για ακόμη δέκα χρόνια – για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει στον ΔΕΣΜΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) για τις διασυνδεδεμένες περιοχές, ή απευθείας στη ΔΕΗ για τις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές. Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 0,40 έως 0,50 Ευρώ ανά κιλοβατώρα (kWh) ανάλογα με το μέγεθος και την περιοχή της εγκατάστασης. Όμως, και ο ιδιώτης μπορεί να επωφεληθεί του νόμου 3468, πουλώντας την πλεονάζουσα ενέργεια της εγκατάστασης ιδιοχρήσης που διαθέτει στις ίδιες ανταγωνιστικές τιμές, με επιπλέον όφελος φοροελάφρυνση έως και 700 Ευρώ.

Τα κίνητρα αυτά έχουν ήδη δείξει τα πρώτα αποτελέσματα, και πλέον βλέπουμε τη δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων σε πολλές περιοχές της χώρας, και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε καινούργια ή και παλιότερα σπίτια. Με την τρέχουσα νομοθεσία η Ελληνική πολιτεία στοχεύει στην δημιουργία μεγάλων ως

πολύ μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων, σε αντίθεση με άλλες χώρες, που όπως η Γερμανία στοχεύουν στην ανάπτυξη πολλών μικρών συστημάτων. Μία σχετική σύγκριση φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Τα στοιχεία του διαγράμματος προέρχονται από τον σύνδεσμο εταιρειών ηλιακής ενέργειας της Γερμανίας (BSW) και από την Ελληνική Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).



Εικόνα 8 : Απόδοση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα

3.7.Συμπεράσματα και λύσεις

Οι τεχνολογίες που μπορούν να προσφέρουν λύσεις σε οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα αποτελούν το κυρίαρχο δομικό στοιχείο της μελλοντικής οικονομικής ανάπτυξης του κόσμου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι απλά τεχνολογίες με θετικές προδοκίες για το μέλλον, αλλά είναι το ίδιο το μέλλον της επιχειρηματικότητας. Τα οφέλη από την χρήση τους είναι πολλαπλά. Εκτός από τα σταθερά και μακροχρόνια κέρδη που προσφέρουν στους επενδυτές, μπορούν επιπλέον να παρέχουν και υψηλές ευκαιρίες για απασχόληση, όχι μόνο στις περιοχές όπου εγκαθίστανται ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη, αλλά και στις βιομηχανίες και τα μεγάλα εργοστάσια όπου συναρμολογούνται και κατασκευάζονται, απασχολώντας χιλιάδες εργαζομένους.

Για αυτά ακριβώς τα ελκυστικά κίνητρα που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογίες ΑΠΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιδοθεί σε έναν αγώνα δρόμου προκειμένου να κερδίσει το στοίχημα του μέλλοντος αυξάνοντας το ποσοστό διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών κατά 20%, στην τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2020. Δεν πρέπει να παραβλέψουμε πως μέσα από την επίτευξη αυτού του στόχου θα υπάρξει σημαντική μείωση στα αέρια του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια στα υψηλά κόστη που προκύπτουν από την περιβαλλοντική καταστροφή.

Όμως η Ελλάδα παραμένει ουραγός σε αυτόν τον αγώνα καθώς διάφορα εμπόδια παρακωλύουν την ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ. Εμπόδια που προέρχονται από διοικητικού φορείς και γραφειοκρατικές διαδικασίες, χωρίς να έχει ληφθεί ακόμη δράση εκ μέρους των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα και των μεμονωμένων καταναλωτών ενεργείας. Δυστυχώς εμμένει στην χρήση συμβατικών καυσίμων με διαρκώς υψηλά πρόστιμα για τις υπερβάσεις στις εκλύσεις αερίων του θερμοκηπίου. Απαιτούνται λοιπόν κάποιες ριζικές ανατροπές σε θεσμικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο ώστε να προωθηθούν αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας .

Σε θεσμικό επίπεδο, δημιουργώντας ένα κέντρο συντονισμού της προσπάθειας, όπως ένα Υπουργείου Περιβάλλοντος θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων φορέων στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μια θεσμικά ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, που στηρίζεται στην αρχή της διαρκούς κοινωνικής λογοδοσίας και έχει πλήρη ενημέρωση πάνω σε

θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακρογωνιαίος λίθος αυτής της προσπάθειας.

Στη συνέχεια το νομικό πλαίσιο που προσδιορίζει την εικόνα την αγοράς των ανανεώσιμων πηγών, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες. Ενώ μπορεί να δώσει την ευκαιρία για μια πιο απελευθερωμένη αγορά, με καταναλωτές που θα μπορούν να επικέγουν εναλλακτικά της ΔΕΗ, την επιχείρηση από την οποία επιθυμούν να αγοράσουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

Σε οικονομικό επίπεδο μπορεί να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία. Επιπλέον είναι απαραίτητη η στήριξη μέσα από χαμηλά επιτόκια δανεισμού και επιβολή αντικειμενικά υψηλών προστίμων σε εκείνες τις επιχειρήσεις που επιβαρύνουν με τις δραστηριότητες τους το περιβάλλον. Έτσι θα γίνεται περισσότερο αισθητή η υπερχοή της ανανεώσιμης τεχνολογίας σε οικονομικό επίπεδο με διομόρφωση καθαρότερων κανόνων ανταγωνισμού.

Σε κοινωνικό επίπεδο η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω την αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία.

Χωρίς γνώση για τις τεχνολογίες του μέλλοντος που μπορούν να λύσουν τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και να εκτοξεύσουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες είναι σαν να συμβιβάζομαστε με το σκοτάδι και με μια νέα μεσαιωνική εποχή. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ελπίδα για να ξεπεράσουμε τις μεγάλες κρίσεις και μπορούν με την ενέργεια τους να φωτίσουν ένα καλύτερο μέλλον.

4.Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

4.1.Γενικά

4.1.1. Τι είναι ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικροκλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Η βιοκλιματική είναι κλάδος της αρχιτεκτονικής που λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας. Με τον όρο "βιοκλιματικός σχεδιασμός" εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Τον σχεδιασμό των κτιρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

4.1.2. Στόχοι του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Συνοπτικά, οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- Η εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Η προστασία από τους δυνατούς ανέμους του χειμώνα
- Η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα
- Η προστασία από τον ήλιο του καλοκαιριού
- Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι
- Η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι

4.1.3. Πλεονεκτήματα των βιοκλιματικών κατασκευών

Ένα κτίριο το οποίο έχει σχεδιαστεί με βάσει τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχει πολλά πλεονεκτήματα να προσφέρει τόσο στο φυσικό περιβάλλον που συνεχώς υποβαθμίζεται με την άναρχη δόμηση όσο και στους χρήστες του που θα ζούνε σε ένα κτίριο φυσικό, οικολογικό. Στα κυριότερα πλεονεκτήματά ενός τέτοιου κτιρίου συγκαταλέγονται:

- η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, της τάξης του 60% σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο
- η εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό, της τάξης του 30% σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο
- η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον
- οι λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων
- η εξοικονόμηση νερού, μέσω συστημάτων συγκέντρωσης, επανάχρησης και ανακύκλωσης νερού
- η προστασία και εξοικονόμηση φυσικών πόρων (ενέργεια, νερό)
- η μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και CO₂, μέσω βιοκλιματικού σχεδιασμού, χρήσης τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ
- η διαχείριση των αποβλήτων (χρήση συστημάτων συγκέντρωσης, διαλογής και ανακύκλωσης απορριμμάτων)
- η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, μέσω χρήσης φιλικών στο περιβάλλον, κατασκευαστικών υλικών, του καλού εξαερισμού
- το ευνοϊκό μικροκλίμα, η κατάλληλη φύτευση και υλικά και
- η αύξηση της υγιεινής της ασφάλειας και της άνεσης.

4.2. Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα

Το κτιριακό απόθεμα που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα από τα μέσα του 20ου αιώνα και μετά, στις πόλεις αλλά και στην ύπαιθρο, αποτελεί τον κύριο έως συντριπτικό όγκο των κτιρίων της χώρας. Είναι κτίρια εξαιρετικά ενεργοβόρα και κατά την επίσημη ορολογία ‘άρρωστα κτήρια’ (ρυπογόνα για το περιβάλλον, ανθυγιεινά για τους ενοίκους τους, με εμφάνιση άνισων κατανομών εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας και υψηλή τοξικότητα του εσωτερικού τους αέρα).

Ο υπερμεγέθης αστικός ιστός του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας συγκεντρώνει τα μισά απ’ αυτά. Τα υπόλοιπα κατανέμονται στις μικρότερες πόλεις που ασφυκτιούν επίσης και σε μια κατακερματισμένη ύπαιθρο που ερημώνει προοδευτικά στα πλαίσια ενός ανύπαρκτου αναπτυξιακού και χωροταξικού και ενός άστοχου έως ανάπηρου πολεοδομικού σχεδιασμού.

Οι δυνατότητες βελτιωτικών παρεμβάσεων στον κτιριακό αυτό όγκο είναι περιορισμένης κλίμακας. Στον τομέα της θέρμανσης - λόγω συνήθως ακατάλληλου προσανατολισμού και ελλιπούς ηλιασμού - μπορούν να περιοριστούν συνήθως στην βελτίωση των μονώσεων. Στον τομέα του φυσικού δροσισμού προσφέρονται περισσότερες δυνατότητες βελτίωσης αρκεί να συνδυαστούν με μέτρα μετατροπής του μικροκλίματος των πόλεων (π.χ. φύτευση των υπαιθρίων χώρων και των κτιρίων). Στον τομέα της ‘εξυγίανσης’ των κατασκευών, οι δυνατότητες είναι ελάχιστες έως μηδενικές.

Το κτιριακό αυτό απόθεμα, μη βιώσιμο και βασικός συντελεστής της κλιματικής μεταβολής κληροδοτείται από γενιά σε γενιά δημιουργώντας προοδευτικά όλο και δυσμενέστερες προϋποθέσεις συντήρησής του αλλά και επιβίωσης. Κάθε νέο, σύγχρονης συμβατικής δόμησης κτίριο μικρό ή μεγάλο, μονώροφο ή πολυώροφο, δημόσιο ή ιδιωτικό, διογκώνει και αναπαράγει στο διηνεκές αυτό το αδιέξοδο.

Το θεσμικό και διοικητικό πλαίσιο για τον κτιριακό τομέα εξακολουθεί να προσανατολίζεται στην εξυπηρέτηση των όρων της αντιπαροχής, των οργανωμένων οικοδομικών συμφερόντων και των ‘μεγάλων έργων’ και μόνο. Η τεχνική παιδεία όλων των βαθμίδων, η αρχιτεκτονική παιδεία, οι μηχανικοί της χώρας, εξακολουθούν να δεσμεύονται από την μονοκρατορία της κατασκευής του οπλισμένου

σκυροδέματος. Οριοθετούνται στα πλαίσια της υψηλής και ακριβής τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών και προϊόντων των πετροχημικών. Εγκλωβίζονται από την κατασκευαστική και οικονομική λογική της αντιπαροχής.

Η οικολογική δόμηση στην Ελλάδα έχει κάνει τα τελευταία 20 χρόνια μόνο μικρά και περιορισμένης εμβέλειας βήματα που και αυτά προέκυψαν μόνο μέσα από ιδιωτικές πρωτοβουλίες κάτω από εξαιρετικά αντίξοες συνθήκες.

Αυτά τα δεδομένα γεννούν σήμερα την ανάγκη της επικοινωνίας, της σύμπτυξης και της συνεργασίας των ανθρώπων που θεωρούν ότι η δυναμική - έμπρακτη προώθηση της οικολογικής δόμησης μπορεί να δημιουργήσει τον αναγκαίο και ικανό προηγούμενο μοχλό πίεσης και να εγκαινιάσει ένα νέο δρόμο ανάπτυξης και μια νέα, διαφορετική και αειφόρο προοπτική δόμησης στον ελληνικό χώρο.

Τα κτίρια ανήκουν στους πιο ρυπογόνους συντελεστές της πόλης. Οι δείκτες διοξειδίου του άνθρακα οφείλουν τα υψηλά ποσοστά στους στη γαλαντόμο συνεισφορά του αθηναϊκού κτιριακού αποθέματος, το οποίο ευθύνεται και για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ο κτιριακός πλούτος της Αθήνας φαίνεται πως είναι φτωχός σε εφαρμοσμένες πρακτικές περιβάλλοντος, με συνέπεια να κατατάσσεται στους πλέον ενεργοβόρους. Δεν υπάρχει άλλη ευρωπαϊκή χώρα με τέτοιες κατασκευές, αφού θέματα περιβάλλοντος και ποιότητας ζωής δεν έχουν διεισδύσει στην κατασκευαστική διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, η Ελλάδα ξοδεύει γιγαντιαία ποσά για ενέργεια και οι Έλληνες δεν διαβιούν σε καλό κτιριακό απόθεμα.

Στις πρώτες θέσεις της ενεργειακής κατανάλωσης εδρεύουν τα παλιά κτίρια -ο κτιριακός πυρήνας της πόλης έχει ηλικία 40 ετών -τα γυάλινα που σε θέματα κλιματισμού απαιτούν 2-3 φορές περισσότερη ενέργεια από τα συμβατικά και τα κτίρια που οικοδομήθηκαν μέχρι το 1980, πριν από την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης.

