



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Αυτόνομος ενεργειακά σχεδιασμός οικίας-ξενώνα στη Μάνη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σταματίνα-Ιωάννα Μοσχανδρέου

Επιβλέπων Καθηγητής Ε.Μ.Π. : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής

Επιβλέπων Διδάκτορας Ε.Μ.Π. : Λάμπρος Δούλος

Αθήνα, Φεβρουάριος 2012

Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι η προσέγγιση μιας ενεργειακά αυτόνομης οικίας-ξενώνα στην Μάνη.

Στο πρώτο μέρος αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο που περιλαμβάνει: α) στατιστικά στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια της Ευρώπης και της Ελλάδας, β) παρουσίαση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και ανάλυση των βασικών αρχών του, γ) ενημέρωση για τις λεγόμενες «πράσινες συσκευές» και τις ενεργειακές ετικέτες τους, δ) περιγραφή απλών αρχιτεκτονικών μεθόδων δροσισμού, αερισμού και φυσικού φωτισμού, ε) τεχνικές τεχνητού φωτισμού και χρήση LED, στ) παρουσίαση των βασικών δεδομένων μιας γεωθερμικής εγκατάστασης και τέλος ε) εκτενή αναφορά στα φωτοβολταϊκά συστήματα και τις ανεμογεννήτριες.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται η πρακτική εφαρμογή όσων αναφέρθηκαν στο θεωρητικό μέρος. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε μια συγκεκριμένη οικία-ξενώνα στη Μάνη, η οποία θα φιλοξενεί έως 4 άτομα. Πιο συγκεκριμένα, έγινε επιλογή ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού, δηλαδή πράσινων οικιακών συσκευών, ανεμιστήρα οροφής για δροσισμό, ενεργειακού τζακιού για θέρμανση και λαμπτήρων LED. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε υπολογισμός της απαιτούμενης ενέργειας ανά ημέρα, ανά μήνα και ανά έτος. Τέλος διαστασιολογήθηκε το σύστημα φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών για να ερευνηθεί αν όντως μπορούν τα συστήματα αυτά να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της οικίας.

Λέξεις κλειδιά

Εξοικονόμηση ενέργειας, κατοικία, θέρμανση, κλιματισμός, φυσικός και τεχνητός φωτισμός, φωτοβολταϊκά, ενεργειακή κλάση, ενεργειακό τζάκι, ανεμιστήρας οροφής ανεμογεννήτρια, λαμπτήρες LED, πράσινες συσκευές, ενεργειακή ετικέτα.

Abstract

The aim of this paper is to approximate an energy – independent house-guest room in Mani . The first part analyzes the theoretical background that includes a) statistics on energy consumption in buildings in Europe and Greece, b) presentation of bioclimatic design and analysis of its main principles, c) information on the so-called “green devices” and energy labels, d) a description of simple architectural methods of ventilation, cooling and natural lighting, e) techniques and use of artificial lighting methods and LED, f) presentation of the basic data of a geothermal installation and g) extensive report on photovoltaic systems and wind turbines.

The second part is the practical application of those mentioned in the theoretical part. The implementation took place in a certain house-guest room in Mani, which accommodates up to 4 people. Particularly, there was selection of energy efficient equipment, i.e. green household appliances, ceiling fan for cooling, hot air fire place for heating and LED for lighting. The next step was the calculation of the energy required per day, per month and per year. Finally, there is a study of a photovoltaic and wind turbine standalone system to investigate whether in fact these systems can meet the energy needs of the house.

Keywords

Energy saving, housing, heating, air conditioning, natural and artificial lighting, photovoltaic, energy class, fireplace, ceiling fan, wind turbine, LED, green appliances, energy label.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή μου κύριο Τοπαλή για την υπομονή του στη διεκπεραίωση της εργασίας λόγω του δυσβάστακτου προγράμματός μου και ιδιαίτερα τον βοηθό και επιβλέποντα μου Λάμπρο Δούλο, για την πολύτιμη παροχή πληροφοριών. Τέλος, ευχαριστώ τον Φώτη Καλαφάτη, για την βοήθειά του στη μορφοποίηση του τελικού κειμένου και την ψυχολογική του υποστήριξη.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Λέξεις κλειδιά	2
Abstract	3
Keywords	3
Ευχαριστίες.....	4
ΜΕΡΟΣ Α : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας.....	9
1.1 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ	9
1.2 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	17
2.1 Πράσινες συσκευές.....	20
2.1.1 Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Απονομής Οικολογικού Σήματος	23
2.1.2 Ενεργειακή ετικέτα	23
2.1.3 Παράδειγμα υπολογισμού δείκτη ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίου ρούχων.....	24
2.1.4 Παραδείγματα ενεργειακών ετικετών.....	27
2.2 Σκίαση	33
2.3 Δροσισμός	34
2.4 Φυσικός φωτισμός	35
2.4.1 Παράγοντες και τεχνικές φυσικού φωτισμού.....	35
2.4.2 Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	45
3.1 Φωτοβολταϊκά	45
3.1.1 Γενικά	45
3.1.2 Είδη φ/β στοιχείων	47
3.1.3 Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα.....	50
3.1.4 Φωτοβολταϊκά και περιβάλλον	52
3.2 Γεωθερμία	53
3.2.1 Βασικές έννοιες-ορισμοί της γεωθερμικής ενέργειας.....	53
3.2.2 Γεωθερμικές πηγές του Ελλαδικού χώρου.....	54
3.2.3 Γεωθερμικές εφαρμογές	56
3.2.4 Αβαθής Γεωθερμία	58
3.2.5 Εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας.....	58
3.2.6 Αντλίες θερμότητας συνδεδεμένες στο έδαφος (Ground-coupled heat pumps).....	59

3.3	Ανεμογεννήτριες.....	63
3.3.1	Γενικά	63
3.3.2	Βασικά μέρη διάταξης εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας	64
3.3.3	Περιγραφή τεχνολογίας ανεμογεννητριών	66
3.3.4	Καμπύλη ισχύος ανεμογεννητριών	68
3.3.5	Παραγόμενη ενέργεια αιολικής μηχανής	69
3.4	Τεχνητός Φωτισμός και χρήση LED	77
3.4.1	Είδη λαμπτήρων	77
B.	ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	86
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Περιγραφή οικίας-ξενώνα.....	86
4.1	Αναλυτική περιγραφή της οικίας.....	86
4.2	Κατόψεις οικίας	87
4.3	Όψεις οικίας	89
4.4	Γιατί η επιλογή οικίας στη Μάνη ;.....	90
4.5	Γιατί πέτρινος ξενώνας;	90
4.6	Κλιματολογικά δεδομένα Καλαμάτας.....	91
4.7	Εξέταση των γεωθερμικών πεδίων στην περιοχή της Μάνης	92
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Πράσινες Συσκευές.....	96
5.1	Γενικά	96
5.2	Ενδεικτικές ώρες χρήσης οικιακών συσκευών.	96
5.3	Επιλογή συσκευών της αυτόνομης οικίας.	98
5.4	Υπολογισμός κατανάλωσης των συσκευών	98
5.4.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυγείου	98
5.4.2	Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου ρούχων	99
5.4.3	Τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας	100
5.4.4	Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Υ	102
5.4.5	Τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού ραδιόφωνου	102
5.4.6	Τεχνικά χαρακτηριστικά του στεγνωτήρα μαλλιών	103
5.4.7	Σύγκριση με αντίστοιχες συσκευές χαμηλότερης ενεργειακής κλάσης	104
5.4.8	Συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης συσκευών εξοικονόμησης και ενεργοβόρων συσκευών.....	109
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Ζεστό νερό χρήσης	111
6.1	Γενικά	111
6.2	Επιλογή και τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα.....	111

6.2.1 Επιλογή του τύπου του συλλέκτη	111
6.2.2 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	112
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Κλιματισμός	114
7.1 Θερινή περίοδος.....	114
7.1.1 Ανεμιστήρας οροφής	114
7.1.2 Σύγκριση με κλιματιστικό	115
7.1.3 Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τους διαφορετικούς τρόπους δροσισμού.	118
7.2 Χειμερινή περίοδος	119
7.2.1 Ενεργειακό αερόθερμο τζάκι	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Υπολογισμός κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση ανά έτος. ...	125
8.1 Βασικοί Υπολογισμοί	125
8.2 Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τους διαφορετικούς τρόπους θέρμανσης.	128
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Φωτισμός.....	129
9.1 Μελέτη φωτισμού	129
9.2 Εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την χρήση LED σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης.....	130
9.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό	131
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας της οικίας-ξενώνα.....	133
10.1 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ,θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας της οικίας του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού	133
10.2 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ,θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας της οικίας του σχεδιασμού αναφοράς	134
10.3 Σύγκριση κατανάλωσης ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού και σχεδιασμού αναφοράς	136
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: Φωτοβολταϊκά	138
11.1 Επιλέγοντας αυτόνομο ή διασυνδεδεμένο σύστημα.....	138
Τρόπος λειτουργίας του συνδεδεμένου με το δίκτυο φ/β συστήματος.....	138
Τρόπος λειτουργίας του αυτόνομου φ/β συστήματος	138
11.2 Επιλογή φ/β πλαϊσίων, inverter και μπαταριών	140
11.3 Διαστασιολόγηση του αυτόνομου συστήματος με φ/β	144
11.3.1 Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στη διάρκεια μιας τυπικής μέρας	144
11.3.2 Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φ/β γεννήτριας.....	146
11.3.3 Υπολογιστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	152

PVSYST V4.36- Αναλυτική μελέτη.....	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: Ανεμογεννήτριες	158
12.1 Χωροθέτηση Ανεμογεννητριών	158
12.2 Πηγές για την εκτίμηση της ταχύτητας του ανέμου στη Μάνη	158
12.3 Επιλογή ανεμογεννήτριας.....	162
12.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας	162
12.5 Υπολογισμός παραγόμενης ενέργειας ανά μήνα	163
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 : Τελικός έλεγχος αυτονομίας της οικίας-ξενώνα.....	166
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	169
Βιβλιογραφία.....	174

ΜΕΡΟΣ Α : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας

1.1 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δρομολογήσει τα τελευταία χρόνια μια σειρά από δράσεις και μέτρα ώστε να επιτύχει την περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ, στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Η πιο σημαντική πρωτοβουλία, που σχετίζεται με την ανάπτυξη μιας κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια συμφωνήθηκε στο ευρωπαϊκό Συμβούλιο το Μάρτιο του 2007. Αναφέρεται σε ένα συνολικό Ενεργειακό Σχέδιο Δράσης.

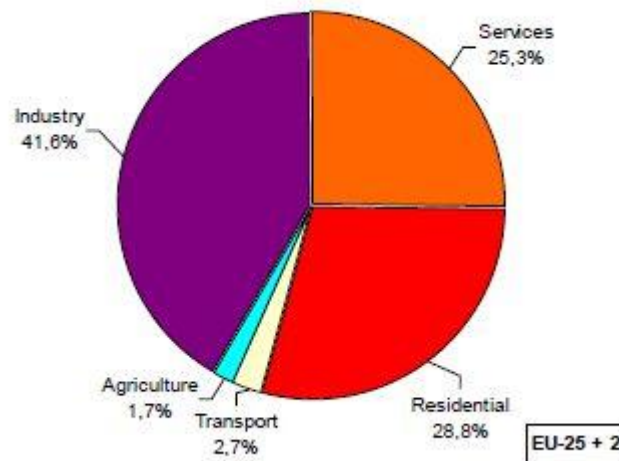
Το κοινό σχέδιο δράσης, βασίζεται στην πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μια «Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη». Η ουσιαστική υλοποίηση των πολιτικών και των δράσεων που προβλέπονται σε αυτή την απόφαση, συνοψίζεται στην επίτευξη των στρατηγικών στόχων που αναφέρονται ως τα τρία εικοσάρια «20-20-20»:

Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% έως το 2020.