Οι συνήθειες μαύρες τρύπες των κτιρίων είναι η απουσία μόνωσης στο κέλυφος και την οροφή, η κακή ποιότητα κουφωμάτων και τζαμιών, η μη αεροστεγανότητα, η κακή συντήρηση του λέβητα και η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου. Ακόμη και ο ισχύον Κανονισμός Θερμομόνωσης των κτιρίων (ΦΕΚ362Δ/4.7.1979, ΑΠ26354/476/19.9.1978) στην πράξη δεν εφαρμόζεται. Πάνω από το 50% των οικοδομών που χτίζονται σήμερα έχουν ελλιπή θερμομόνωση.

Τα κτίρια ευθύνονται για ένα μεγάλο μέρος των εκπομπών αυτών, καθώς τους αναλογεί τουλάχιστον το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα μας. Αν και η χώρα δεσμεύτηκε με τον Ν. 3017/2002 (ΦΕΚ 117Α/2002) και με την ΠΥΣ 5/03 (ΦΕΚ 58Α/2003) να αυξήσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 25% μέχρι το 2012 (με βάση τα επίπεδα του 1990), η αύξηση αυτή ήδη έφτασε το 24,5% και αναμένεται να φτάσει το 58% μέχρι το 2012 αν δεν λάβει έγκαιρα όλα τα αναγκαία μέτρα στους τομείς που ευθύνονται για τις εκπομπές, κύρια, διοξειδίου του άνθρακα.

Για να αντισταθμίσει η Ελλάδα τους επιπλέον ρύπους στο διεθνές χρηματιστήριο ρύπων πληρώνει εκατομμύρια ευρώ, που τα επωμίζεται, όπως πάντα, ο Έλληνας πολίτης, φορολογούμενος και καταναλωτής. Επίσης, η Ελλάδα, ως χώρα μέλος της ΕΕ, δεσμεύτηκε για μείωση 20% στην κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2020.

Τα νομοθετικά βήματα που έγιναν προς αυτή την κατεύθυνση δεν καρποφόρησαν, δεδομένου ότι δεν εκδόθηκε ποτέ ο προβλεπόμενος Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και την Εξοικονόμηση Ενέργειας, ωστόσο έκτοτε ολοένα και περισσότερο γίνεται συνείδηση στους σχεδιαστές των έργων η ανάγκη ενσωμάτωσης ορισμένων περιβαλλοντικών συνιστώσεων στο σχεδιασμό, στην κατασκευή, στη λειτουργία και στη συντήρηση των κτιρίων.

Έτσι στην Ελλάδα συνεχίζουμε τις πρακτικές του παρελθόντος, αγνοώντας τις δεσμεύσεις της Ευρώπης στην οποία ανήκουμε, ενώ σε άλλες χώρες, ήδη εδώ και δεκαετίες, εφαρμόζονται οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και οικολογικής δόμησης και η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις οικοδομές. Ακόμη και η Αμερική, που δεν συμμετέχει στις δεσμεύσεις του Kyoto, κάνει τεράστια βήματα σε επίπεδο δήμων και πόλεων, ενώ αρχιτέκτονες ακολουθούν τα πρότυπα του προγράμματος LEED για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Οι συνήθειες μαύρες τρύπες των κτιρίων είναι η απουσία μόνωσης στο κέλυφος και την οροφή, η κακή ποιότητα κουφωμάτων και τζαμιών, η μη αεροστεγανότητα, η κακή συντήρηση του λέβητα και η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου. Η υπερκατανάλωση ενέργειας είναι συνώνυμη της πόλης εξαιτίας της «αυξανόμενης θερμικής υποβάθμισης, της εμμονής στη χρήση εμπειρικών και ξεπερασμένων τεχνικών σχεδιασμού του αστικού χώρου, της αποψίλωσης του αστικού και

περιαστικού πρασίνου», όπως παρατηρούσε σε παλαιότερη έκθεση η Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν την μεγαλύτερη σχετική κατανάλωση, σχεδόν 30% μεγαλύτερη από της Ισπανίας και περίπου διπλάσια από της Πορτογαλίας.

Οι κατοικίες στην Ελλάδα παράγουν περίπου 12-13 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο το χρόνο. Την ίδια ώρα, η Αυστρία παράγει 9 ενώ η Νορβηγία και η Γερμανία 11. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από όλες τις άλλες μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία 8 τόνους, Ιταλία & Ισπανία 9 τόνους) και ίση με της Δανίας. Το θερμικό φορτίο των κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα είναι το υψηλότερο ανάμεσα σε δέκα χώρες. Καταναλώνουμε δηλαδή περισσότερη ενέργεια για θέρμανση από «παγωμένες» χώρες σαν τη Γερμανία, τη Δανία, τη Σουηδία και την Αυστρία..

Η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση στα ελληνικά νοσοκομεία κυμαίνεται από 81-420 κιλοβατώρες/τ.μ./έτος. Το αντίστοιχο εύρος στην Δανία είναι 110-210 και στη Φινλανδία 100-300. Η Ελλάδα εμφανίζει παρόμοιες τιμές με την Τσεχία. Ως εκ τούτου πολλά αναμένονται από την εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/EK για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με το Νόμο 3661/08, χωρίς ωστόσο να έχει τεθεί ακόμη σε εφαρμογή, δεδομένου ότι απαιτείται η έκδοση σειράς θεσμικών ρυθμίσεων.

Ωστόσο, η ανάγκη για στροφή της κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων προς υλικά, εξοπλισμούς και τρόπους οργάνωσης πιο φιλικούς προς το περιβάλλον σε σχέση με τους μέχρι σήμερα γνωστούς συμβατικούς, αποτελεί μια λογική και πρακτική, η οποία όχι μόνο θεωρείται αδιαμφισβήτητα επιθυμητή, αλλά άρχισε να εφαρμόζεται ήδη στην Ευρώπη κατά την τελευταία δεκαετία.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κυρίως όσον αφορά στην κατασκευή μεγάλων έργων είναι πια γεγονός που απασχολεί τους μελετητές και κατασκευαστές στην Ελλάδα. Αντιθέτως, οι περιβαλλοντικές συνιστώσες δεν απασχολούν συνήθως τους εκτελεστές των έργων ανέγερσης κοινών κτιρίων, εκτός εάν πρόκειται για μεγάλες μονάδες .

Το ενδιαφέρον στα κτιριακά έργα συγκεντρώνει μέχρι σήμερα η επιλογή των υλικών και οι μέθοδοι εξοικονόμησης νερού και ενέργειας. Η συνολική προσέγγιση των

επιπτώσεων των κτιριακών έργων στο περιβάλλον σε όλη τη διάρκεια ζωής τους, ήδη από τη μελετητική φάση, είναι κάτι νέο.

Με την έκδοση της Οδηγίας 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, που εφαρμόζεται σχεδόν σε όλη τη «γηραιά ήπειρο» στο πλαίσιο της τριετούς προσαρμογής που είχε θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση – έως το 2009 αναμένονται θεαματικές αλλαγές στον τομέα της μελέτης και κατασκευής των κτιρίων, ιδιαίτερα λόγω της θέσπισης της διαδικασίας ενεργειακής αξιολόγησης και πιστοποίησης των κτιρίων. Η αξιολόγηση των κτιρίων σε Λονδίνο και Παρίσι ξεκίνησε πέρυσι ενώ στη Λισαβόνα το 2007.

Η Ελλάδα τερματίζει από τους τελευταίους (έχοντας ήδη καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο).

Η ενεργειακή ταυτότητα θα καθορίσει σε βάθος χρόνου την αγοραστική δύναμη των κτιρίων, κυρίως όμως τις συνθήκες ζωής στο αστικό περιβάλλον. Μελέτες κτιριακής αναβάθμισης του ΚΑΠΕ την τελευταία δεκαετία έδειξαν ότι μια μετριοπαθής βελτίωση ενός κτιριακού συνόλου στην Αθήνα θα μείωνε την κατανάλωση ενέργειας κατά 25%.

Ο ευκολότερος τρόπος μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιριακών έργων είναι ο προσδιορισμός και η εκτίμησή τους στην πρώτη φάση του σχεδιασμού τους, μέσω μιας «περιβαλλοντικής – οικολογικής» θεώρησης που δεν θα προστίθεται ως «πράσινη» παράγραφος στην οριστική μελέτη κάθε έργου, αλλά θα δίνει νέα οπτική στο σχεδιασμό και στις λήψεις των αποφάσεων, προκειμένου να αποδοθούν οι βέλτιστες συνολικά λύσεις.

Ο οικολογικός σχεδιασμός των κτιρίων είναι μέρος του συνολικού σχεδιασμού και δεν διαφέρει από οποιονδήποτε σχεδιασμό έργου.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενεργειακή διαχείριση εφαρμόζονται σε όλο και περισσότερα κτίρια του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, ενώ η έρευνα σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο έχει προχωρήσει σημαντικά και βρισκόμαστε πλέον στην περίοδο της ένταξης αυτού το νέου τρόπου δόμησης και αναβάθμισης κτιρίων στην ευρύτερη
οικοδομική
πρακτική.

4.3.Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Οι παραδοσιακοί οικισμοί του παρελθόντος, δείχνουν μία εναρμόνισή με το τοπίο, μία προσαρμογή με το ανάγλυφο του εδάφους και μία καλή αξιοποίηση των κλιματικών πλεονεκτημάτων του τόπου.

Τις ίδιες αρχές που οι πρόγονοί μας χρησιμοποιούσαν από ανάγκη για να κτίσουν τις κατοικίες τους έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν τις μεταβολές του καιρού, χρησιμοποιούμε και σήμερα για να δημιουργήσουμε ένα εσωτερικό περιβάλλον για άνετη και υγιεινή διαβίωση των κατοίκων.

Για να σχεδιάσουμε μία κατοικία με βάση τις βιοκλιματικές αρχές, θα πρέπει αρχικά να μελετήσουμε το κλίμα του τόπου, το φυσικό περιβάλλον, την τοπογραφία, τη θέα, την ετήσια και ημερησία διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα, την ηλιακή ακτινοβολία, τους ανέμους και τη σχετική υγρασία της περιοχής.

Κατά το σχεδιασμό της κατοικίας και για τη μέγιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών, θα πρέπει, όταν είναι εφικτό, η κύρια όψη καθώς και τα μεγαλύτερα ανοίγματα της κατοικίας, να είναι προσανατολισμένα προς το νότο. Αντιθέτως στις Βορινές πλευρές των κτιρίων θα πρέπει να έχουμε συμπαγείς τοίχους με μικρά ανοίγματα.

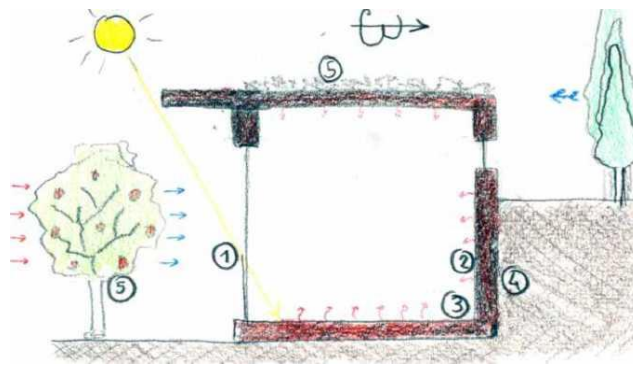
Όλοι οι τοίχοι του κτιρίου θα πρέπει να έχουν μεγάλο όγκο και να είναι από συμπαγή υλικά ώστε να έχουν μεγάλη θερμική αδράνεια και να γίνεται σωστή εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του κτιρίου για εξισορρόπηση των θερμοκρασιακών μεταβολών

Επιπλέον επιθυμητή είναι η εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας του εδάφους τόσο σχεδιάζοντας υπόσκαφα κτίρια, όσο και κτίρια που βρίσκονται σε εδάφη με μεγάλη κλίση. Τα ανοίγματα της κατοικίας θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να προσφέρουν διαμπερή αερισμό.

Περιβάλλουσα βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιοπρόστασία, σκιασμό αλλά και προστασία από τους ανέμους, βελτιώνοντας παράλληλα το μικροκλίμα γύρω από την κατοικία

Η Νότια πλευρά του κτιρίου χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση ενώ η Βόρεια για ανάσχεση της θερμότητας και προστασία από τους ψυχρούς ανέμους.

Σχήμα 1: Πρότυπη Βιοκλιματική Κατοικία



4.3.1. Αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου

- Καταλληλότερο σχήμα για την κατοικία είναι το επιμήκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, διότι προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για συλλογή της ηλιακής θερμότητας τους χειμερινούς μήνες. Αντίστοιχα, η μεγαλύτερη όψη της κατοικίας και τα μεγαλύτερα ανοίγματα πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το νότο, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά του κτιρίου πρέπει να υπάρχουν συμπαγείς τοίχοι και όσο το δυνατόν μικρότερα ανοίγματα. Σε περίπτωση που το σχήμα του οικοπέδου ή άλλα εμπόδια δεν επιτρέπουν τη διαμόρφωση επιμήκους κτίσματος κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, τότε διαμορφώνεται το κτίριο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιέχει "σπαστούς" όγκους για να εξασφαλίζουν ηλιασμό το χειμώνα και οι πίσω χώροι του κτίσματος.
- Οι τοίχοι του κτιρίου πρέπει να είναι ογκώδεις και φτιαγμένοι από συμπαγή υλικά για καλύτερη προστασία από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Αντίστοιχα, οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων (πόρτες-παράθυρα) της κατοικίας αποτελούν τον απλούστερο ηλιακό συλλέκτη.
- Προτείνονται μεγάλα ανοίγματα προς το νότο, μετρίου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα προς το Βορρά.
- Τα ανοίγματα της κατοικίας πρέπει να προσφέρουν διαμερή αερισμό (κυρίως στην κατεύθυνση Βορρά-Νότο) και γι' αυτό το λόγο πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχουν βόρεια ανοίγματα στην κατοικία. Ο διαμερής αερισμός προσφέρει φυσικό δροσισμό τους θερινούς μήνες.
- Χρειάζεται να εκμεταλλευόμαστε την θερμική αδράνεια του εδάφους όπου αυτό είναι δυνατό (π.χ. σε εδάφη με μεγάλη κλίση).

- Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και τις ανάγκες των κατοικούντων σε αυτό προσαρμόζεται και η χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων. Έτσι, καθώς η βόρεια πλευρά του κτιρίου είναι η πιο ψυχρή και η λιγότερο φωτεινή, αυτοί οι χώροι προορίζονται για δωμάτια με ολιγόωρη χρήση (για παράδειγμα υπνοδωμάτια, τουαλέτα). Με αυτό τον τρόπο το κέρδος είναι διπλό, καθώς αφενός οι κύριοι χώροι χρήσης (π.χ. σαλόνι) τοποθετούνται στις νοτιότερες (και επομένως πιο ζεστές) μεριές του κτιρίου, αφετέρου οι δευτερεύοντες χώροι λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κύριων χώρων χρήσης.

4.3.2. Προσανατολισμός

Η μεγαλύτερη όψη του κτιρίου πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς το νότο με απόκλιση έως 30 μοίρες (ανατολικά ή δυτικά).

4.3.3. Περιβάλλοντας χώρος

- Χρειάζεται να δίνουμε προσοχή στο μικροκλίμα γύρω από την κατοικία. Η βλάστηση μπορεί χρησιμοποιηθεί για ηλιοπροστασία, σκιασμό και προστασία από τους ανέμους. Έτσι συνίσταται η φύτευση μεγάλων φυλλοβόλων δένδρων στις νότιες και δυτικές πλευρές του κτιρίου, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά η ύπαρξη αειθαλών δένδρων βοηθά στην ανάσχεση των χειμωνιάτικων ανέμων και παράλληλα προσφέρει δροσισμό του αέρα τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο εμπόδιο στη νότια πλευρά του οικοπέδου, (π.χ. μια γειτονική κατοικία) το οποίο ενδεχομένως να εμποδίζει τον ηλιασμό της κατοικίας κατά τους χειμερινούς μήνες, επιλέγουμε απόσταση ανάμεσα στο εμπόδιο και την κατοικία τουλάχιστον μιάμιση φορά το ύψος του εμποδίου.

4.4. Στοιχεία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

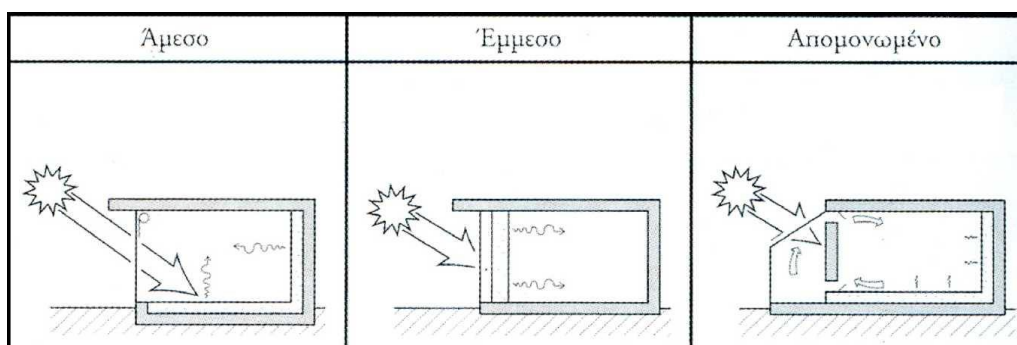
Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κλπ.

Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

4.4.1. Παθητικά συστήματα θέρμανσης

Οι διατάξεις που χρησιμοποιούμε για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας σε εφαρμογές παθητικής ηλιακής θέρμανσης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το που προσπίπτει και αποθηκεύεται το ηλιακό κέρδος στα κτίρια, και χωρίζονται σε διατάξεις άμεσου, έμμεσου και απομονωμένου κέρδους.

Σχήμα 2: Διατάξεις συλλογής ηλιακής ενέργειας



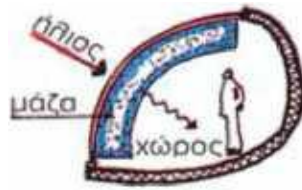
Στις διατάξεις Άμεσου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες εισέρχονται απευθείας μέσα στο κτίριο, απορροφώνται από τη θερμική μάζα και αποδίδονται στο χώρο διαβίωσης.

Σχήμα 3: Διάταξη άμεσου κέρδους



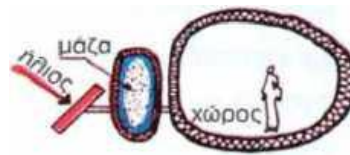
Στις διατάξεις Έμμεσου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν στην περίμετρο του κτιρίου που αποτελεί τη θερμική μάζα, και στη συνέχεια μεταδίδονται μέσα στο χώρο διαβίωσης.

Σχήμα 4: Διάταξη έμμεσου κέρδους



Στις διατάξεις Απομονωμένου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν σε χώρο που είναι προσαρτημένος στο κτίριο και η θερμότητα μεταφέρεται μέσα στο χώρο διαβίωσης (θερμοκήπιο, θερμοσιφωνικό πανέλο κλπ)

Σχήμα 5: Διάταξη απομονωμένου κέρδους



Διατάξεις άμεσου κέρδους - ανοίγματα με τζάμι.

Οι διατάξεις άμεσου κέρδους αποτελούν το πιο απλό σύστημα παθητικής ηλιακής θέρμανσης. Απαιτείται απλώς ένα καλά μονωμένο κτίριο το οποίο έχει μεγάλη νότια επιφάνεια καλυμμένη με μεγάλο υαλοστάσιο. Η διαφορά του με ένα συμβατικό κτίριο, είναι ότι μπορεί να αποθηκεύσει τη θερμότητα που συλλέγει.

Το χειμώνα που ο ήλιος έχει μικρή γωνία οι ακτίνες του εισέρχονται στο κτίριο και θερμαίνουν τον εσωτερικό χώρο, ενώ το καλοκαίρι που ο ήλιος έχει ψηλότερη τροχιά, ένα στέγαστρο ελαττώνει την είσοδο τους στο κτίριο και επιπλέον ένα προστέγασμα τις εμποδίζει.

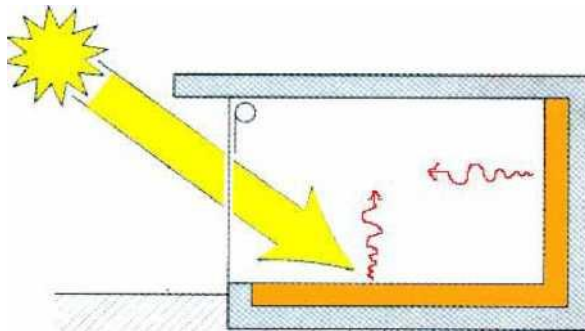
Οι διατάξεις άμεσου κέρδους απαιτούν την ύπαρξη μεγάλης νότιας επιφάνειας με τζάμι και την ύπαρξη χώρου διαβίωσης πίσω από αυτό. Η θερμική μάζα βρίσκεται στην οροφή, στο δάπεδο και τους τοίχους, που πρέπει να είναι μονωμένοι για να προστατεύονται από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες και για να αποφεύγεται η απώλεια της θερμότητας τη νύκτα. Το τζάμι θα πρέπει να είναι επίσης καλά μονωμένο για ελαχιστοποίηση των απωλειών.

Κατακόρυφες γυάλινες επιφάνειες είναι προτιμότερες από κεκλιμένες γιατί δέχονται τον ήλιο το χειμώνα ενώ προστατεύονται εύκολα το καλοκαίρι.

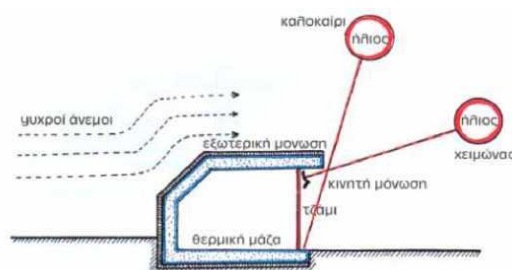
Το μέγεθος των ανοιγμάτων σχετίζεται με την επιφάνεια του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής και η θέση τους σχετίζεται με το βάθος του χώρου.

Άλλες μορφές ανοιγμάτων που προσφέρουν άμεσο κέρδος είναι ο φεγγίτης και το άνοιγμα στη στέγη.

Σημαντική είναι η σωστή χρήση του συστήματος τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας και νύκτας όσο και κατά τη διάρκεια του έτους. Το χειμώνα θα πρέπει να είναι ανοικτά τα παντζούρια και το καλοκαίρι να κλείνουν οι διατάξεις βράδια θα πρέπει να σκίασης. Το χρησιμοποιείται η νυκτερινή θερμομόνωση.



Εικόνα 9: Άνοιγμα με τζάμι



Εικόνα 10: Λειτουργία ανοίγματος με τζάμι

Πλεονεκτήματα :

Οι διατάξεις άμεσου κέρδους αποτελούν το απλούστερο από όλα τα παθητικά συστήματα. Η όψη τους είναι συμβατή με την αισθητική του χρήστη καθώς αποτελούνται απλώς από μεγάλα ανοίγματα με τζάμι, παρόμοια με αυτά που υπάρχουν στις συμβατικές κατασκευές. Έτσι κατασκευάζονται εύκολα και γρήγορα.

Επιπλέον αποτελούν το φθηνότερο από τα συστήματα καθώς το τζάμι είναι φθηνό δομικό υλικό και ετοιμοπαράδοτο.

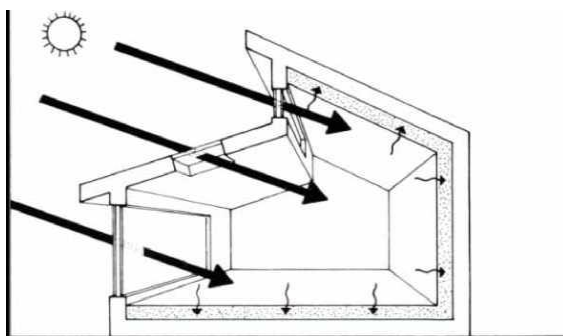
Οι μεγάλες επιφάνειες των υαλοστασίων παρέχουν υψηλές στάθμες φυσικού φωτισμού και οπτικής επαφής με το περιβάλλον.

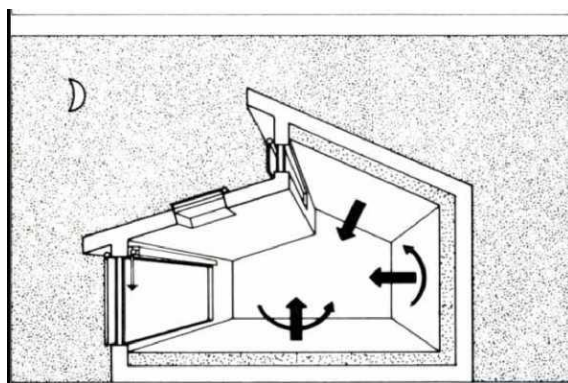
Μειονεκτήματα :

Οι μεγάλες υάλινες επιφάνειες δημιουργούν θάμβωση την ημέρα, απώλεια ιδιωτικότητας τη νύχτα και απώλειες θερμότητας όταν δεν υπάρχει η δεν χρησιμοποιείται σωστά η νυκτερινή θερμομόνωση. Η υπεριώδης ακτινοβολία που διαπερνάει τα τζάμια αλλοιώνει τα υφάσματα και τις φωτογραφίες μέσα στο χώρο.

Στις διατάξεις άμεσου κέρδους με μεγάλες υάλινες επιφάνειες παρατηρούνται ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια τζαμιού τόσο μεγαλύτερη θερμική μάζα απαιτείται προσαρμογή στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Σχήμα 6: Τη νύχτα η αποθηκευμένη ενέργεια μεταδίδεται στο χώρο





Παραλλαγές :

Οι παραλλαγές στις διατάξεις του άμεσου κέρδους έχουν να κάνουν με τη θέση της θερμικής μάζας και τον τρόπο διαχείρισης του ηλιακού φωτός, όταν εισέρχεται στο κτίριο.

Χρησιμοποιώντας ένα τζάμι διάχυσης, το ηλιακό φως διανέμεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια θερμικής μάζας, όμως τέτοιες διατάξεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πάνω από το επίπεδο του οφθαλμού για να αποφεύγεται η θάμβωση.

Άλλες παραλλαγές είναι ο φεγγίτης, το άνοιγμα στη στέγη και το θερμοκήπιο με άμεσο κέρδος.

Ο φεγγίτης επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας βαθύτερα μέσα στο κτίριο και δίνει τη δυνατότητα ακόμη και σε βόρειους χώρους να αξιοποιηθούν άμεσο ηλιακό κέρδος.

Το άνοιγμα στη στέγη λειτουργεί καλύτερα σε περιοχές κοντά στον ισημερινό, όπου ο ήλιος είναι ψηλότερα το χειμώνα, όμως είναι δύσκολη η σκίασή του το καλοκαίρι.

Σχήμα 7:
άμεσου κέρδους



Περιπτώσεις διατάξεων

Διατάξεις έμμεσου κέρδους

Στις διατάξεις έμμεσου κέρδους, η συλλογή, συσσώρευση και διανομή της ηλιακής ακτινοβολίας γίνονται σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου που περικλείει τους χώρους διαβίωσης.

Η θερμική μάζα είναι ένας νότιος τοίχος με τζάμι στην εξωτερική του επιφάνεια τοποθετημένο έτσι ώστε να δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανάμεσά τους, δηλαδή να εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία και να εμποδίζεται να εξέλθει η θερμική ακτινοβολία.

Παραλλαγές διατάξεων έμμεσου κέρδους είναι ο τοίχος μάζας και τοίχος Trombe, ο τοίχος νερού και η ηλιακή στέγη.

Τοίχος μάζας – Τοίχος Trombe

Ο τοίχος μάζας είναι ένας Νότιος τοίχος κτισμένος ή από σκυρόδεμα που περικλείει τους χώρους διαβίωσης. Σε αυτόν προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία και γίνεται η συλλογή, συσσώρευση και διανομή της θερμότητας στο χώρο διαβίωσης. Ο τοίχος Trombe είναι μία παραλλαγή του τοίχου μάζας και έχει οπές αερισμού στο επάνω και κάτω μέρος που επιτρέπουν στον αέρα να κυκλοφορεί στο χώρο που θερμαίνεται

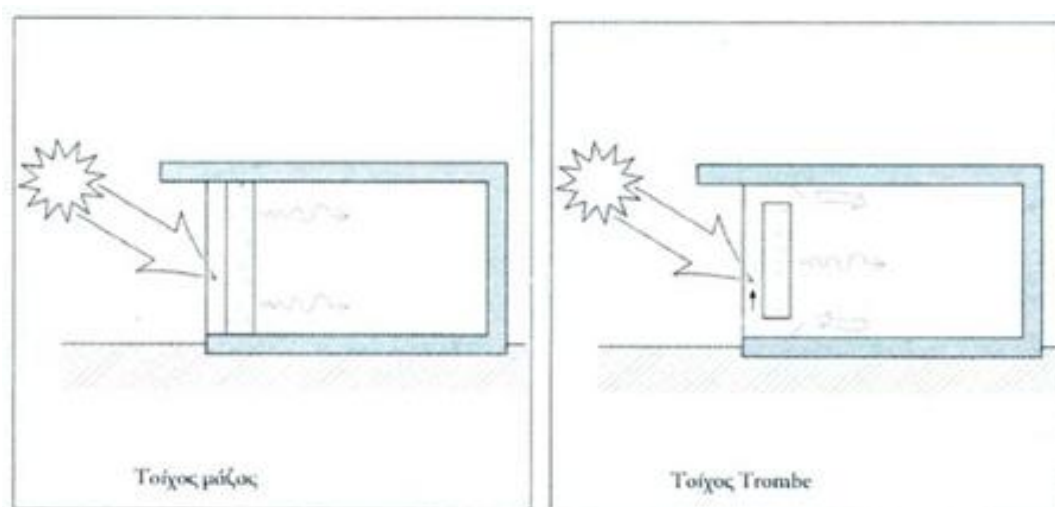
Οι τοίχοι αυτοί, έχουν τζάμι στην εξωτερική τους επιφάνεια το οποίο επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά εμποδίζει την έξοδο της θερμικής ενέργειας προς το περιβάλλον, δημιουργώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα υλικά κατασκευής τους είναι το σκυρόδεμα, η πέτρα, τα τούβλα και οι τσιμεντόλιθοι, ενώ νέα υλικά όπως διαφανής μόνωση είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τις εφαρμογές του τοίχου Trombe.

Η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στον τοίχο μάζας, απορροφάται και ο τοίχος μεταδίδει την θερμότητα αυτή στο δωμάτιο πίσω από αυτόν. Ο Τοίχος Trombe επιπλέον επιτρέπει τη διανομή της θερμότητας με φυσική κυκλοφορία. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας που προκύπτει. Ανοίγματα στην κορυφή και τη βάση της μάζας του επιτρέπουν την κυκλοφορία αυτή. Ο ψυχρός αέρας του δωματίου εισέρχεται στην κάτω θυρίδα, θερμαίνεται, ανέρχεται και επιστρέφει στο χώρο διαβίωσης θερμός από

την άνω θυρίδα. Οι θυρίδες αυτές θα πρέπει να ελέγχονται με φραγές για να μη συμβαίνει αντίστροφη κυκλοφορία τη νύκτα και ψύχεται ο χώρος.

Στους τοίχους αυτούς μπορούν επίσης να τοποθετηθούν παράθυρα για φως και θέα.

Σχήμα 8: Τοίχος μάζας – τοίχος Trombe

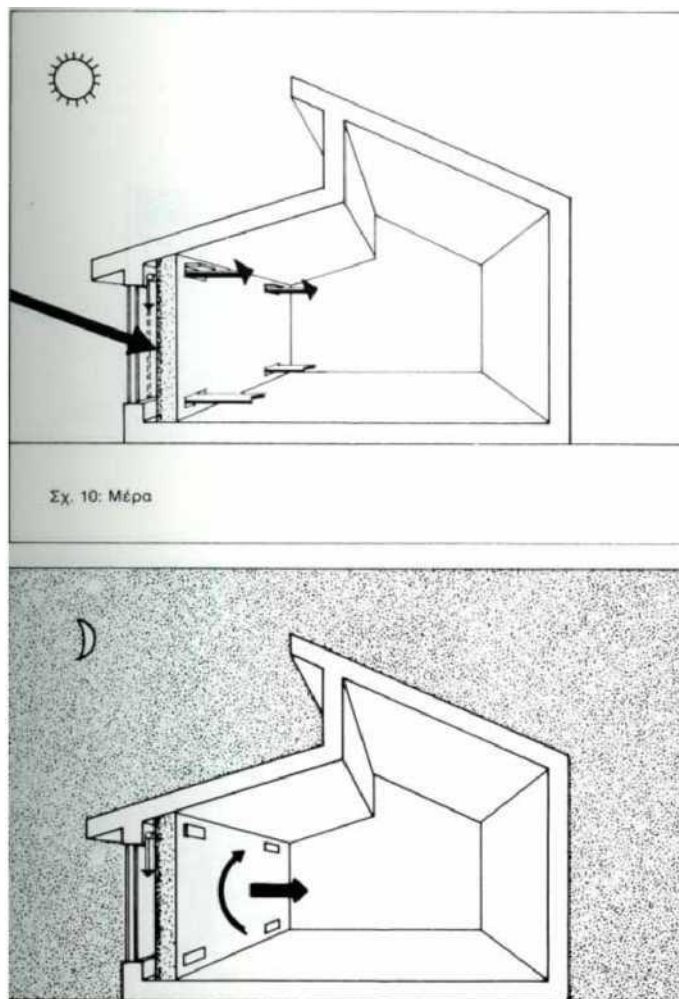


Έλεγχοι :

Το Χειμώνα θα πρέπει να αποφεύγεται η άσκοπη απώλεια θερμότητας τη νύχτα ή τις συννεφιασμένες ημέρες με τη χρήση εξωτερικής θερμομόνωσης. Παράλληλα ένας βελτιωμένος συντελεστής μόνωσης του υαλοστασίου και εφαρμογή επιλεκτικής βαφής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας με υψηλό δείκτη απορροφητικότητας και μικρό δείκτη εκπομπής της ηλιακής ακτινοβολίας ελαττώνουν τις πιθανές απώλειες. Οι θυρίδες του τοίχου Trombe θα πρέπει να ανοίγουν την ημέρα για είσοδο του θερμού αέρα και να κλείνουν τη νύκτα για να εμποδίζεται η αντίστροφη λειτουργία.

Το Καλοκαίρι θα πρέπει να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη θέρμανση της μάζας συσσώρευσης με χρήση προστεγασμάτων, τη χρήση εξωτερικής θερμομόνωσης και αερισμό του ενδιάμεσου χώρου. Η λειτουργία του τοίχου Trombe θα πρέπει να αντιστρέφεται. Η πάνω θυρίδα θα πρέπει να κλείνει και το πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει ώστε να απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω.

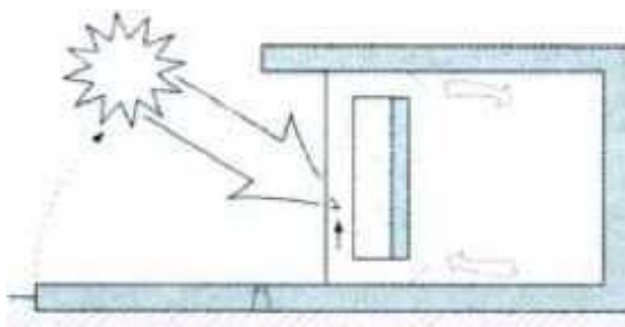
Σχήμα 9: Λειτουργία τοίχου μάζας



Παραλλαγές:

Μία παραλλαγή του τοίχου Trombe είναι ο απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης που είναι μονωμένος όμως από την πλευρά του χώρου διαβίωσης εμποδίζοντας έτσι τη μετάδοση θερμότητας με συναγωγή και ακτινοβολία και επιτρέποντας μόνο τη μετάδοση της θερμότητας με μεταφορά.

Σχήμα 10: Απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης



Πλεονεκτήματα :

Ο τρόπος κατασκευής του τοίχου μάζας/Trombe είναι απλός και η απόδοσή του σημαντική. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους, ενώ η θέρμανση τη νύχτα είναι αποτελεσματικότερη, λόγω της χρονικής υστέρησης της μετάδοσης της θερμότητας που είναι ανάλογη με το πάχος του τοίχου. Έτσι ο τοίχος μάζας/Trombe είναι ιδανικός για υπνοδωμάτια όπου αναζητούμε θέρμανση τη νύκτα.

Ο τοίχος Trombe μπορεί ταυτόχρονα να θερμάνει μέσω των θυρίδων το χώρο διαβίωσης τις πρωινές ώρες αλλά και να αποθηκεύσει στη μάζα του τη θερμότητα για να την αποδώσει αργότερα με χρονική υστέρηση.

Μειονεκτήματα :

Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου Trombe είναι θερμή λόγω της βραδείας συναγωγής της ενέργειας μέσα από τον τοίχο και χάνεται σημαντική απώλεια προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η κατασκευή του τοίχου έχει μεγάλο κόστος και ελαττώνει την επιφάνεια του χώρου διαβίωσης καθώς απαιτούνται δύο τοίχοι, ο ένας από τζάμι και ο άλλος μάζας.

Λόγω της θερμικής αδράνειας του τοίχου, οι θερμοκρασιακές κορυφές εμφανίζονται τη νύκτα, κι έτσι ο τοίχος μάζας/Trombe δεν προσφέρεται για χώρους που δε χρησιμοποιούνται τη νύκτα.

Επίσης μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης όταν δεν χρησιμοποιούνται οι θυρίδες σωστά.

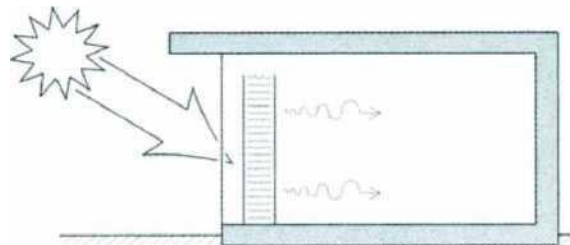
Η επιλογή ενός τοίχου μάζας/trombe σημαίνει ταυτόχρονα θυσία της θεάς και του φυσικού φωτισμού, και αερισμού από την πλευρά που θα τοποθετηθεί ο τοίχος. Επιπλέον, ο καθαρισμός των τζαμιών είναι δύσκολος εάν ο τοίχος βρίσκεται σε όροφο.



Εικόνα 9: Τοίχος Μάζας/Trombe.

Τοίχος νερού

Ο τοίχος νερού είναι ένας τοίχος συσσώρευσης παρόμοιος με τον τοίχο μάζας/Trombe με τη διαφορά το περιεχόμενο του τοίχου είναι το νερό.



Σχήμα 11: Λειτουργία τοίχου νερού

Το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου από το τούβλο ή το σκυρόδεμα ενώ τα ρεύματα μεταφοράς μέσα στο νερό το αναγκάζουν να λειτουργήσει ως μία ισόθερμη αποθήκη θερμότητας. Έτσι είναι πιο αποτελεσματικό από τοίχο μάζας και Trombe.

Απαιτεί μεγάλη επιφάνεια τζαμιού στην εξωτερική πλευρά της αποθήκης νερού με Νότιο προσανατολισμό.

Η επιλογή του τύπου του δοχείου επηρεάζει την ικανότητα αποθήκευσης και την ταχύτητα διανομής της θερμότητας και η επιλογή του υλικού και της μορφής του δοχείου είναι σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργική απόδοση και την οικονομική κατασκευή τους τοίχους.

Η αποθήκευση του νερού γίνεται σε δοχεία από μέταλλο ή γυάλινους σωλήνες, σε δοχεία ή βαρέλια και σε τοίχους από σκυρόδεμα.

Ο τοίχος νερού έχει προβλήματα στεγανότητας και έτσι μία λύση στο πρόβλημα αυτό είναι αντί για νερό να χρησιμοποιηθούν υλικά αλλαγής φάσης. Όμως όσο αυτά βρίσκονται στην υγρή τους μορφή το πρόβλημα στεγανότητας παραμένει.