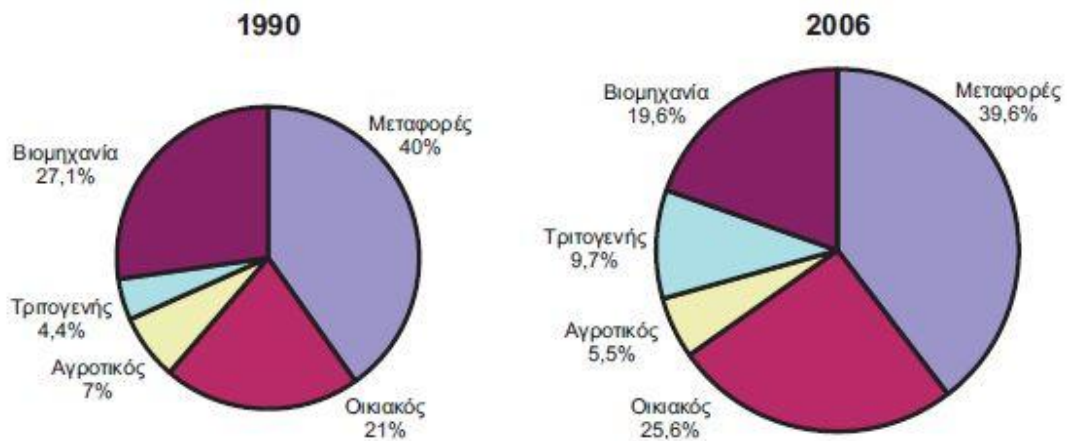
Δεδομένου ότι ο οικιακός τομέας καταναλώνει το 30% της απαιτούμενης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση ήδη από το 2002 εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ για τον έλεγχο και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η συγκεκριμένη Οδηγία προβλέπει την ενεργειακή μελέτη ή επιθεώρηση των κτιρίων και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων τους από ανεξάρτητους διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες, τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, με απώτερο σκοπό την απόδοση ενεργειακής ταυτότητας στο κτίριο βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK), οδηγία η οποία τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εφαρμόζεται.

Πιο αναλυτικά στην Ε.Ε. ο κτιριακός τομέας (τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας) αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές. Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια κατοικιών κυμαίνεται μεταξύ 150 και 230 kWh/m². Στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων κυμαίνεται μεταξύ 200 και 400 kWh/m², κατανάλωση που σε σχέση με αυτή στη δυτική Ευρώπη είναι δύο ή και τρεις φορές μεγαλύτερη. Στη νότια Ευρώπη η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 120-150 kWh/m² σε ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο. Στην Ελλάδα η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας είναι ίση με 140 kWh/m² στα σπίτια και 96 kWh/m² στα διαμερίσματα που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και, αντίστοιχα, 92-123 kWh/m² και 75-94 kWh/m² στις σύγχρονες οικίες. (Σχήματα 1.1 και 1.2)

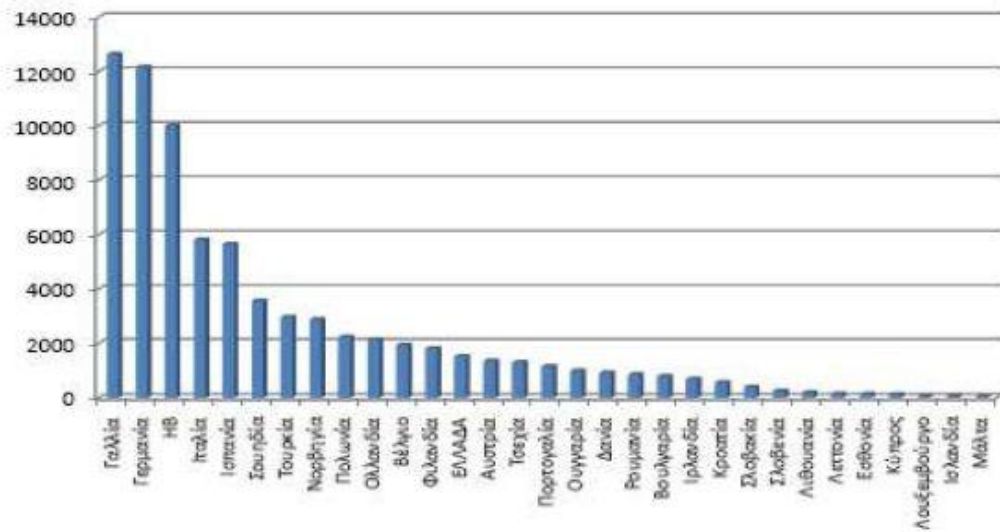


Σχήμα 1.1: Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή ένωση (αναφορά της Κομισιόν 2006)



Σχήμα 1.2: Μεριδία τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα (πηγή ΥΠΙΑΝ)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται με διαγράμματα η γενική πορεία της ενεργειακής κατάστασης της Ε.Ε. και της Ελλάδας. Από τους πίνακες γίνεται φανερό ότι, οι χώρες με το μεγαλύτερο πληθυσμό καταναλώνουν προφανώς και την περισσότερη ενέργεια. Μάλιστα η Γερμανία, η Γαλλία, η Ιταλία, η Ισπανία, η Μ. Βρετανία και η Πολωνία είναι υπεύθυνες για το 80% της συνολικής κατανάλωσης. Αξίζει να επισημανθεί η μεγάλη αύξηση στην κατανάλωση της Ελλάδας στο διάστημα 1995-2006 κατά 53% ενώ της ΕΕ των 27 στο ίδιο διάστημα είναι μόλις 22%.



Σχήμα 1.3: Ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στις ευρωπαϊκές χώρες κατά φθίνουσα σειρά (σε 1000 ΤΠΠ) Πηγή: Eurostat, Δημοσίευση: 13.05.2008

Πίνακας 1.1: Ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα σε 1000 ΤΙΠ(1ΤΙΠ=11,63MWh). Πηγή: Eurostat, Δημοσίευση: 13.05.2008

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ΕΕ 27	56310	59337	58738	59956	60884	61161	63225	63513	66066	67445	68760	68987
ΕΕ 25	54756	57651	57206	58369	59337	59656	61722	62045	64557	65999	67188	67327
ΕΕ 15	50010	52616	52171	53323	54297	54608	56575	56841	59183	60329	61518	61462
Βέλγιο	1901	1997	1972	2011	2019	2041	2098	2229	2238	2282	2236	1954
Βουλγαρία	942	988	850	906	870	848	838	800	801	754	778	800
Τσεχία	1277	1377	1333	1247	1208	1188	1224	1214	1247	1249	1266	1307
Δανία	885	911	887	882	884	878	874	876	882	888	898	910
Γερμανία	11051	11506	11248	11249	11288	11084	11424	11279	11999	12071	12193	12167
Εσθονία	92	106	104	116	117	126	136	136	137	139	139	144
Ιρλανδία	426	449	458	474	517	548	579	566	599	632	646	695
ΕΛΛΑΔΑ	990	1053	1068	1099	1159	1222	1251	1356	1414	1449	1451	1520
Ισπανία	3094	3226	3448	3534	3907	3751	4272	4354	4663	4991	5488	5650
Γαλλία	9359	10362	10239	10589	10914	11068	11512	11436	12171	12647	12815	12636
Ιταλία	4922	4984	5029	5097	5221	5255	5293	5413	5590	5726	5758	5816
Κύπρος	65	71	72	78	82	91	90	99	111	113	123	129
Λεττονία	100	94	93	96	99	102	107	113	122	126	135	149
Λιθουανία	133	138	148	150	162	152	156	156	163	178	184	202
Λουξεμβ.	63	65	66	65	58	60	62	63	64	69	70	71
Ουγγαρία	842	864	841	858	845	842	871	898	951	949	956	985
Μάλτα	34	37	40	43	45	48	46	49	54	53	54	57
Ολλανδία	1694	1720	1754	1788	1836	1874	1900	1960	2003	2021	2084	2135
Αυστρία	1117	1167	1138	1141	1150	1174	1187	1201	1221	1241	1261	1358
Πολωνία	1554	1653	1700	1747	1788	1809	1838	1862	1896	2191	2155	2237
Πορτογαλ.	676	726	724	755	819	865	914	979	1018	1069	1139	1153
Ρουμανία	612	698	683	681	678	658	664	668	709	692	794	860
Σλοβενία	220	226	231	231	205	224	230	233	259	259	254	263
Σλοβακία	430	469	474	481	488	466	449	443	433	414	404	394
Φινλανδία	1398	1482	1498	1560	1586	1559	1666	1715	1755	1751	1769	1818
Σουηδία	3645	3725	3661	3654	3453	3613	3627	3566	3611	3558	3668	3567
Η. Β.	8788	9244	8982	9425	9485	9617	9917	9848	9954	9933	10044	10013
Κροατία	397	421	446	453	494	493	478	512	490	522	545	561
Τουρκία	1246	1413	1592	1723	1942	2054	2026	2026	2166	2375	2660	2964
Ισλανδία	48	48	50	48	50	52	52	55	53	58	59	69
Νορβηγία	2977	3034	2922	2956	3013	2979	3085	2979	2753	2786	2924	2878
Ελβετία	1310	1313	1278	1300	1338	1352	1391	1395	1434	1471	1515	-

Πίνακας 1.2: Συνολική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα σε 1000 ΤΠΠ.
 Πηγή: Eurostat, Δημοσίευση: 13.05.2008