Εικόνα 10: Τοίχος νερού

Πλεονεκτήματα :

Η διανομή της θερμότητας είναι άμεση λόγω της ισοθερμικής φύσης του νερού σε αντίθεση με τη μεγάλη χρονική απόκλιση του τοίχου μάζας και Trombe.

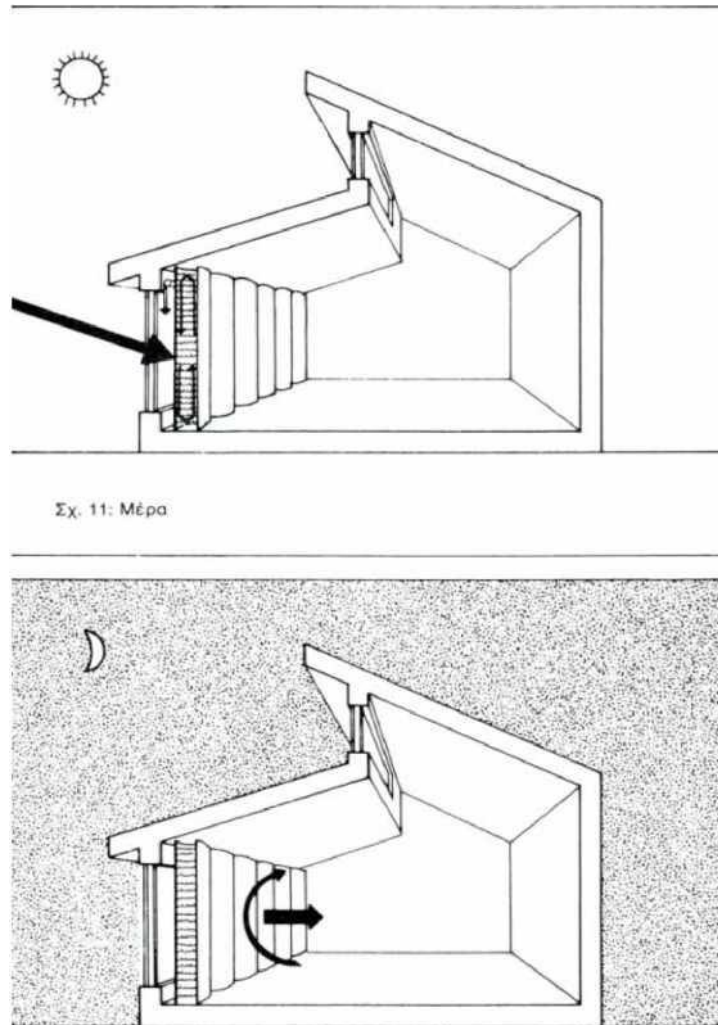
Λόγω της ισοθερμικής φύσης της αποθήκης θερμότητας η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας είναι ελαττωμένη και χάνεται λιγότερη ενέργεια στην ατμόσφαιρα τη νύχτα

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους ή των τοίχων μάζας/Trombe και η αποθήκη παραμένει θερμή και θερμαίνει το χώρο διαβίωσης ακόμη και αργά το βράδυ.

Μειονεκτήματα :

Το βασικότερο μειονέκτημα στον τοίχο νερού είναι η στεγανότητά του. Μία λύση είναι η χρήση υλικών αλλαγής φάσης αντί για νερό όπως η παραφίνη μέσα σε κυψέλες σε κατάλληλες διατάξεις. Τα προβλήματα στεγανότητας όμως, τις ώρες που βρίσκεται σε υγρή μορφή παραμένουν.

Σχήμα 12: Λειτουργία τοίχου νερού την ημέρα και την νύχτα

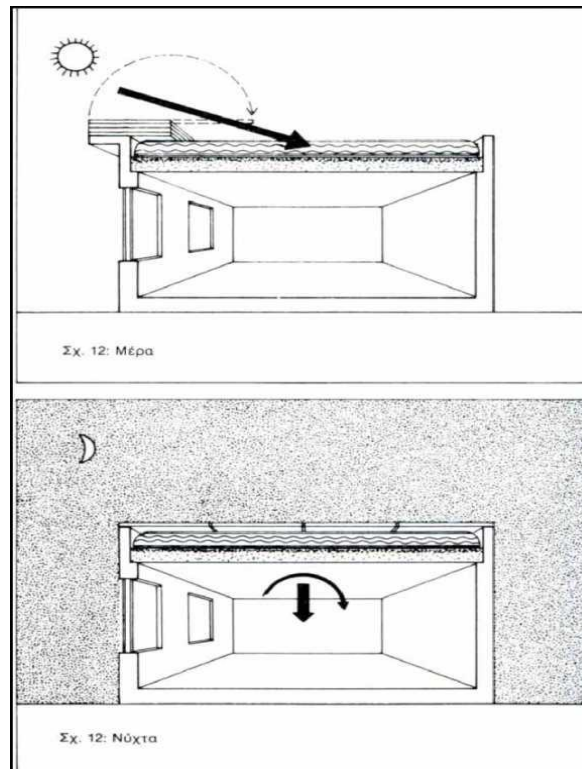


Ηλιακή στέγη

Σε γεωγραφικά πλάτη από τον 35° παράλληλο έως τον ισημερινό, η τροχιά του ήλιου είναι τέτοια που ο ήλιος είναι ψηλά το χειμώνα και έτσι οι κατακόρυφοι συλλέκτες δεν λειτουργούν. Εκεί είναι αποδοτικότερες οι οριζόντιες διατάξεις για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας.

Χρησιμοποιούνται πλαστικά δοχεία PVC με νερό, τοποθετημένα σε μαύρη στέγη για θερμοσυσσωρευτική μάζα. Από πάνω υπάρχουν κινητά θερμομονωτικά στοιχεία που είναι ανοικτά τις χειμερινές ημέρες. Τις χειμερινές νύκτες κλείνει η μόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται από την οροφή στο χώρο. Τις καλοκαιρινές νύκτες ανοίγει η μόνωση και η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον.

Σχήμα 13: Λειτουργία ηλιακής στέγης την ημέρα και την νύχτα

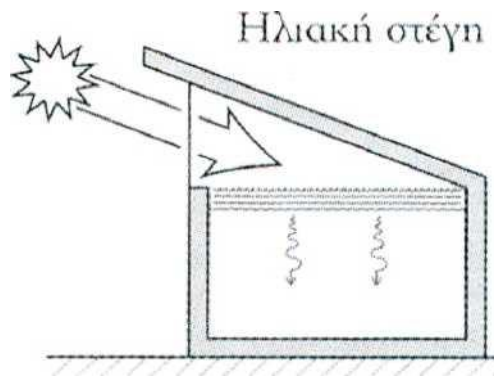


Παραλλαγές :

Μία παραλλαγή για θερμά κλίματα είναι η χρήση λαμαρίνας αντί για την πλάκα οπότε έχουμε και άμεση μετάδοση της θερμότητας στο χώρο τις χειμερινές ημέρες και γρήγορη αποφόρτιση της θερμότητας τις θερινές νύκτες, αποφεύγοντας τη χρονική υστέρηση που παρέχει η πλάκα του μπετόν.

Μία παραλλαγή για πολύ ψυχρά κλίματα είναι η χρήση φεγγίτη για την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας ώστε να αποφεύγεται η απώλεια θερμότητας από την εξωτερική επιφάνεια της στέγης και η πιθανότητα παγοποίησης του νερού.

Σχήμα 14: Λειτουργία ηλιακής στέγης



Διατάξεις Απομονωμένου Κέρδους

Στις διατάξεις απομονωμένου κέρδους, η ηλιακή συλλογή είναι θερμικά απομακρυσμένη από τους χώρους διαβίωσης του κτιρίου. Η μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στο χώρο διαβίωσης γίνεται με μεταφορά ή ακτινοβολία. Ο αέρας θερμαίνεται στο συλλέκτη, γίνεται ελαφρύτερος και εισέρχεται στο χώρο κατοικίας ενώ ο ψυχρός εισέρχεται στο χώρο θέρμανσης από το κάτω μέρος.

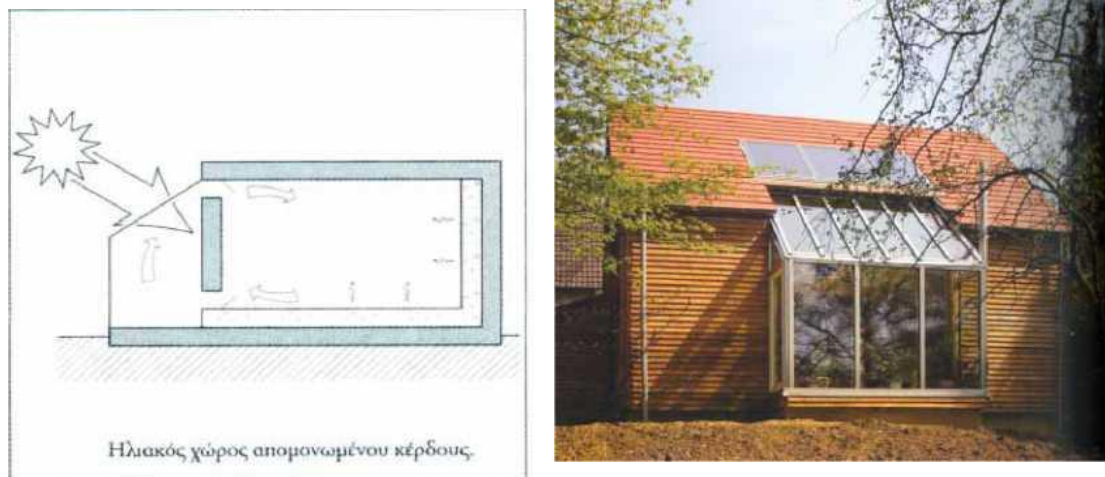
Ηλιακός χώρος-Θερμοκήπιο

Ο ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με υαλοστάσιο και εμφανίζεται με τη μορφή θερμοκηπίου, στη νότια πλευρά του κτιρίου.

Ανάλογα με το κλίμα και τον τρόπο χρήσης του χωρίζεται από το κυρίως κτίριο με ένα τοίχο θερμικής συσσώρευσης ή χρησιμοποιείται άλλο μέσο αποθήκευσης που βρίσκεται μέσα στον ηλιακό χώρο (π.χ δοχεία με νερό), για να σταθεροποιείται η θερμοκρασία στον ηλιακό χώρο και στο κτίριο.

Σε πολλές περιπτώσεις ο ηλιακός χώρος χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του αέρα αερισμού του κτιρίου. Η αρχή του είναι ίδια με του τοίχου Trombe με αυξημένη όμως επιφάνεια υαλοστασίου και τοίχου.

Σχήμα 15: Ηλιακός χώρος και λειτουργία του.



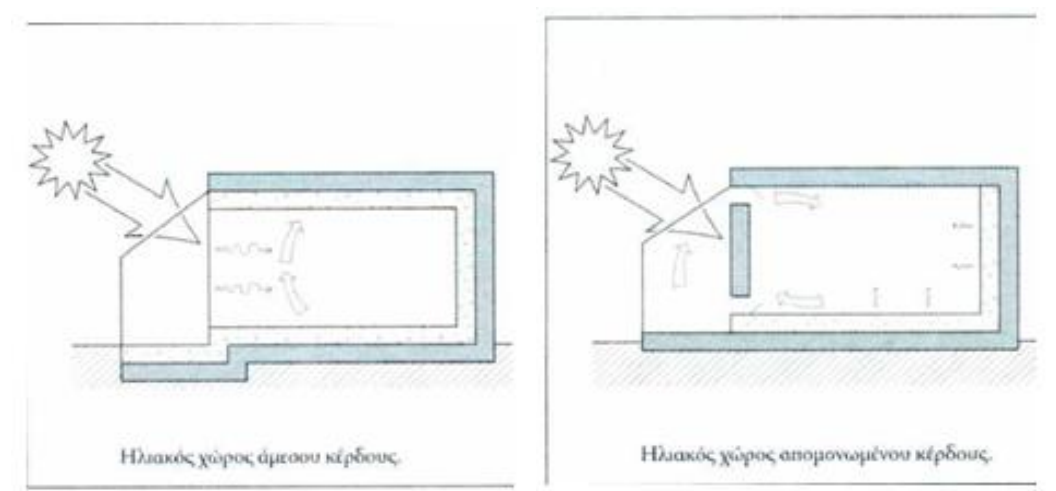
Απαιτήσεις και παραλλαγές :

Ο ηλιακός χώρος μπορεί να δρα ως χώρος άμεσου κέρδους, χωρίς ο ίδιος να θερμαίνεται. Η θερμική μάζα είναι στον τοίχο ή το πάτωμα και μία κινητή μόνωση παρεμβάλλει μεταξύ ηλιακού χώρου και χώρου διαβίωσης.

Εναλλακτικά ο ηλιακός χώρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης και ο αέρας του χώρου διαβίωσης εισέρχεται στο χώρο του, θερμαίνεται και επιστρέφει στο χώρο διαβίωσης, ενώ ψυχρός αέρας από το χώρο διαβίωσης, επιστρέφει στο θερμοκήπιο για επαναθέρμανση.

Τα θερμοκήπια έχουν ποικιλία γεωμετρικών μορφών, από απλές Νότιες προσθήκες μέχρι εγκαταστάσεις που καλύπτουν όλη την Νότια πλευρά για ύψος από ένα μέχρι περισσότερους ορόφους. Τα κατακόρυφα υαλοστάσια, έναντι των κεκλιμένων, βοηθούν στον περιορισμό της ανάγκης για σκίαση.

Σχήμα 16: Λειτουργία ηλιακού χώρου άμεσου και απομονωμένου κέρδους



Έλεγχοι :

Το καλοκαίρι θα πρέπει να παρέχεται σκίαση για να προφυλάσσει ο χώρος από την υπερθέρμανση και να χρησιμοποιούνται θυρίδες αερισμού για έλεγχο της υπερθέρμανσης. Η κινητή μόνωση προφυλάσσει από απώλειες θερμότητας τις χειμερινές νύκτες ή τις ημέρες με συννεφιά.

Πλεονεκτήματα :

Το θερμοκήπιο, βελτιώνει το εσωτερικό κλίμα της κατοικίας και μειώνει τις απώλειες του περιβλήματος. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους. Εάν ενσωματώνεται στο κτίριο ώστε να περικλείεται με τοίχους, η απόδοσή του είναι ακόμη μεγαλύτερη γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες και ταυτόχρονα μεταφέρεται θερμότητα από τους πλαϊνούς τοίχους προς τον εσωτερικό χώρο

Ο Ηλιακός χώρος εξυπηρετεί και μη ενεργειακούς σκοπούς όπως η επέκταση του χώρου διαβίωσης ή η χρήση του ως θερμοκήπιο φυτών. Προσαρμόζεται εύκολα σε υφιστάμενα κτίρια καθώς μπορεί απλά να προσαρτηθεί και συνδυάζεται εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα.

Η απόδοσή του είναι μεγάλη, όταν χρησιμοποιείται σωστά και αποτελεί ένα ενδιαφέρον αρχιτεκτονικό στοιχείο, τόσο ως προς την κάλυψη λειτουργικών αναγκών, όσο και προς την αισθητική του.

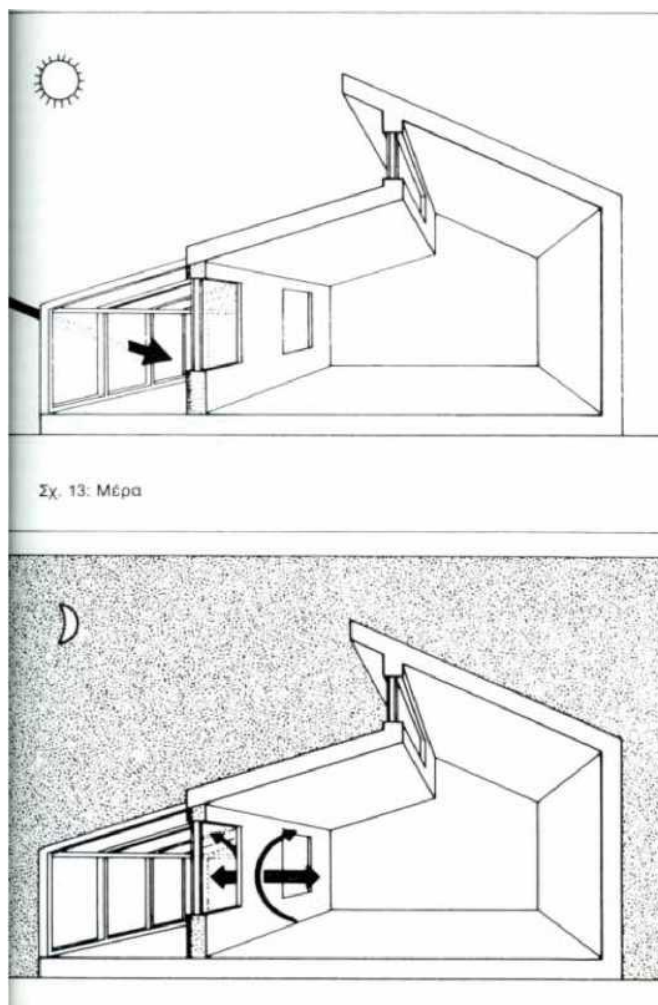
Μειονεκτήματα :

Οι θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο ποικίλουν σημαντικά, και έτσι δεν είναι κατάλληλο για κατοίκηση καθ' όλη τη διάρκεια εικοσιτετραώρου. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του θερμοκηπίου είναι τα προβλήματα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι αν δε λαμβάνονται τα σωστά μέτρα προστασίας. Έτσι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση του χώρου διαβίωσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εάν χρησιμοποιείται σε Νότια Ευρωπαϊκά κλίματα, θα πρέπει να μπορεί να σκιάζεται πλήρως, και να ανοίγει τη νύκτα για αντιστροφή της λειτουργίας του, και ακόμη καλύτερα να απομακρύνεται τελείως. Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχουν προβλήματα απομόνωσης του το καλοκαίρι.

Η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στο χώρο διαβίωσης είναι δύσκολη καθώς αυτή παρέχεται ως θερμός αέρας σε σχέση με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Τη νύχτα είναι πιθανή είναι η συμπύκνωση υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια της ψυχρής γυάλινης στέγης του θερμοκηπίου.

Σχήμα 17: Λειτουργία ηλιακού χώρου την ημέρα και την νύχτα



Συστήματα Θερμοσιφωνισμού

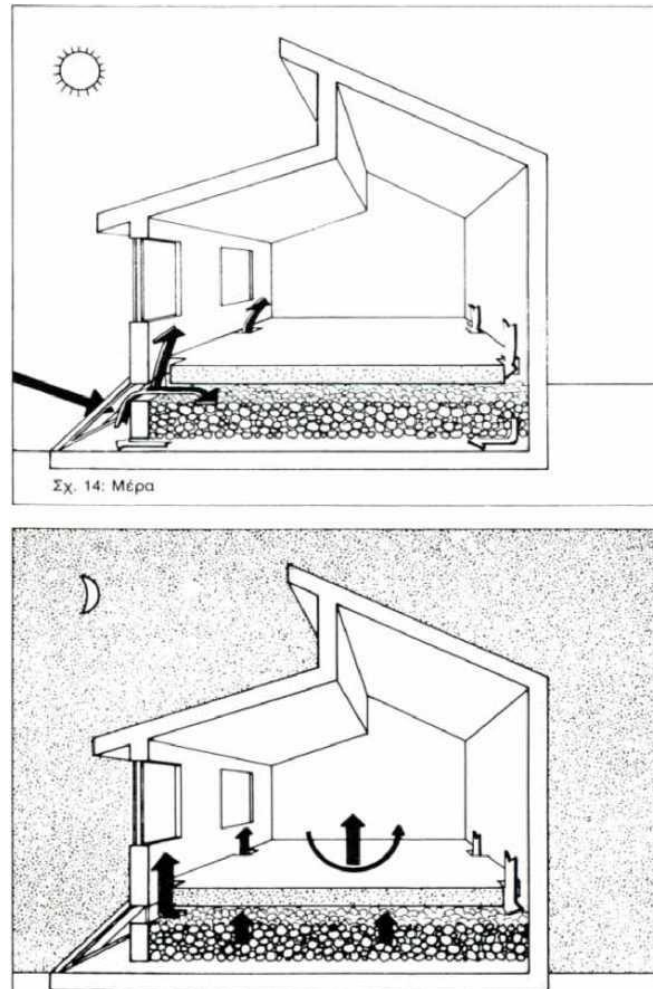
Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μία μαύρη απορροφητική επιφάνεια καλυμμένη με γυάλινο ή πλαστικό υαλοπίνακα που τοποθετείται στη νότια πλευρά του κτιρίου, σε χαμηλότερη στάθμη στο οικόπεδο. Η θερμότητα μεταδίδεται στο κτίριο αποκλειστικά με μεταφορά

Ο Αέρας θερμαίνεται ανεβαίνει και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο μέσω ανοιγμάτων. Αυτό προκαλεί αναρρόφηση ψυχρού αέρα ο οποίος με τη σειρά του θερμαίνεται.

Για την αποθήκευση της θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκύρα, οπότε και το σύστημα λειτουργεί και τη νύκτα αποδίδοντας τηναποθηκευμένη θερμότητα.

Για αποφυγή υπερθέρμανσης κλείνονται τα ανοίγματα και η επιπλέον θερμική ενέργεια οδηγείται στην αποθήκη σκύρων.

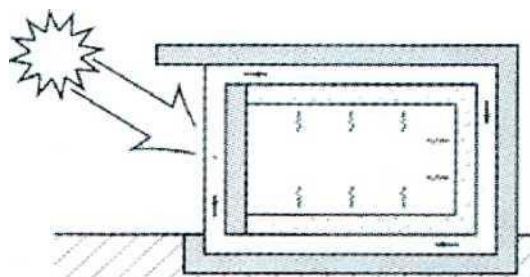
Σχήμα 18 : Λειτουργία συστήματος θερμοσιφωνισμού την ημέρα και την νύχτα



Παραλλαγές:

Μία άλλη διάταξη απομονωμένου κέρδους είναι το Barra-Constantini. Η εξωτερική του όψη είναι ίδια με ενός τοίχου μάζας-Trombe με τη διαφορά ότι ο θερμός αέρας κυκλοφορεί σε αγωγούς μέσα στην πλάκα θερμαίνοντάς την.

Σχήμα 19: Barra-Constantini



4.4.2.Ενεργητικά Συστήματα Θέρμανσης

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

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30° - 60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

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

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

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

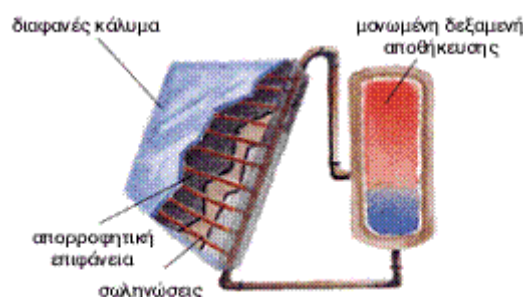
Ηλιακοί Συλλέκτες

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι μια συσκευή που συσσωρεύει την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπει σε θερμότητα.

Λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών:

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

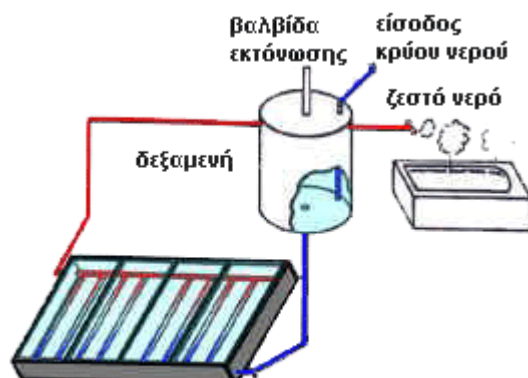
Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν αλλά εμποδίζει τη θερμότητα να διαφύγει. Οι σωληνώσεις μέσα από τις οποίες κυκλοφορεί το ρευστό βρίσκονται σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια με αποτέλεσμα την μεταφορά θερμότητας στο ρευστό.



Εικόνα 11: Ηλιακός συλλέκτης

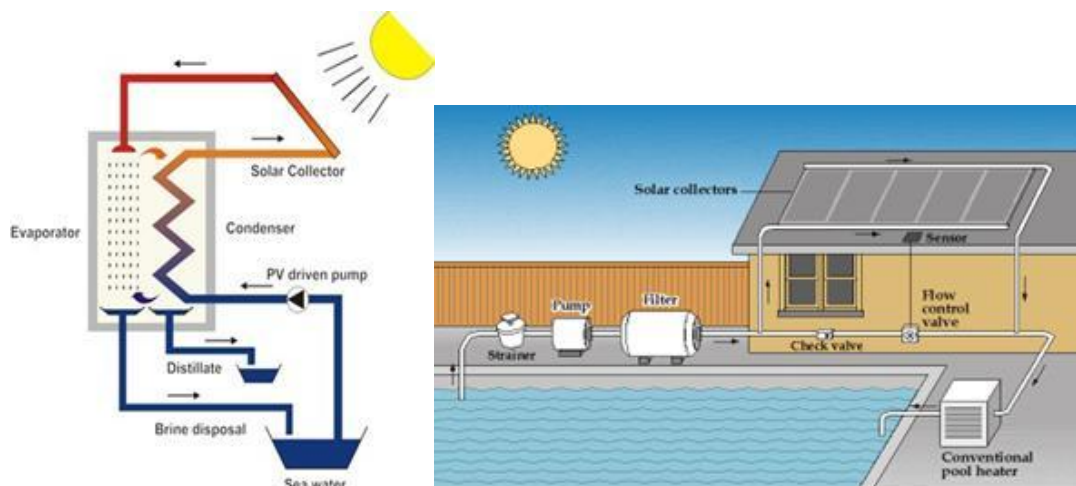
Το πιο απλό και διαδομένο ηλιακό ενεργητικό σύστημα είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας. Η αρχή λειτουργίας του είναι απλή και βασίζεται στο γεγονός ότι το νερό που θερμαίνεται στο συλλέκτη διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερο από το χαμηλότερης θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά πυκνότητας του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσου του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή. Την ίδια στιγμή το κρύο νερό της δεξαμενής ωθείται προς το συλλέκτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη φυσική κυκλοφορία του νερού είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής σε σημείο

ψηλότερο από τους συλλέκτες. Σε περίπτωση που βρίσκεται χαμηλότερα, η κυκλοφορία του νερού γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου αυτοματισμού.



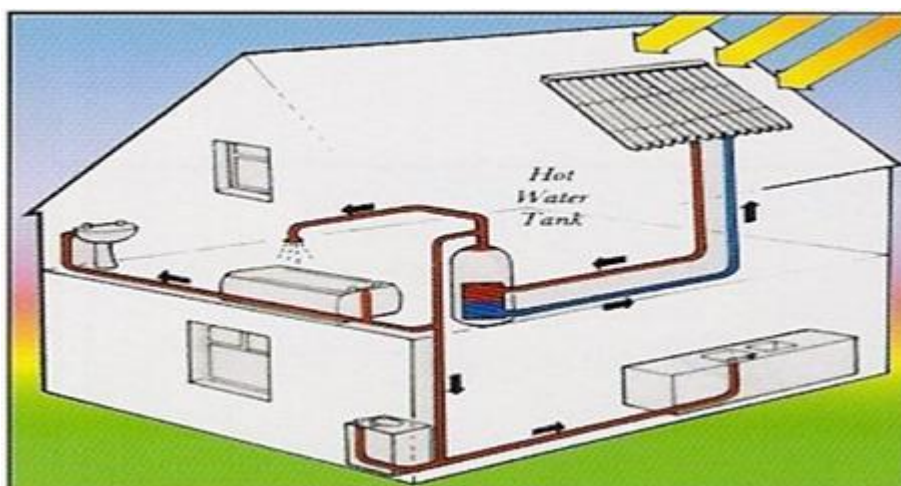
Εικόνα 12: Λειτουργία ηλιακού συλλέκτη

Μια άλλη εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των συστημάτων αυτών, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε επίσης για ψύξη χώρων, με τις κατάλληλες τεχνολογίες (ψυκτικές μηχανές τύπου απορρόφησης). Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης (όπως στη θέρμανση/ψύξη χώρου, στα συστήματα αφαλάτωσης νερού, στη θέρμανση νερού πισίνας κ.ο.κ).



Εικόνα 13: Λειτουργία συστήματος αφαλάτωσης νερού

Η τεχνολογία των κεντρικών ηλιακών συστημάτων θεωρείται μια αρκετά αποδοτική λύση για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε κατοικίες, ξενοδοχεία, εστιατόρια, βιομηχανίες κ.ο.κ.



Εικόνα 14: Λειτουργία κεντρικού ηλιακού συστήματος

4.4.3. Παθητικά συστήματα φυσικού δροσισμού

Τα τελευταία χρόνια έχει πολλαπλασιαστεί σε μεγάλο βαθμό η χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων στις κατοικίες. Η εκτεταμένη χρήση τους όμως μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και συμβάλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Επιπλέον σε κτίρια που κλιματίζονται μηχανικά, ο δείκτης ασθενειών των

κατοίκων είναι μεγαλύτερος. Ο δροσισμός της κατοικίας μπορεί να γίνει με παθητικό τρόπο, με ελάχιστη ή χωρίς μηχανική βοήθεια.

Αρχικά θα πρέπει να ελέγχεται, και να περιορίζεται το ποσό της θερμότητας που προέρχεται από τα παθητικά συστήματα θέρμανσης. Στη συνέχεια πρέπει να ελαχιστοποιείται το αποτέλεσμα της υπερβάλλουσας ηλιακής θερμότητας ενώ η περίσσεια θερμότητα θα πρέπει να απορροφάται, να αποθηκεύεται και να απομακρύνεται.

Ο παθητικός δροσισμός συνδέεται στενά με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου και του περιβάλλοντός του, καθώς ορίζει τον προσανατολισμό και τα ανοίγματα του κτιρίου.

Επίσης ο παθητικός δροσισμός εκφράζεται αρχιτεκτονικά και με την τροποποίηση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο για ηλιακή προστασία, και σχηματισμό ρευμάτων δροσερού αέρα.

Έλεγχος Θερμικού Κέρδους –Μικροκλίμα

Για τον έλεγχο του ηλιακού κέρδους και την πρόληψη του υπερβάλλοντος θερμικού κέρδους, σημαντικοί παράγοντες είναι η θέση, η μορφή του κτιρίου, το περίβλημα του, η σκίαση, και η θερμομόνωση. Επίσης σημαντικός είναι και ο ρόλος του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο που βελτιώνεται με την κατάλληλη δεντροφύτευση.

Για την τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, κατά το σχεδιασμό του, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα τοπογραφικά στοιχεία της περιοχής, τα παρακείμενα κτίρια, η βλάστηση και η παρουσία νερού. Κτίρια ελεύθερα από όλες τις πλευρές έχουν καλύτερο φυσικό αερισμό.

Η αρχιτεκτονική του τοπίου μπορεί να βελτιώσει το μικροκλίμα τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι η βλάστηση παρέχει σκίαση, ψύξη εξάτμισης και βοηθάει στην κατεύθυνση ρευμάτων ανέμου, ενώ το χειμώνα προστατεύει από τον άνεμο. Τα φυτά απορροφούν μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας και η διαπνοή τους μειώνει περαιτέρω τις θερμοκρασίες.

Φυλλοβόλα δέντρα, θάμνοι και κληματαριές, παρέχουν σκίαση το καλοκαίρι, ενώ επιτρέπουν την προσπέλαση της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Το νερό επίσης

βοηθάει στη βελτίωση του μικροκλίματος τους καλοκαιρινούς μήνες και μπορεί να εμφανίζεται ως δεξαμενή, λίμνη, σιντριβάνι ή καταρράκτης.

Η αρχιτεκτονική του τοπίου εκτός από την ενεργειακή της σημασία για τη βελτίωση του μικροκλίματος, μπορεί να δημιουργήσει ελκυστικούς χώρους για υπαίθριες δραστηριότητες, όπως αυλές που επεκτείνουν το χώρο διαβίωσης το καλοκαίρι.

Σχήμα 20: Η χρήση βλάστησης διευκολύνει την ροή ή εκτροπή του ανέμου



Σχήμα 21: Διοχέτευση χειμερινών και θερινών ανέμων με την ίδια κατεύθυνση



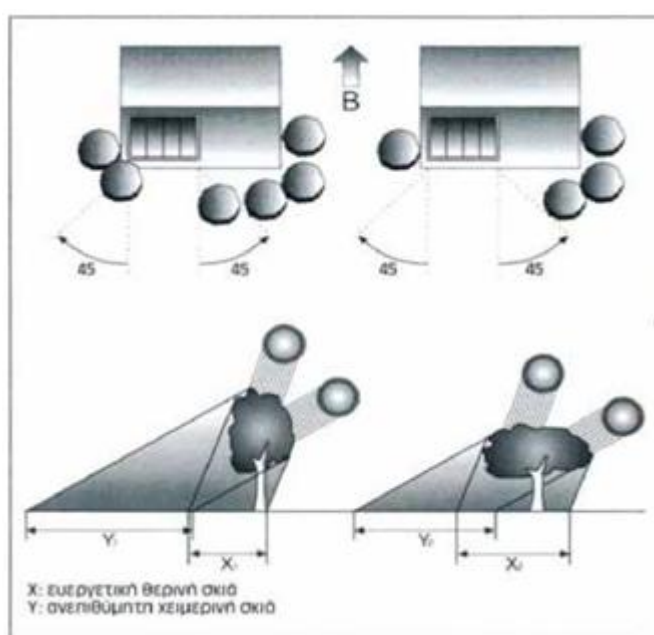
Σκιασμός Κτιρίου

Απαραίτητος είναι ο περιορισμός του ηλίου προτού φτάσει στο κτίριο και ιδιαίτερα στα ναλοστάσια αλλά και στις αδιαφανείς επιφάνειες. Ο σκιασμός του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε κατάλληλες θέσεις, έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες.

Για την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, η επιλογή των διατάξεων σκίασης, εξαρτάται από τον προσανατολισμό της όψης, τη μορφή των ανοιγμάτων και τη μορφολογία του κτιρίου. Τα συστήματα σκίασης θα πρέπει να παρέχουν καλή ηλιακή προστασία το καλοκαίρι, να μην περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, και να μην

εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό και το φυσικό αερισμό. Μπορεί να είναι σταθερά ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά, ή μεταξύ των τζαμιών. Σαφώς αποδοτικότερος είναι ο εξωτερικός σκιασμός, καθώς έτσι εμποδίζονται η ηλιακές ακτίνες να εισέλθουν μέσα στο κτίριο, σε αντίθεση με τον εσωτερικό σκιασμό κατά τον οποίον ηλιακές ακτίνες έχουν ήδη διέλθει από το τζάμι και ένα τμήμα της θερμικής ακτινοβολίας εγκλωβίζεται μεταξύ τζαμιού και διατάξεων σκίασης.

Σχήμα 22: Σκίαση με δέντρα.



Σκιασμός Ανοιγμάτων

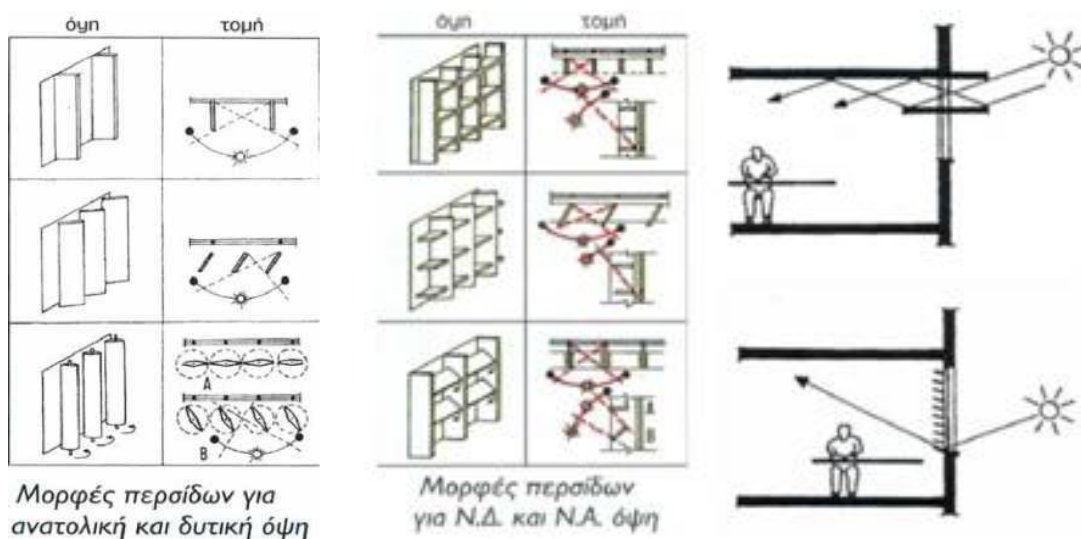
Τα σταθερά συστήματα σκίασης είναι δομικά στοιχεία όπως μπαλκόνια και γεισώματα ή μη δομικές κατασκευές όπως τέντες, σταθερές περσίδες και διάφορα παραπετάσματα. Τα σταθερά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται κυρίως σε εξωτερικές όψεις και κάθε προσανατολισμός σκιάζεται διαφορετικά. Έτσι σε Νότιες όψεις προτιμώνται τα οριζόντια σκίαστρα ενώ κατακόρυφα ή διαγώνια περύγια προτιμώνται σε Ανατολικές και Δυτικές όψεις.

Τα σταθερά συστήματα σκίασης θα πρέπει να είναι σε τέτοια θέση που να επιτρέπουν στις ηλιακές ακτίνες να περνούν στο χώρο διαβίωσης το χειμώνα που η τροχιά του

ήλιου είναι χαμηλή και να τις εμποδίζουν το καλοκαίρι που η τροχιά του ήλιου είναι ψηλότερη.

Τα κινητά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά με χειροκίνητο ή αυτόματο έλεγχο ανάλογα με τις στάθμες ακτινοβολίας, φυσικού φωτισμό και των θερμικών απαιτήσεων. Μερικά από αυτά είναι οι τέντες, και οι εξωτερικές περσίδες που προσφέρουν ταυτόχρονο αερισμό και σκίαση. Λιγότερο αποτελεσματικά είναι τα εσωτερικά στόρια, και οι κουρτίνες καθώς παρέχουν μόνο σκίαση και αφού η ηλιακή ακτινοβολία έχει διέλθει από τα τζάμια. Εκτός από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν και η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία κατά το σχεδιασμό των διατάξεων σκιασμού των ανοιγμάτων. Στις Μεσογειακές χώρες με τη μεγάλη καλοκαιρινή ηλιοφάνεια αποδοτικότερο είναι το παντζούρι, το οποίο αποκόπτει τόσο την άμεση, όσο και την έμμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Σχήμα 23: Μορφές περσίδων



Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός δροσισμός μπορεί να γίνει με φυσικό αερισμό, με ψύξη από το έδαφος, με ψύξη από εξάτμιση και με ψύξη από ακτινοβολία. Από τις μεθόδους αυτές θα σταθούμε στο φυσικό αερισμό καθώς είναι εκείνος που απαιτεί τη χρήση ανοιγμάτων τα οποία διαμορφώνουν αρχιτεκτονικά τις όψεις στο κέλυφος των κατασκευών.

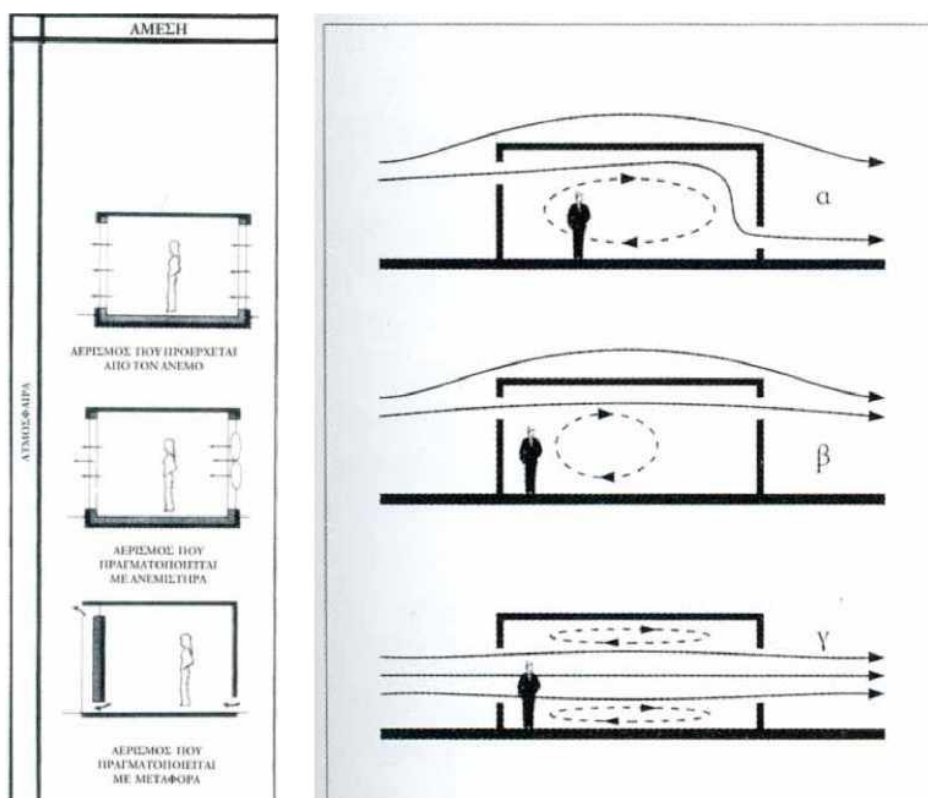
Ο αέρας παρέχει δροσισμό, απομακρύνοντας τη θερμότητα τόσο από το κτίριο όσο και από το ανθρώπινο σώμα. Η ροή του μέσα από το κτίριο, είναι αποτέλεσμα των διαφορών πίεσης που παρατηρούνται γύρω και μέσα στο κτίριο. Ο αέρας κινείται από τις περιοχές υψηλής στις περιοχές χαμηλής πίεσης και η ροή του επηρεάζεται από τις επιφάνειες των ανοιγμάτων, την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου, τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον και τη σχετική θέση των ανοιγμάτων.

Ο αερισμός είναι αποτελεσματικός, όταν υπάρχει διαμπερότητα και ελεύθερη ροή του αέρα μέσα στην κατασκευή.

Η αποτελεσματικότητα του φυσικού αερισμού εξαρτάται από τη διαμόρφωση του κτιρίου στην περιοχή και τους χώρους που το περιβάλλουν, τη διεύθυνση και την ισχύ των ρευμάτων αέρα και τη διάταξη των εσωτερικών χώρων στην κάτοψη που δίνει τη δυνατότητα για διασταυρούμενο αερισμό.

Ο αέρας αερισμού θα πρέπει να είναι ψυχρότερος από τον εσωτερικό. Επιπλέον, όταν διέρχεται από σωληνώσεις στο υπέδαφος τότε είναι σαφώς ψυχρότερος από τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Σχήμα 24: Λειτουργία φυσικού αερισμού



Αερισμός με ανεμιστήρες

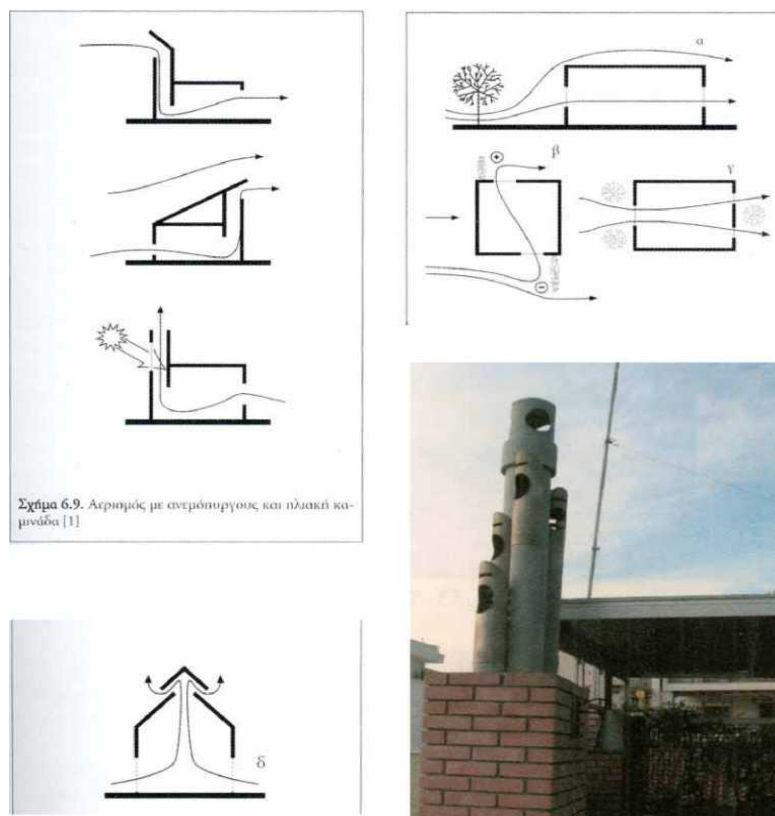
Όταν δεν υπάρχει διαμπερότητα ανοιγμάτων στην κατασκευή, ή κάποιες πολύ ζεστές ημέρες που πρέπει να διατηρήσουμε τα παράθυρα κλειστά, ή ακόμη και για να ενισχύσουμε τη φυσικό αερισμό ημέρες με άπνοια, η κίνηση του αέρα στο εσωτερικό της κατοικίας ενισχύεται με τη χρήση ανεμιστήρων.

Ανεμόπυργοι και ηλιακές καμινάδες

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ανεμόπυργους ή/και ηλιακές καμινάδες. Οι ανεμόπυργοι αξιοποιούν την ίδια τη δύναμη του ανέμου για να δημιουργήσουν κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου ενώ η ηλιακή καμινάδα χρησιμοποιεί τον ήλιο για να θερμάνει την εσωτερική της επιφάνεια και να οδηγήσει σε ανοδική ροή του αέρα με ταυτόχρονη εισροή δροσερού αέρα από τα πλευρικά ανοίγματα σε κάθε επίπεδο. Το φαινόμενο της καμινάδας ευνοεί ιδιαίτερα η παρουσία αιθρίου μέσα στο κτίριο.

Η βλάστηση δίπλα στα ανοίγματα μπορεί να οδηγήσει το ρεύμα του αέρα κατάλληλα και να τον φιλτράρει παρέχοντας ταυτόχρονα σκίαση.

Σχήμα 25: Λειτουργία αερισμού



4.5. Συμπεράσματα-Οδηγίες για την επιτυχή εφαρμογή του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Όπως προκύπτει από το έργο, αλλά και όπως είναι γνωστό, η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό – όσον αφορά στη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, την προστασία του κελύφους – ο οποίος αποτελεί και τον βασικότερο παράγοντα που πρέπει να λαμβάνουν υπ’όψιν οι μελετητές.

Έτσι, η απόδοση μιας τεχνικής, ενώ σχετίζεται με την κλιματική περιοχή εφαρμογής, εξαρτάται ιδιαίτερα από την συνολική κατασκευή του κτιρίου και τη συμβολή των υπόλοιπων δομικών στοιχείων αλλά και τις απαιτήσεις άνεσης που τίθενται από τους χρήστες του κτιρίου. Είναι δηλαδή δυνατόν, ενώ έχει προβλεφθεί το κατάλληλο σύστημα, αν δεν μελετηθεί με υπολογισμό και ανάλυση ολόκληρου του κελύφους να μην αποδώσει τα αναμενόμενα οφέλη. Αντίστοιχα, οι αποκλίσεις στην κατασκευή του και η λανθασμένη χρήση του από τους χρήστες μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένα οφέλη ή ακόμη και σε αρνητική λειτουργία.

Βασικός παράγοντας για την επιλογή των τεχνικών κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό αποτελεί η απλότητα στη χρήση της προτεινόμενης τεχνικής. Αφ’ενός μεν η συμβολή των χρηστών των κτιρίων αποτελεί βασικότερο παράμετρο της αποδοτικής λειτουργίας των παθητικών τεχνικών και συστημάτων, αφ’ετέρου η πολυπλοκότητα ενός συστήματος κάποιες φορές μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην απόδοση του συστήματος.

Ειδικότερα, όπως προκύπτει από το έργο, τέσσερις είναι οι παράμετροι της επιτυχούς απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού :

1. Σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών

Γενικότερα, προτείνεται η εφαρμογή βασικών αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού με εξασφάλιση βέλτιστου ηλιασμού του κτιρίου για θέρμανση το χειμώνα, και δυνατοτήτων αερισμού για δροσισμό το καλοκαίρι, καθώς και η επιλογή απλών τεχνικών προστασίας και συστημάτων αξιοποίησης των περιβαλλοντικών πηγών.

Βασικά οφέλη παρέχονται από την προστασία του κελύφους (μείωση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα και ηλιακών κερδών το καλοκαίρι), από την επιλογή κατάλληλων υλικών κατασκευής του κτιρίου για βελτιωμένη θερμοχωρητικότητα και θερμομόνωση, αλλά και τη χρήση μη- συμβατικών τεχνικών δόμησης.

Ο φυσικός δροσισμός με διαμπερή αερισμό και άλλες τεχνικές ενδείκνυται για όλες τις κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, συμβάλλοντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη έως και 100% στις βόρειες κλιματικές περιοχές. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού αποτελεί η ηλιοπροστασία του κτιρίου, ενώ ο νυχτερινός αερισμός προτείνεται και για χρήσεις κτιρίων τριτογενή τομέα.

Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψιν είναι το κόστος του συστήματος. Το όφελος που προκύπτει από παθητικές τεχνικές και συστήματα είναι δυνατόν να παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις, ανάλογα με τον τύπο, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου, την κλιματική περιοχή, το σύστημα δόμησης της περιοχής εφαρμογής κ.α. Έτσι, είναι απαραίτητο ο μελετητής να επιλέγει συστήματα και τεχνικές έπειτα από ανάλυση της σχέσης κόστους/ οφέλους, ώστε το κόστος της εφαρμογής να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες οφέλους και ο χρόνος απόσβεσης του συστήματος να είναι σύντομος.

2.Ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή

Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτιρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί τη δεύτερη παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των Π.Η.Σ. Η απόκλιση αυτή, η οποία οφείλεται είτε σε κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις, είτε σε αποφάσεις των χρηστών, μπορεί να ανατρέψει τη συμπεριφορά των συστημάτων και ολόκληρου του κτιρίου, με αποτέλεσμα να έχουμε δυσμενέστερες συνθήκες από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο χωρίς παθητικά συστήματα.

3.Σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων

Η συμβολή των χρηστών των βιοκλιματικών κτιρίων αποτελεί βασικό μη-τεχνικό παράγοντα από τον οποίον εξαρτάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό η απόδοση των Π.Η.Σ. και του ίδιου του κελύφους του κτιρίου. Για όλα τα Π.Η.Σ. και τις τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη. Ο παράγοντας αυτός πρέπει να αποτελεί για τους μελετητές βασικό κριτήριο κατά την επιλογή των συστημάτων και τεχνικών, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις αναμένεται μειωμένη συμβολή από την απαιτούμενη κατά την λειτουργία και χρήση του κτιρίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτιρίων του τριτογενή τομέα η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δυσχερής ή αδύνατη η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων.

4.Επαρκής συντήρηση

Η συντήρηση αποτελεί την τελευταία παράμετρο για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές. Παρ'ότι τα Π.Η.Σ. λειτουργούν κυριώς χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, η συντήρηση συμβάλλει στην διαχρονική λειτουργία αυτών χωρίς μειωμένη απόδοση. Κύριους λόγους συντήρησης αποτελούν η σκόνη, η παλαιότητα διαφανών υλικών, παλαιότητα κουφωμάτων, το σκούριασμα και άλλοι, που συνήθως δημιουργούνται με τον χρόνο και την χρήση και λειτουργία των συστημάτων.

5.Βιβλιογραφία

5.1.Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

1. «Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας » Ιωάννης Κλεάνθη Καλδέλλης, Εκδόσεις Σταμούλη, 2005
2. «Εισαγωγή στο δίκαιο ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» Βατάλης, Εκδόσεις Σάκκουλα, 2007
3. «Πηγές Ενέργειας- Συμβατικές και Ανανεώσιμες» Γελεγένης- Αξαόπουλος, έκδοση Σύγχρονη εκδοτική
4. «Διαχείριση Φυσικών Πόρων και Ενέργειας» Δημήτρης Σταμούλης-Κοδοσάκη
5. http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_use.htm
6. <http://www.eurocharity.gr/el/story/10072>
7. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm
8. <http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/PROSTASIA%20PERIBALONTOS/Geothermiki%20Energeia.htm>
9. <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi324.html>
10. http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html
11. <http://el.wikipedia.org/wiki> λήμμα ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

5.2.Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

1. Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων, W. Wachbergen, 1983, Εκδόσεις Γκιούρδας
2. The Passive Solar Energy Book, Edward Mazria, 1979, Rodale Press
3. Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1996, Μαλλιάρης Παιδεία
4. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Ελένη Ανδρεαδάκη, 2006, University Studio Press
5. Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσίππρας, 2006, Εκδόσεις Κέδρος
6. Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα, ΚΑΠΕ, 1992
7. <http://www.fourlas.com/el/construction-works/finished-works/112>
8. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakoi_toixoi.htm
9. <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-1-2>
10. <http://el.wikipedia.org/wiki> λήμμα βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων