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ΕΕ 27	280103	302469	292262	292412	288844	286621	299633	292019	303156	305864	308091	304372
ΕΕ 25	271493	291824	280432	280482	277895	276030	290334	282627	293059	295794	297982	294352
ΕΕ 15	229326	248814	238851	242002	239491	240335	251508	244996	254562	257811	259360	254781
Βέλγιο	9320	10625	9889	9909	9506	9491	9869	9293	9889	10037	9936	8932
Βουλγαρία	2257	2539	2181	2405	2203	2165	2016	2170	2271	2104	2145	2180
Τσεχία	5433	6289	6073	5673	5411	5301	5771	5332	5968	6249	5949	6509
Δανία	4474	4779	4467	4448	4333	4158	4406	4301	4409	4397	4462	4419
Γερμανία	63147	68665	67496	66297	61977	62142	66709	64308	67316	66550	67731	69124
Εσθονία	966	1195	1203	1043	958	928	939	918	926	923	889	881
Ιρλανδία	2200	2283	2214	2396	2424	2489	2619	2611	2725	2820	2895	3060
ΕΛΛΑΔΑ	3332	3947	4056	4195	4234	4486	4701	4914	5485	5381	5489	5491
Ισπανία	9998	10563	10741	11035	11787	11886	12479	12815	13784	14382	15168	14753
Γαλλία	36880	40690	38580	39767	40636	42412	43910	42608	44196	46162	45576	44658
Ιταλία	26707	27296	26582	27887	29521	28361	29632	28497	29877	30935	31881	29919
Κύπρος	179	185	189	196	198	215	213	229	248	237	319	347
Λεττονία	1603	1694	1542	1501	1411	1327	1443	1431	1520	1493	1514	1492
Λιθουανία	1641	1551	1499	1451	1402	1342	1371	1376	1380	1370	1384	1429
Λουξεμβ.	565	628	612	639	610	598	664	616	626	670	651	610
Ουγγαρία	5833	5857	5492	5281	5425	5276	5614	6019	6637	6063	6381	6182
Μάλτα	73	75	74	66	73	76	75	78	83	89	89	81
Ολλανδία	11153	12378	10746	10376	10329	10332	10654	10252	10502	10437	10104	10013
Αυστρία	6247	6887	6231	6365	6408	6007	6395	6163	6402	6368	6657	6631
Πολωνία	23284	22897	22087	19789	19856	17519	19221	18104	17673	17656	18378	19178
Πορτογαλ.	2569	2669	2667	2673	2781	2804	2859	3122	3115	3032	3206	3201
Ρουμανία	6353	8106	9649	9526	8745	8426	7284	7223	7825	7966	7964	7839
Σλοβενία	1180	1044	1069	1035	1102	1124	1119	1167	1249	1239	1186	1158
Σλοβακία	1976	2223	2352	2445	2568	2586	3061	2976	2815	2664	2533	2315
Φιλανδία	5430	4817	5219	5389	5163	4541	4828	4933	4991	4826	4849	4947
Σουηδία	7735	8187	7918	7862	7440	7554	7508	7331	7378	7144	7302	7003
Η. Β.	39568	44399	41432	42762	42343	43074	44276	43233	43865	44672	43450	42018
Κροατία	1402	1536	1629	1606	1700	1664	1665	1729	1872	1886	1926	1857
Τουρκία	15784	16258	16899	16570	16611	16996	16218	15807	17017	17442	19313	20077
Ισλανδία	570	538	552	533	586	603	624	660	658	622	613	622
Νορβηγία	3863	3977	3891	3896	3933	3824	3984	3992	3811	3755	3834	3800
Ελβετία	5872	5956	5540	5848	5791	5535	5783	5664	5950	6006	6217	-

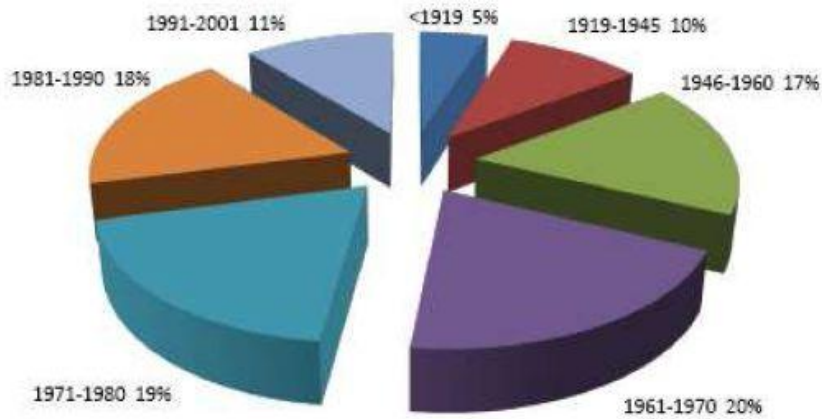
1.2 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα απαιτείται μέχρι και 30% περισσότερη ενέργεια για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτίρια. Ιδιαίτερα όσα κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, αντιμετωπίζουν στην πλειονότητα τους πρόβλημα επαρκούς μόνωσης. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και έχουν απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα.

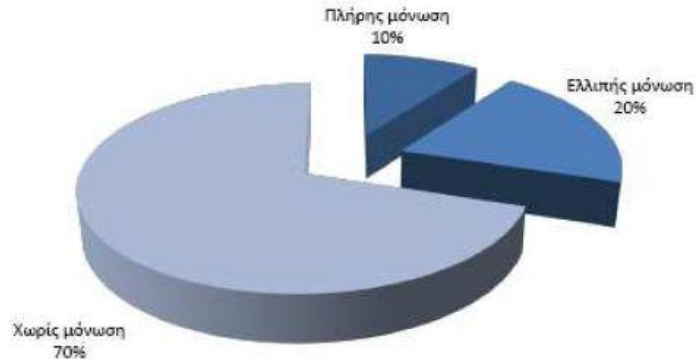
Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ. στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει

κτιστεί μετά το 1981(Σχήμα 1.4).Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% κτίστηκε μετά το 1981 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης)

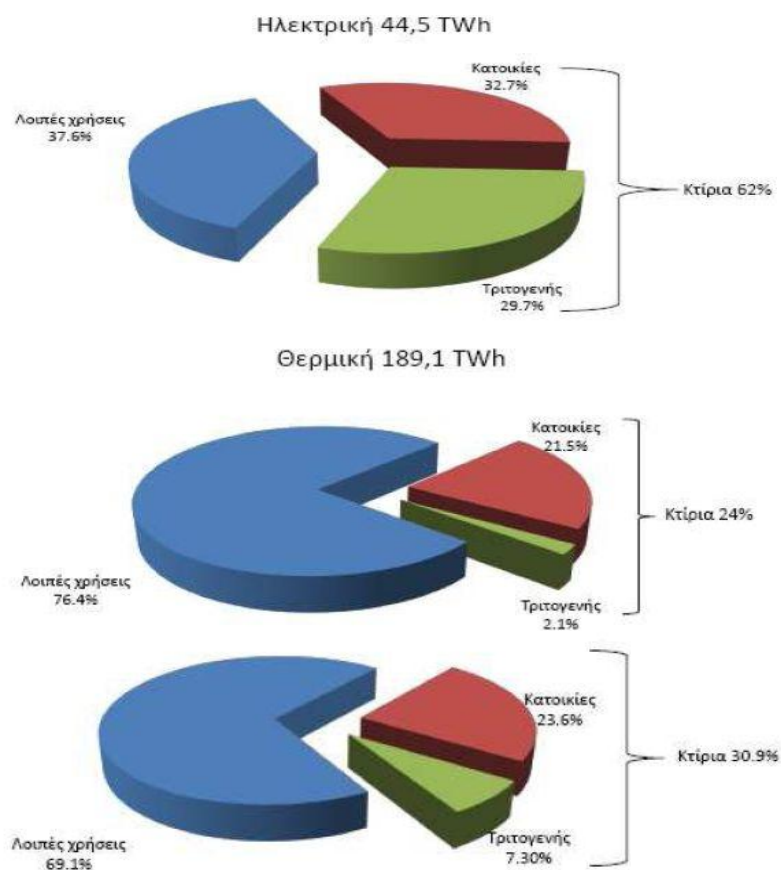


Σχήμα 1.4: Κατανομή ελληνικών κτιρίων με βάση το έτος κτίσης τους (ΥΠ.ΑΝ 2001)



Σχήμα 1.5: Κατανομή ελληνικών κτιρίων σε σχέση με τη μόνωσή τους (ΥΠ.ΑΝ 2001)

Στον οικιακό και τον αγροτικό τομέα (Σχήμα 1.7) οφείλεται το 13,8% της εκπομπής CO_2 της χώρας και η κατανάλωση του 25,6% της συνολικής της ενέργειας (Σχήμα 1.6)

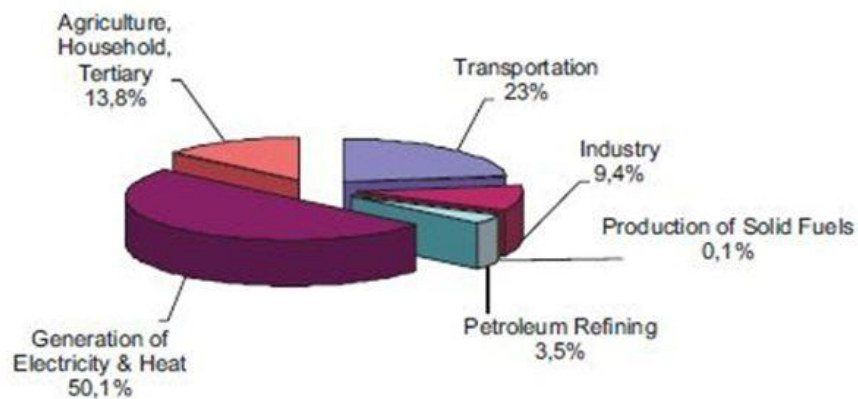


Σχήμα 1.6: Κατανομή καταναλισκόμενης ηλεκτρικής, θερμικής και συνολικής ενέργειας (2001 ΥΠ.ΑΝ.)

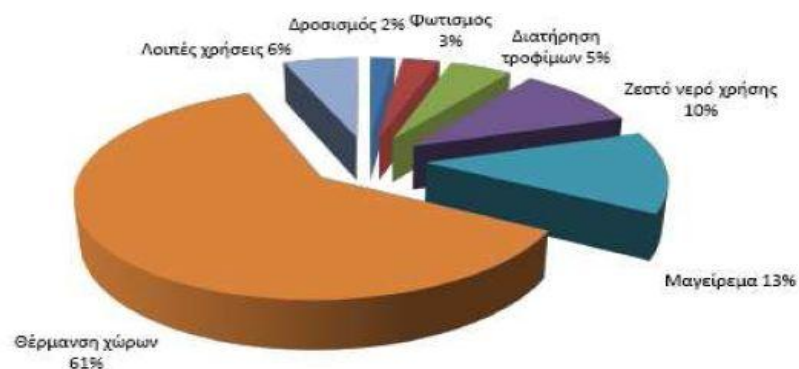
Η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία, σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση, μεταξύ των κρατών μελών, στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Ενώ χώρες βορειότερα στο ημισφαίριο, που πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσουν κατά 5% την ενεργειακή τους κατανάλωση. Σε μια χώρα εύκρατη με πολύ λιγότερες θερμικές απαιτήσεις λόγω του ήπιου χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 61% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (Σχήμα 1.8). Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 16% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα και καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το σύνολο της Ε.Ε., η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1.1



Διάγραμμα 1.1: Μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης κατανάλωσης ενέργειας. Πηγή ΥΠ.ΑΝ



Σχήμα 1.7: Εκπομπές CO₂ από δραστηριότητες που συνδέονται με χρήση ορυκτών καυσίμων τη χρονιά 2006 (πηγή ΚΑΠΕ)



Σχήμα 1.8: Κατανομή τελικής καταναλισκόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας στον οικιακό τομέα (πηγή ΥΠΑΝ 2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Βιοκλιματικός σχεδιασμός

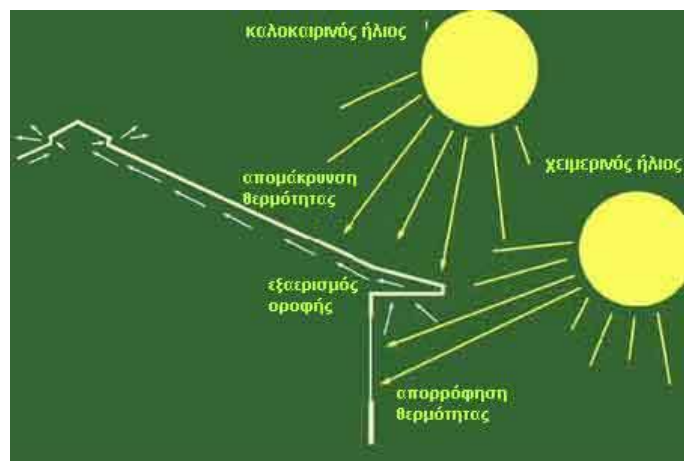
Η «βιωσιμότητα» και η «αειφορία» είναι ένα σημαντικό θέμα που απασχολεί την κοινωνία και ειδικά τον τομέα της κατασκευής και χρήσης των κτιρίων: Η αντιμετώπιση των τρεχουσών αναγκών σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο, με την εκμετάλλευση των πηγών του πλανήτη δεν πρέπει να υπονομεύει τη δυνατότητα να καλυφθούν οι ανάγκες που θα προκύψουν στις μελλοντικές γενεές.

Στο ξεκίνημα του 21ου αιώνα ο στόχος που τίθεται είναι αφενός η μείωση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου των κτιρίων και αφετέρου η ελαχιστοποίηση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, τουλάχιστον όσον αφορά τη θέρμανση και την ψύξη.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών - υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα. Σκοπός είναι η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Σημειώνεται ότι από το 1997 άρχισε η μεταφορά στην Ελλάδα του φυσικού αερίου, με την προσδοκία να καλυφθεί η απαιτούμενη ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων σε πρώτη φάση κατά ένα ποσοστό της τάξεως του 7%.

Οι μελετητές των κτιρίων και όσοι ασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με τον τομέα των κατασκευών καλούνται να προτείνουν λύσεις προσαρμοσμένες στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και συγχρόνως καινοτόμες τεχνολογικά, ώστε να είναι συμβατές με τη διατήρηση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.



Σχήμα 2.1: Η σκεπή του βιοκλιματικού σπιτιού. Πηγή: ΚΑΠΕ

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (π.χ. ήλιο, αέρα - άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων. Τα Παθητικά συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

Α) Παθητικά ηλιακά συστήματα Θέρμανσης

Β) Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Γ) Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

1. Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Γίνεται με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων,

χρησιμοποιώντας κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.

Πιο συγκεκριμένα, στη χειμερινή περίοδο, ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας, αερισμού και εξάτμισης, επιτρέποντας μόνον τον απαραίτητο για λόγους υγιεινής αερισμό, και στην αύξηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό πραγματοποιείται ώστε αφενός να μειωθεί η διάρκεια της θερμαντικής περιόδου και αφετέρου να ελαττωθούν οι δαπάνες για την παροχή θέρμανσης. Αντίστοιχα, στη θερινή περίοδο ο ενεργειακός σχεδιασμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία και στη βελτιστοποίηση των διαφόρων μεθόδων φυσικού δροσισμού. Αυτό πραγματοποιείται ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη και να αποτραπεί η, με μηχανολογικό εξοπλισμό, παρεχόμενη ψύξη.

2.Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται α) με τον προσανατολισμό των χώρων-ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος), β) την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και γ) με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης και φωτισμού.

3.Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.

4.Απομάκρυνση, με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον, της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο. Αυτό επιτυγχάνεται με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες.

5.Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα

6.Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων. Ο φυσικός φωτισμός θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.

7.Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των αντίστοιχων χώρων και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Η χρήση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού όχι μόνο συντελεί στη βελτίωση της θερμικής και ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου, αλλά ταυτόχρονα έχει ως αποτέλεσμα σειρά θετικών επιδράσεων. Αυτές αφορούν τόσο το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου (δηλαδή καλύτερη ποιότητα αέρα, αποφυγή εμφάνισης φαινομένου του «άρρωστου κτιρίου») όσο και το εξωτερικό περιβάλλον του (δηλαδή μείωση της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα λόγω μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, ελάττωση των εκπομπών HCFCs λόγω μειωμένης χρήσης των κλιματιστικών, αποφυγή εμφάνισης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας). Για τους παραπάνω λόγους, η ανάγκη ενσωμάτωσης παθητικών τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια –και ειδικότερα στα νεοαναγειρόμενα– είναι σήμερα επιτακτική.

Για τις εφαρμογές στην Ελλάδα:

38^ο βόρειο γεωγραφικό πλάτος - κλίμα μεσογειακό

Προτιμάται:

Χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου.

Κλειστή μορφή κτιρίου, δηλαδή μικρή επιφάνεια διαφανών στοιχείων σε σχέση με τα αδιαφανή.

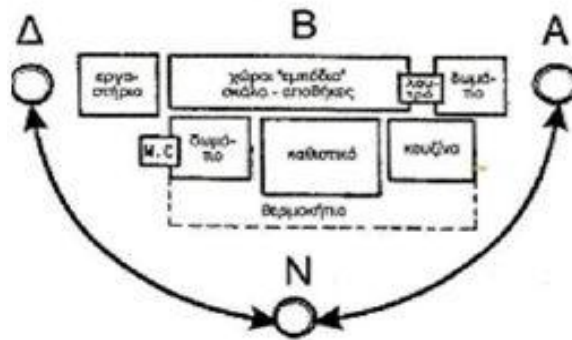
Τρείς το πολύ όροφοι.

Μακρόστενο κτίριο με το μεγάλο άξονα προσανατολισμένο κατά την ανατολή-δύση. Δηλαδή νότιος (ή νοτιοανατολικός) προσανατολισμός. Μεγάλα ανοίγματα στη νότια πλευρά, μικρά στη βόρεια και μεσαίου μεγέθους ανατολικά και δυτικά. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.2, οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο (καθιστικό, υπνοδωμάτια, κουζίνα) προτιμάται να είναι τοποθετημένοι στη νότια πλευρά, ενώ οι χώροι πρόσκαιρων δραστηριοτήτων (γκαράζ, αποθήκες, κλιμακοστάσιο) προτιμάται να είναι τοποθετημένοι στη βόρεια πλευρά.

Οροφή με κεραμίδια, αεριζόμενη.

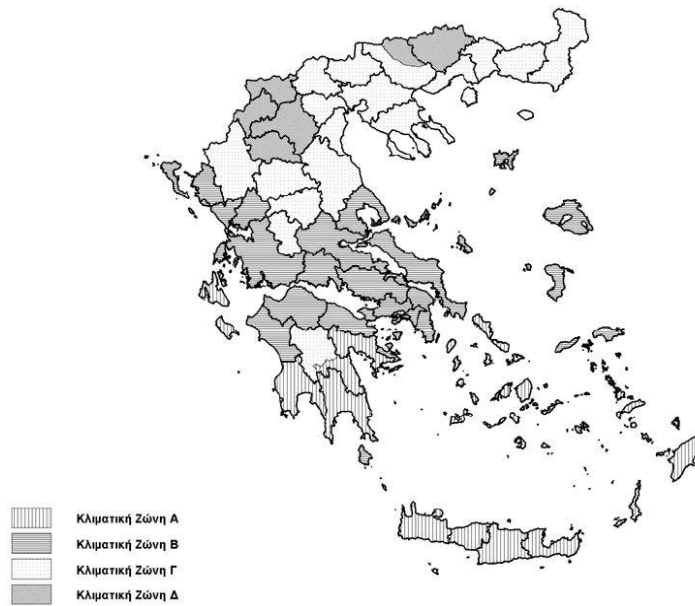
Ανοιχτόχρωμες εξωτερικές επιφάνειες.

Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά εξυπηρετούν α) την παθητική θέρμανση, β) τον παθητικό δροσισμό με αερισμό και γ) το φωτισμό του κτιρίου κατά το βέλτιστο τρόπο.



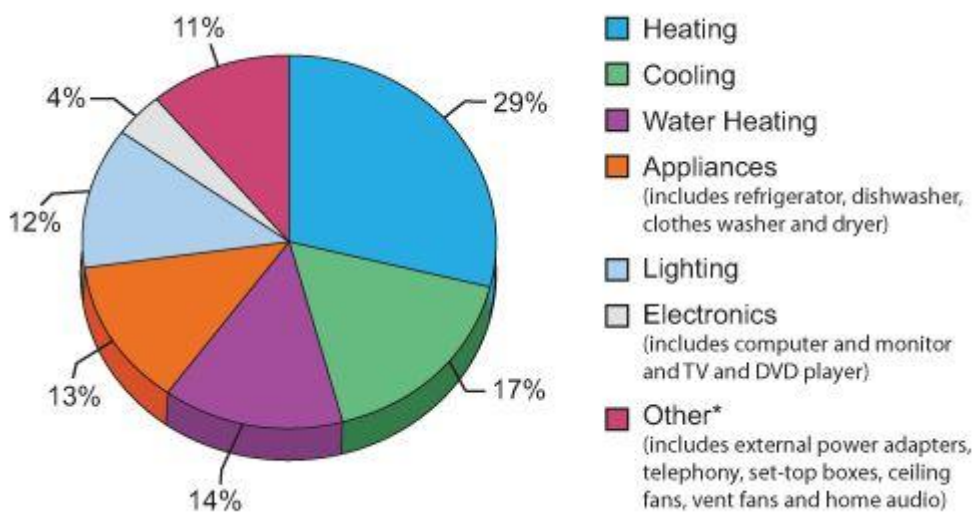
Σχήμα 2.2: Διάταξη των χώρων μιας ενεργειακά σωστής κατοικίας. Πηγή: Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας ΤΕΕ

Σημείωση: Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε και την Ε.Μ.Υ η Ελλάδα είναι χωρισμένη σε 4 κλιματικές ζώνες, δεδομένο που πάντα λαμβάνεται υπόψη σε μελέτες εξοικονόμησης ενέργειας (Σχήμα 2.3)



Σχήμα 2.3: Κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Πηγή: ΕΜΥ

2.1 Πράσινες συσκευές



Σχήμα 2.4: Μερίδια οικιακής καταναλισκόμενης ενέργειας. Πηγή: Τυπικό σπίτι, Lawrence Berkeley National Laboratory 2009 (ENERGY STAR)

Στις ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνονται σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω του μεγάλου πλήθους τους και της συχνής χρήσης τους σε κάθε κατοικία. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ηλεκτρικών συσκευών εντάσσεται στα μέτρα ενεργειακής πολιτικής για τη μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO_2 και στην τεχνολογική εξέλιξη και ανάπτυξη της βιομηχανίας παραγωγής αποδοτικότερων ηλεκτρικών συσκευών. Τα προγράμματα και οι πολιτικές που υιοθετούνται στοχεύουν στη πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης που προσφέρει η διαθέσιμη τεχνολογία.

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η οικονομία στο ηλεκτρικό ρεύμα είναι μια παγκόσμια υπόθεση προστασίας του περιβάλλοντος και των καταναλωτών. «Οι καταναλωτές δεν έχουν συχνά αρκετή πληροφόρηση για να γίνουν πιο παραγωγικοί ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας και οι επιχειρήσεις τείνουν να θεωρούν λανθασμένα την επένδυση στην εξοικονόμηση ενέργειας ως δαπανηρή και έχουσα ρίσκο». (Diana Farrell and Ted Halstead, “Americans should be warming to energy efficiency,” Financial Times, June 21, 2007).

Στο κέντρο των εξελίξεων βρίσκονται όροι όπως: πράσινη ανάπτυξη, πράσινα αυτοκίνητα, πράσινα καθαριστικά, πράσινος τουρισμός, πράσινες ηλεκτρικές συσκευές κλπ. Ο όρος «πράσινο» έχει δύο άξονες: την ενεργειακή κατανάλωση και τα υλικά κατασκευής. Συνεπώς ένα προϊόν χαρακτηρίζεται «πράσινο» α)όταν εξοικονομεί ενέργεια σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά και β)όταν κατασκευάζεται, όχι απλά από ανακυκλώσιμα υλικά, αλλά από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον. Για την εξασφάλιση των καταναλωτών έχει θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ η οικολογική σήμανση. Παραδείγματα οικολογικής σήμανσης από αναγνωρισμένους φορείς είναι τα εξής :

Το <οικολογικό σήμα> -energy label- της ευρωπαϊκής ένωσης



Ο <Γαλάζιος Άγγελος> της Γερμανίας



Ο <Κύκνος> των Σκανδιναβικών χωρών



Το <Green Seal> στις ΗΠΑ



Το σήμα του «Forest Stewardship Council» (FSC) για πιστοποιημένη



αιφορική ξυλεία.

Ο «Ενεργειακός Αστéρας» (Energy Star)
για προϊόντα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης σύμφωνα με
προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας των ΗΠΑ.



Το Αστéρι Ενέργειας «Energy Star» είναι σήμα ποιότητας που φέρουν οι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες πληρούν ορισμένες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης (συσκευές χαμηλής κατανάλωσης). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθιερώσει το σήμα «ENERGY STAR» για συσκευές εξοπλισμού γραφείων στα πλαίσια συμφωνίας με την κυβέρνηση των ΗΠΑ. Στόχος είναι η παρότρυνση των καταναλωτών να αγοράζουν συσκευές με το σήμα, προκειμένου να εξοικονομήσουν χρήματα και ενέργεια, προστατεύοντας συγχρόνως το περιβάλλον. Κατασκευαστές, εισαγωγείς και εξαγωγείς, καλούνται να συμμετέχουν εθελοντικά στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα ENERGY STAR, διαθέτοντας στην αγορά προϊόντα που φέρουν το σήμα «ENERGY STAR», εφόσον πληρούν τα κριτήρια και τις προϋποθέσεις του προγράμματος.

2.1.1 Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Απονομής Οικολογικού Σήματος

Το σύστημα αυτό προσφέρει τη δυνατότητα, στους Ευρωπαίους Καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των αγοραστών του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα, να προσδιορίσουν, με ευκολία, τα προϊόντα, που έχουν, επίσημα, αναγνωρισθεί, ως «πράσινα», σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση, τη Νορβηγία, την Ισλανδία και το Λιχτενστάιν. Ακόμα, δίνει τη δυνατότητα, στους κατασκευαστές, να γνωστοποιήσουν, στους πελάτες τους, ότι τα προϊόντα τους σέβονται το περιβάλλον.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στην προσπάθειά της να βοηθήσει τους καταναλωτές να ξεχωρίζουν τα φιλικά, προς το περιβάλλον, προϊόντα, έχει αναπτύξει ένα σήμα, που ονομάστηκε ecolabel. Το ecolabel εφαρμόζεται, στα προϊόντα καθημερινής χρήσης, που είναι φιλικά, προς το περιβάλλον. Το ecolabel εφαρμόζεται και στις υπηρεσίες. Δεν εφαρμόζεται, στα τρόφιμα και στα φάρμακα.

Η νομοθεσία η οποία διέπει το Οικολογικό Σήμα είναι ο νέος Κανονισμός (ΕΚ) 66/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Νοεμβρίου 2009 σχετικά με το οικολογικό σήμα της ΕΕ (EU Ecolabel). Το Ανώτατο Συμβούλιο Απονομής Οικολογικού Σήματος - ΑΣΑΟΣ είναι ο εθνικός αρμόδιος φορέας για την απονομή του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος με Πρόεδρο τον εκάστοτε Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής - ΥΠΕΚΑ. Προς το παρόν έχουν θεσπισθεί από την Ε.Ε. οικολογικά κριτήρια για 11 κατηγορίες προϊόντων (23 προϊόντα) & 2 κατηγορίες υπηρεσιών:

Προϊόντα καθαρισμού

Ηλεκτρονικές συσκευές (Η/Υ και τηλεοράσεις)

Ένδυση

Επικαλύψεις – επενδύσεις δαπέδων

Κηπουρική

Έπιπλα

Χαρτί

Ηλεκτρικοί λαμπτήρες και Αντλίες θερμότητας

Στρώματα κρεβατιών

Λιπαντικά

Χρώματα και Βερνίκια

Υπηρεσίες τουριστικών καταλυμάτων

Υπηρεσίες κατασκευών/κάμπινγκ

Σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του ΥΠΕΚΑ για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες υπάρχουν συγκεκριμένα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να αποδειχτούν σύμφωνα με το ευρωπαϊκό τεστ αποτελεσματικότητας και λειτουργίας, ώστε να δοθεί το οικολογικό σήμα.

2.1.2 Ενεργειακή ετικέτα

Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (92/75/CEE, 94/2/CE, 95/12/CE, 96/89/CE, 2003/66/CE, κ.ά.) οι περισσότερες λευκές συσκευές, καθώς και οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες και τα αυτοκίνητα, πρέπει να διαθέτουν την Ενεργειακή Ετικέτα της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναρτημένη σε εμφανές σημείο όταν διατίθενται για πώληση ή ενοικίαση. Η ενεργειακή απόδοση της συσκευής κατατάσσεται σε ενεργειακές κλάσεις από το Α έως το G, όπου το Α είναι η ενεργειακά αποδοτικότερη κλάση και G η ενεργειακά λιγότερο αποδοτική. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να



περιέχονται επίσης στους καταλόγους πώλησης και να παρέχονται από τους λιανοπωλητές και τις ιστοσελίδες.

Σύμφωνα με την νέα οδηγία 2010/30/EU και σε μια προσπάθεια να συμπεριληφθούν οι πρόοδοι που σημειώθηκαν στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, ορίστηκαν νέες ετικέτες για τις ψυκτικές συσκευές, τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων και για μια κατηγορία που μέχρι πρότινος δεν είχε σήμανση, τις τηλεοράσεις. (Contract N°: IEE/09/628/SI2.558219)

2.1.3 Παράδειγμα υπολογισμού δείκτη ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίου ρούχων

Ενδεικτικά θα παραθέσουμε αναλυτικά την διαδικασία για την ενεργειακή σήμανση των πλυντηρίων ρούχων σύμφωνα με την επίσημη εφημερίδα της ευρωπαϊκής ένωσης. Η νέα ετικέτα οικιακών πλυντηρίων ρούχων περιλαμβάνει τις τρεις πρόσθετες τάξεις A+, A++ και A+++.

Ο βαθμός πλυσίματος δεν αναγράφεται στην ετικέτα, διότι έχει συμπεριληφθεί μεταξύ των ειδικών απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού του Κανονισμού 2010/1015/EE. Η νέα ετικέτα δείχνει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh / έτος) αντί για την κατανάλωση ανά κύκλο (kWh / πρόγραμμα).

Τα μοντέλα κατατάσσονται με βάση το Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης (EEI- energy efficiency index), που περιλαμβάνει την κατανάλωση ενέργειας για το πρόγραμμα πλυσίματος βαμβακερών 60°C σε πλήρες φορτίο ή σε μερικό φορτίο και για το πρόγραμμα πλυσίματος βαμβακερών 40°C σε μερικό φορτίο, καθώς και την κατανάλωση ενέργειας για δύο λειτουργίες χαμηλής ισχύος: τη λειτουργία μετά το τέλος του προγράμματος (left-on mode) και την κατάσταση εκτός λειτουργίας.

Υπολογισμός δείκτη ενεργειακής απόδοσης

Για τον υπολογισμό του δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEI) μοντέλου οικιακού πλυντηρίου ρούχων, η σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας του οικιακού πλυντηρίου ρούχων για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες και μερικό φορτίο και για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο, συγκρίνεται με την τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας.

α) Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI) υπολογίζεται ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100$$

όπου:

AE_c είναι η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του οικιακού πλυντηρίου ρούχων

SAE_c είναι η τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας του οικιακού πλυντηρίου ρούχων.

β) Η τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (SAE_c) υπολογίζεται σε kWh/έτος ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

$$SAE_c = 47,0 \times c + 51,7$$

όπου:

c είναι η διαβαθμισμένη χωρητικότητα του οικιακού πλυντηρίου ρούχων για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο ή το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 40 °C με πλήρες φορτίο, ανάλογα με το ποια από τις δύο τιμές είναι μικρότερη.

γ) Η σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE_c) υπολογίζεται σε kWh/έτος ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

i)

$$AE_c = E_t \times 220 + \frac{\left[P_o \times \frac{525\,600 - (T_t \times 220)}{2} + P_l \times \frac{525\,600 - (T_t \times 220)}{2} \right]}{60 \times 1\,000}$$

όπου:

E_t είναι η σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας

P_o είναι η σταθμισμένη ισχύς σε κατάσταση εκτός λειτουργίας

P_l είναι η σταθμισμένη ισχύς σε κατάσταση αναμονής

T_t είναι η σταθμισμένη διάρκεια προγράμματος

220 είναι ο συνολικός αριθμός τυπικών κύκλων πλυσίματος ανά έτος

ii) Στην περίπτωση που το οικιακό πλυντήριο ρούχων είναι εξοπλισμένο με σύστημα διαχείρισης ισχύος, βάσει του οποίου το οικιακό πλυντήριο ρούχων εισέρχεται αυτομάτως σε κατάσταση εκτός λειτουργίας μετά το τέλος του προγράμματος, η σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE_c) υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική διάρκεια της κατάστασης αναμονής, βάσει του εξής τύπου:

$$AE_c = E_t \times 220 + \frac{\{(P_l \times T_t \times 220) + P_o \times [525\,600 - (T_t \times 220) - (T_t \times 220)]\}}{60 \times 1\,000}$$

όπου:

T_l είναι ο χρόνος σε κατάσταση αναμονής.

δ) Η σταθμισμένη κατανάλωση ενέργειας (E_t) υπολογίζεται σε kWh ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο:

$$E_t = [3 \times E_{t,60} + 2 \times E_{t,60\frac{1}{2}} + 2 \times E_{t,40\frac{1}{2}}] / 7$$

όπου:

$E_{t,60}$ είναι η κατανάλωση ενέργειας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο·

$E_{t,60\frac{1}{2}}$ είναι η κατανάλωση ενέργειας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με μερικό φορτίο·

$E_{t,40\frac{1}{2}}$ είναι η κατανάλωση ενέργειας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο.

ε) Η σταθμισμένη ισχύς στην κατάσταση εκτός λειτουργίας (P_o) υπολογίζεται σε W ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

$$P_o = (3 \times P_{o,60} + 2 \times P_{o,60\frac{1}{2}} + 2 \times P_{o,40\frac{1}{2}}) / 7$$

όπου:

$P_{o,60}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση εκτός λειτουργίας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο·

$P_{o,60\frac{1}{2}}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση εκτός λειτουργίας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με μερικό φορτίο·

$P_{o,40\frac{1}{2}}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση εκτός λειτουργίας του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο.

στ) Η σταθμισμένη ισχύς στην κατάσταση αναμονής (P_l) υπολογίζεται σε W ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

$$P_l = (3 \times P_{l,60} + 2 \times P_{l,60\frac{1}{2}} + 2 \times P_{l,40\frac{1}{2}})/7$$

όπου:

$P_{l,60}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο

$P_{l,60\frac{1}{2}}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με μερικό φορτίο

$P_{l,40\frac{1}{2}}$ είναι η ισχύς σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο

ζ) Η σταθμισμένη διάρκεια προγράμματος (T_t) υπολογίζεται σε λεπτά ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο πλησιέστερο λεπτό:

$$T_t = (3 \times T_{t,60} + 2 \times T_{t,60\frac{1}{2}} + 2 \times T_{t,40\frac{1}{2}})/7$$

όπου:

$T_{t,60}$ είναι η διάρκεια προγράμματος του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο

$T_{t,60\frac{1}{2}}$ είναι η διάρκεια προγράμματος του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με μερικό φορτίο

$T_{t,40\frac{1}{2}}$ είναι η διάρκεια προγράμματος του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο

η) Ο σταθμισμένος χρόνος σε κατάσταση αναμονής (T_l) υπολογίζεται σε λεπτά ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο πλησιέστερο λεπτό:

$$T_l = (3 \times T_{l,60} + 2 \times T_{l,60\frac{1}{2}} + 2 \times T_{l,40\frac{1}{2}})/7$$

όπου:

$T_{l,60}$ είναι ο χρόνος σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο

$T_{l,60\frac{1}{2}}$ είναι ο χρόνος σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 60 °C με μερικό φορτίο

$T_{l,40\frac{1}{2}}$ είναι ο χρόνος σε κατάσταση αναμονής του τυπικού προγράμματος για βαμβακερά στους 40 °C με μερικό φορτίο

Οι τάξεις ενεργειακής απόδοσης βασίζονται στο δείκτη ενεργειακής απόδοσης, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

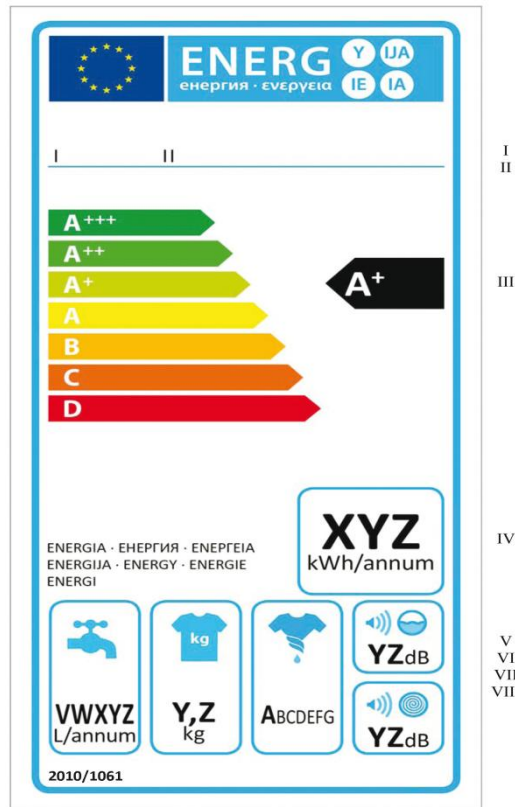
Πίνακας 2.1: Αντιστοιχία τιμών ενεργειακής απόδοσης και τάξης.

Τάξη Ενεργειακής Απόδοσης	Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης
A+++ (πιο αποδοτικό)	$EEl \leq 46$
A++	$46 \leq EEl < 52$
A+	$52 \leq EEl < 59$
A	$59 \leq EEl < 68$
B	$68 \leq EEl < 77$
C	$77 \leq EEl < 87$
D (λιγότερο αποδοτικό)	$EEl \geq 87$

2.1.4 Παραδείγματα ενεργειακών ετικετών

Πλυντήρια ρούχων

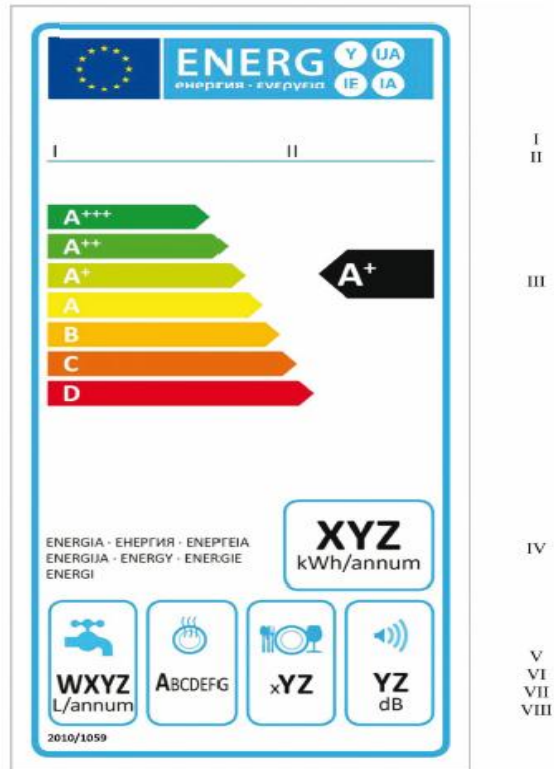
- I. όνομα/επωνυμία του προμηθευτή ή εμπορικό σήμα
- II. αναγνωριστικό μοντέλου προμηθευτή, όπου «αναγνωριστικό μοντέλου» νοείται ο κωδικός, συνήθως αλφαριθμητικός, για τη διάκριση συγκεκριμένου μοντέλου οικιακού πλυντηρίου ρούχων από άλλα μοντέλα με το ίδιο εμπορικό σήμα ή όνομα/επωνυμία προμηθευτή
- III. τάξη ενεργειακής απόδοσης: η αιχμή του βέλους που περιέχει την επισήμανση της τάξης ενεργειακής απόδοσης του οικιακού πλυντηρίου ρούχων τοποθετείται έναντι της αιχμής του βέλους της σχετικής τάξης ενεργειακής απόδοσης
- IV. σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE c), σε kWh ανά έτος:κατανάλωση ενέργειας "XYZ" kWh ανά έτος, που βασίζεται σε 220 τυπικούς κύκλους πλύσης για τα προγράμματα πλυσίματος βαμβακερών στους 60°C και 40°C σε πλήρες και μερικό φορτίο, και στην κατανάλωση ενέργειας στις λειτουργίες χαμηλής ισχύος
- V. σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση νερού (AW c), σε λίτρα ανά έτος:κατανάλωση νερού "VWXYZ" λίτρα ανά έτος, που βασίζεται σε 220 τυπικούς κύκλους πλύσης για τα προγράμματα πλυσίματος βαμβακερών στους 60°C και 40°C σε πλήρες και μερικό φορτίο
- VI. διαβαθμισμένη χωρητικότητα, σε kg, για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο ή το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 40 °C με πλήρες φορτίο, ανάλογα με το ποια από τις δύο τιμές είναι μικρότερη
- VII. τάξη απόδοσης περιδίνησης-στεγνώματος
- VIII. εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου κατά τις φάσεις πλυσίματος και περιδίνησης για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο, εκφρασμένες σε dB(A) re 1 pW, στρογγυλοποιημένες στον πλησιέστερο ακέραιο.



Σχήμα 2.5: Ενεργειακή ετικέτα πλυντηρίου ρούχων.

Πλυντήρια πιάτων

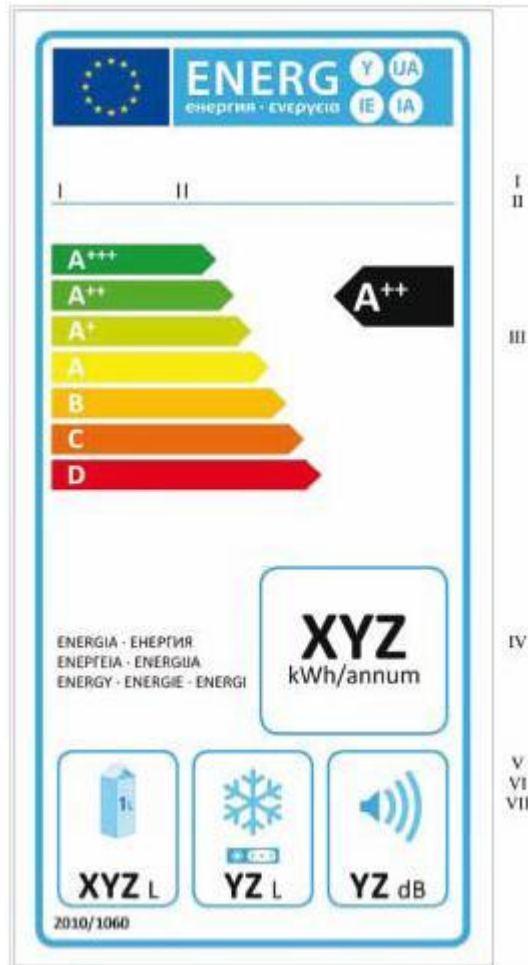
- I. Επωνυμία προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλο προμηθευτή, όπου ως «αναγνωριστικό μοντέλο προμηθευτή» εννοούμε τον κωδικό, συνήθως αλφαριθμητικό, που διακρίνει ένα συγκεκριμένο μοντέλο οικιακού πλυντηρίου πιάτων από άλλα μοντέλα με το ίδιο εμπορικό σήμα ή όνομα προμηθευτή.
- III. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης
- IV. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE C) σε kWh ανά έτος
- V. Ετήσια κατανάλωση νερού (AW C) σε λίτρα ανά έτος
- VI. Η τάξη απόδοσης στεγνώματος
- VII. Ονομαστική χωρητικότητα της συσκευής με τα σκεύη τοποθετημένα όπως προβλέπει ο κατασκευαστής για το τυπικό πρόγραμμα καθαρισμού.
- VIII. Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου εκφραζόμενες σε dB (A)



Σχήμα 2.6: Ενεργειακή ετικέτα πλυντηρίου πιάτων.

Ψυκτικές συσκευές

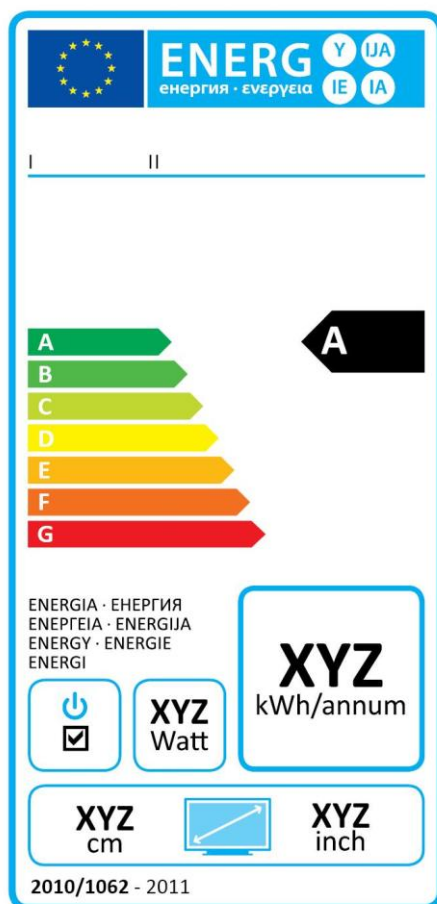
- I. Επωνυμία προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλο προμηθευτή
- III. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης
- IV. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε kWh ανά έτος
- V. Σύνολο καθαρού όγκου θαλάμων αποθήκευσης με θ.λειτουργίας > -6 C
- VI. Σύνολο καθαρού όγκου θαλάμων αποθήκευσης με θ.λειτουργίας < -6 C
- VII. Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου εκραζόμενες σε dB (A)



Σχήμα 2.7: Ενεργειακή ετικέτα ψυγείου.

Τηλεοράσεις

- I. Επωνυμία προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλο προμηθευτή
- III. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης
- IV. Η κατανάλωση ισχύος σε W λειτουργίας
- V. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση λειτουργίας.
- VI. Η ορατή διαγώνιος της οθόνης σε ίντσες και εκατοστά.
- VII. Για τηλεοπτικούς δέκτες με ευδιάκριτο διακόπτη, που θέτει την τηλεόραση σε μια κατάσταση εκτός λειτουργίας με κατανάλωση ενέργειας μικρότερη από 0,01 Watt, το σύμβολο με το μπουτόν λειτουργίας μπορεί να προστεθεί.



Σχήμα 2.8: Ενεργειακή ετικέτα τηλεόρασης.

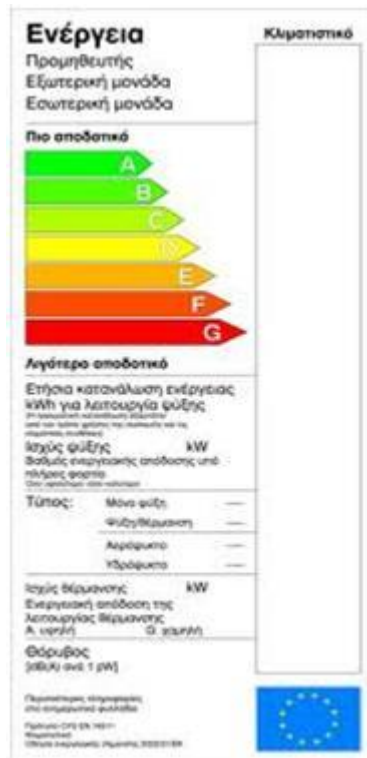
Κλιματιστικά

Η οδηγία έχει εφαρμογή μόνο σε μονάδες κάτω των 12kW. Σε κάθε ετικέτα υπάρχει:

- I. Το μοντέλο
- II. Η ενεργειακή κατηγορία από το A έως το G
- III. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας (υπολογισμένη με πλήρη λειτουργία σε 500 ώρες το χρόνο)
- IV. Η ψυκτική ικανότητα με πλήρη λειτουργία σε kW
- V. Ο λόγος ενεργειακής απόδοσης σε κατάσταση ψύξης με πλήρη λειτουργία
- VI. Ο τύπος της συσκευής (ψύξης, ψύξης/θέρμανσης)
- VII. Ο τρόπος ψύξης (αέρα ή υγρού)
- VIII. Ο θόρυβος σε dB

Στα κλιματιστικά με θερμαντική ικανότητα υπάρχει επίσης:

1. Η θερμότητα με πλήρη λειτουργία σε kW
2. Η ενεργειακή κλάση για τη λειτουργία θέρμανσης

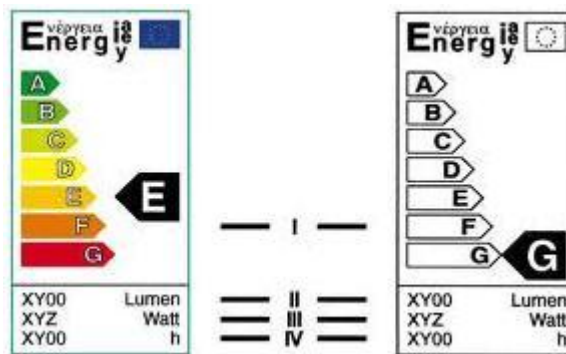


Σχήμα 2.9: Ενεργειακή ετικέτα κλιματιστικού.

Ηλεκτρικοί Λαμπτήρες

Σε κάθε λαμπτήρα υπάρχουν οι πληροφορίες:

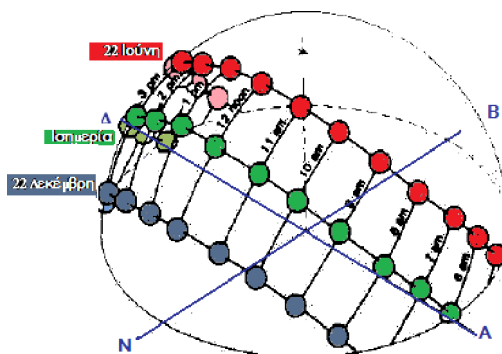
- I. Η ενεργειακή κλάση από το A έως το G
- II. Η ένταση φωτισμού του λαμπτήρα σε lumens
- III. Η ηλεκτρική κατανάλωση του λαμπτήρα σε Watt
- IV. Η μέση διάρκεια ζωής σε ώρες



Σχήμα 2.10: Ενεργειακή ετικέτα λαμπτήρων

2.2 Σκίαση

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος προστασίας ενός κτιρίου, από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, είναι η σκίαση. Το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας από την ψύξη, κυμαίνεται γύρω στο 20-30%. Ο σκοπός της σκίασης είναι η ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων ηλιακών κερδών και η παράλληλη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού.



Εικόνα 2.1: Κλίση της τροχιάς του ήλιου ανά εποχή. Πηγή: ΚΑΠΕ

Ο βαθμός και ο τύπος της αναγκαίας σκίασης εξαρτάται από τη θέση του ηλίου, την τοποθεσία και τη γεωμετρία του τμήματος που πρέπει να σκιάζεται. Είναι περισσότερο απαραίτητη κατά τους θερινούς μήνες.

Η νότια πλευρά του κτιρίου προστατεύεται πιο εύκολα, καθώς το καλοκαίρι, η ηλιακή δέσμη βρίσκεται υψηλότερα σε σχέση με το χειμώνα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα απαιτούν μεγαλύτερη προστασία, καθώς ο ήλιος είναι χαμηλά στον ουρανό όταν είναι στην ανατολή ή τη δύση και ένα μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας φτάνει σε αυτά τα παράθυρα.

Υπάρχουν διάφορων ειδών σκίαστρα, σταθερά ή ρυθμιζόμενα, συμπαγή ή διάτρητα:

Η σταθερή σκίαση περιλαμβάνει τον πρόβολο. Στα νότια ανοίγματα τοποθετείται οριζόντιος πρόβολος, ώστε να μπορεί να εκμεταλλευθεί την ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλότερα. Το βάθος του προβόλου καθορίζεται από την απόσταση του από το παράθυρο και το ύψος του ανοίγματος. Στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα τοποθετούνται κατακόρυφα πετάσματα. Η διαστασιολόγησή τους γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το πλάτος και το ύψος του ανοίγματος και τα διαγράμματα τροχιάς του ήλιου.



Εικόνα 2.2: Σκίαση με πέργκολα. Πηγή: ΚΑΠΕ

Για τη σκίαση μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης κινητά πετάσματα, εφόσον η θέση του ήλιου μεταβάλλεται. Η ρυθμιζόμενη σκίαση είναι προτιμότερη, καθώς μπορεί να ακολουθεί

τις ηλιακές και κλιματικές εποχές. Περιλαμβάνει τέντες, στόρια, ενετικά στόρια, ρολά και κουρτίνες. Εκτός από τη ρύθμιση του φωτός και την προστασία από την υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες, η ρυθμιζόμενη σκίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί το χειμώνα (πχ κατά τις βραδινές ώρες) για αύξηση της θερμομόνωσης.

Προτιμάται η εξωτερική σκίαση, ώστε να ανακλάται μεγαλύτερο ποσοστό του φωτός πριν φτάσει στα τζάμια. Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται εσωτερικά ανακλαστικά πετάσματα ή πετάσματα τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο στρωμάτων γυαλιού σε διπλό τζάμι. Προτείνεται η χρήση εξωτερικών σκιάστρων σε συνδυασμό με εσωτερικές κουρτίνες, τα οποία συμπληρώνουν τη λειτουργία της σκίασης όταν δεν επαρκεί, ενώ παράλληλα συντελούν στην αποφυγή της θάμβωσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρωματισμός και το είδος της επιφάνειας των σκιάστρων παίζουν ρόλο στην αποτελεσματικότητά του.



Εικόνα 2.3: Σκίαση με στόρια. Πηγή: ΚΑΠΕ

Τέλος, η βλάστηση μπορεί να συνεισφέρει στο σκιασμό του κτιρίου. Ειδικά η χρήση φυλλοβόλων δέντρων, σε κατάλληλες θέσεις, ανακόπτουν την πορεία των ακτίνων του ηλίου κατά τη διάρκεια του θέρους μειώνοντας έτσι την ημερήσια θερμοκρασία, ενώ το χειμώνα αφήνουν την ηλιακή ακτινοβολία να περάσει ανεμπόδιστα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, εμποδίζουν τη διαφυγή της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος που εκπέμπεται από το έδαφος αυξάνοντας έτσι τη μέση θερμοκρασία.

2.3 Δροσισμός

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι:

Η ηλιοπροστασία (σκίαση) του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτιρίου, σκίαστρα μόνιμα ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κ.λ.π.).

Ο φυσικός αερισμός με κατάλληλο σχεδιασμό, λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος και θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Ο νυχτερινός διαμετρής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

Η χρήση ανεμιστήρων οροφής ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα στο περιβάλλον. Έναντι των ανεμιστήρων δαπέδου είναι πολύ πιο αποτελεσματικοί, γιατί έχουν την ικανότητα να αναδύουν κατακόρυφα -ακολουθώντας τη στάση του ανθρώπινου σώματος

όταν αυτό βρίσκεται σε όρθια θέση- τα ψυχρά και θερμά ρεύματα αέρα μέσα στο δωμάτιο. Σε σχέση με τα κλιματιστικά, οι αριθμοί δεν αφήνουν περιθώρια παρερμηνείας: συγκρίνοντας ένα μέσο μοντέλο ανεμιστήρα οροφής των 50 W με ένα κλιματιστικό των 9.000 Btu, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι 55 γραμμάρια και 980 γραμμάρια την ώρα αντίστοιχα, σύμφωνα με την Greenpeace.

Μείωση των εσωτερικών κερδών του κτιρίου (θερμότητα που παράγεται από τις ηλεκτρικές, κυρίως συσκευές).

Άλλες μέθοδοι παθητικού δροσισμού, πιο σύνθετες και όχι τόσο ευρείας εφαρμογής, που επιφέρουν επιπρόσθετα οφέλη ψύξης, είναι:

Θερμική προστασία του κτιριακού περιβλήματος με τεχνικές όπως φυτεμένο δώμα, αεριζόμενο κέλυφος, ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών, φράγμα ακτινοβολίας.

Πύργοι αερισμού ή ηλιακές καμινάδες για την ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού

Δροσισμός με εξάτμιση νερού με τεχνικές όπως: επιφάνειες νερού, πύργος δροσισμού, ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης), ή και βλάστηση (μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών)

Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας στην ατμόσφαιρα με ακτινοβολία στο νυχτερινό ουρανό

Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή, (υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια, ή υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους-αέρα).

2.4 Φυσικός φωτισμός

Φυσικός και τεχνητός φωτισμός πρέπει να εξασφαλίζουν την οπτική άνεση σε ένα χώρο, το οποίο σημαίνει επαρκής ποσότητα φωτισμού και καλή ποιότητα φωτισμού(καλή κατανομή, αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, κατεύθυνση φωτισμού, κατάλληλο contrast)

Στον τεχνητό φωτισμό οφείλεται το 12% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια (Σχήμα 2.4).

Είναι δυνατή η μείωση του ποσοστού αυτού κατά 30-50% μέσω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και της βελτίωσης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού έτσι ώστε ,αφενός, να μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση από τους λαμπτήρες και αφετέρου να μειώνεται η κατανάλωση των κλιματιστικών λόγω του λιγότερου ψυκτικού φορτίου.

2.4.1 Παράγοντες και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους. Αυτά επιτυγχάνονται συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας.

Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως. Οι απαιτήσεις είναι ανάλογες με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Η επαρκής ποσότητα και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτισμού πραγματοποιείται από τα ανοίγματα στην τοιχοποιία και στην οροφή (Εικόνα 2.4) ,τα αίθρια, τους φωταγωγούς και τα διαφανή μονωτικά υλικά(πχ υαλότουβλα). Εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, τον περιβάλλοντα χώρο του, τα είδη των υαλοπινάκων (τζάμια) ,από την ύπαρξη

ανακλαστήρων(ράφια φωτισμού),ανακλαστικών περσίδων και φωτοσωλήνων καθώς και από το χρωματισμό των εσωτερικών επιφανειών.



Εικόνα 2.4: Είσοδος φυσικού φωτισμού από θόλο. Πηγή: ΚΑΠΕ

Όσον αφορά στο χρωματισμό των εσωτερικών επιφανειών, τα σκούρα χρώματα είναι δυνατόν να μειώσουν το φωτισμό ενός χώρου κατά 50%. Προτιμώνται λοιπόν ανοιχτά χρώματα τα οποία έχουν μεγάλο συντελεστή ανάκλασης και διάχυσης του φωτός. Ενδεικτικός συνδυασμός χρωμάτων περιλαμβάνει λευκό χρώμα για την οροφή, μπλε για τους τοίχους και πλακάκια μεσαίων τόνων για το δάπεδο.

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

1. Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
2. Πλαίσιο
3. Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

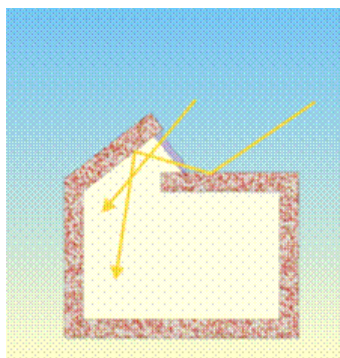
Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

2.4.2 Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού.

- I. Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα-φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων
- II. Ανοίγματα οροφής
- III. Αίθρια
- IV. Φωταγωγοί
- V. Ειδικοί Υαλοπίνακες
- VI. Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά
- VII. Διαφανή μονωτικά υλικά
- VIII. Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες, περσίδες
- IX. Σκίαστρα

Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής αποτελούν ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία. Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φως από τον ουράνιο θόλο. Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους. Μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες. (Εικόνες 2.5, 2.6).



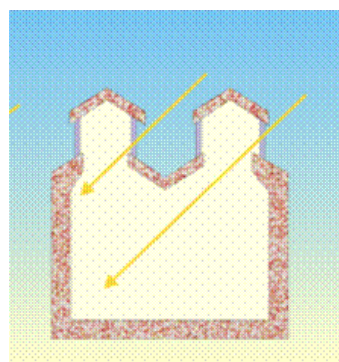
Εικόνα 2.5: Άνοιγμα οροφής με ανάκλαση. Πηγή: ΚΑΠΕ

Στα ανοίγματα οροφής συνιστάται εν γένει να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας / εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα.

Τα συστήματα αυτά, ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά.

Η τελική επιλογή ενός τέτοιου συστήματος γίνεται με κριτήρια που αφορούν τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και τα οφέλη κόστους τους.

Τα οριζόντια ανοίγματα οροφής έχουν το μειονέκτημα ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα και για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού.



Εικόνα 2.6: Άνοιγμα οροφής χωρίς ανάκλαση. Πηγή: ΚΑΠΕ

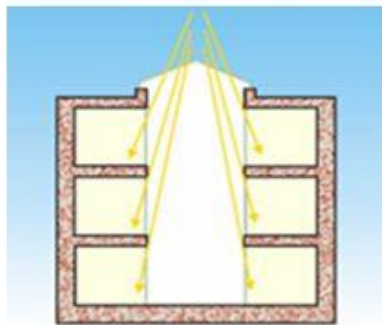
Αίθρια

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας καθώς:

-Επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου (Εικόνα 2.7).

- Βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα).
- Παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).

Ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αιθρίου και τα οπτικά χαρακτηριστικά των επιφανειών του (ανακλαστικότητα των τοίχων και του δαπέδου, οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο ή και στην οροφή), επηρεάζεται και η στάθμη φωτισμού των χώρων.

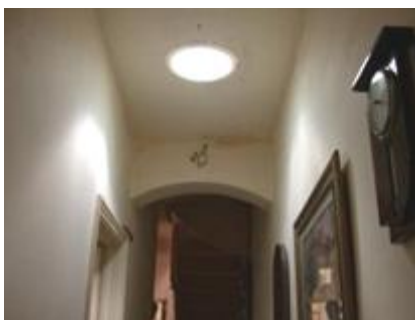


Εικόνα 2.7 : Τύποι αιθρίων. Πηγή: ΚΑΠΕ

Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κατά το σχεδιασμό των αιθρίων να συνυπολογίζονται οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών αυτών στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων, πάντα σε συνδυασμό με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Φωταγωγοί-Φωτοσωλήνες

Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Παράδειγμα φωταγωγού. ΠΗΓΗ: CLEAR (Comfortable Low Energy ARchitecture) multimedia teaching package for daylighting and the achievement of comfort through energy efficient design in architecture

Η απόδοσή των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Για ακόμα μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να συνοδεύονται από ηλιοστάτη (συσκευή η οποία φέρει καθρέπτη και η οποία ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια τις ημέρας. Εικόνα 2.9).

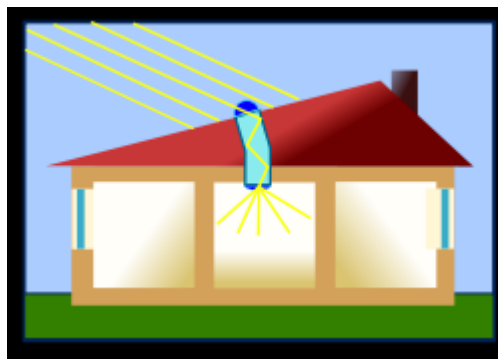


Εικόνα 2.9: Φωταγωγοί με ηλιοστάτη. ΠΗΓΗ: SolaLighting Limited Sales & marketing UK & Eire for Solatube® tubular skylights

Για το φωτισμό ενός ή και περισσότερων ορόφων μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες-φωταγωγοί (φωτο-σωλήνες). Η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτο-σωλήνα, ανάλογα με τον τύπο και τον κατασκευαστή (Εικόνες 2.10, 2.11)



Εικόνα 2.10: Φωτοσωλήνας.Πηγή: Iorhellas



Εικόνα 2.11:Παράδειγμα φωτοσωλήνα σε σκεπή. Πηγή: Iorhellas

Απόδοση φωτοσωλήνων για καθαρό ουρανό στους θερινούς μήνες (πίνακας 2.2).

Για χώρο 50 m² ένας φωτοσωλήνας μήκους 15m εξασφαλίζει 15.000 lumens ή αλλιώς 15.000 lumens/ 50 m²=300lux, δηλαδή φωτισμός παραπάνω από επαρκής για το δωμάτιο αυτό

Πίνακας 2.2: Απόδοση φωτοσωλήνων για καθαρό ουρανό στους θερινούς μήνες.Πηγή: Solarlight®

LW type	lighting area (m2)	max lenght of tubes	performance (lumens)
Lightway Crystal 400	19	10	5 700
Lightway Silver 600	50	15	15 000
Lightway Silver 800	107	25	32 000

Ειδικοί υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες. Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

Ανακλαστικοί υαλοπίνακες : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια. (Εικόνα 2.12)

Έγχρωμοι υαλοπίνακες : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Απορροφητικοί υαλοπίνακες : Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες : Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

Ηλεκτροχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

Φωτοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.

Θερμοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.

Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

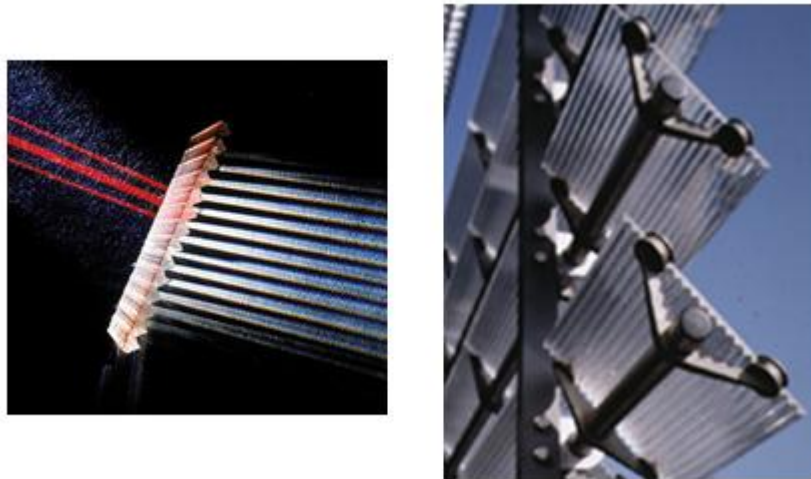
Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.



Εικόνα 2.12: Ανακλαστικοί υαλοπίνακες. Πηγή: ΚΑΠΕ

Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και, αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Εν γένει είναι ημιδιαφανή και άρα δεν συνιστώνται εκεί που είναι επιθυμητή η θέα προς τα έξω. (Εικόνα 2.13)



Εικόνα 2.13: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά. Πηγή: ΚΑΠΕ

Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε ως αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.

Διαφανή μονωτικά υλικά

Είναι φωτοδιαπερατά υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, τα οποία αντικαθιστούν τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας. (εικόνα 2.14)

Η διαφανής μόνωση εν γένει είναι διαχυτική και έχει πολύ καλές οπτικές ιδιότητες. Επίσης συνδυάζει τις θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες).

Η διαφανής μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους ή και οροφές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαφανών μονωτικών υλικών, τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων.

Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45% και του 80% (με μια μείωση της τάξης του 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα).



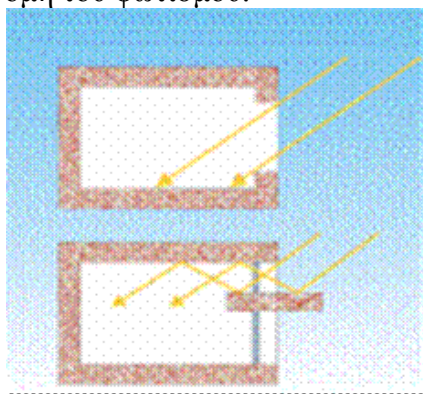
Εικόνα 2.14: Διαφανή μονωτικά ΠΗΓΗ: www.tsb.wetterau.de

Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, με ανακλαστική επιφάνεια. Αυτά στερεώνονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων και κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του κτιρίου (Εικόνα 2.15).

Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, αυξάνοντας τη στάθμη του φωτισμού σε απομακρυσμένες από τα παράθυρα ζώνες, μειώνοντας παράλληλα τη στάθμη φωτισμού στη ζώνη των παραθύρων.

Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. Η χρήση τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εργασιακούς χώρους, όπου απαιτείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού.



Εικόνα 2.15: Ράφια φωτισμού .ΠΗΓΗ:www.nulightsolutions.com

Ανακλαστικές περσίδες

Είναι κινητά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών κουφωμάτων(κατά προτίμηση στην οροφή). Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (Εικόνα 2.16). Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές καθώς επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

Τόσο τα ράφια φωτισμού, όσο και οι περσίδες μπορούν και πρέπει να εξασφαλίζουν και την απαιτούμενη, για λόγους θερμικής προστασίας, σκίαση των χώρων, αλλά και τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό.



Εικόνα 2.16: Ανακλαστικές περσίδες. ΠΗΓΗ: www.nulightsolutions.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

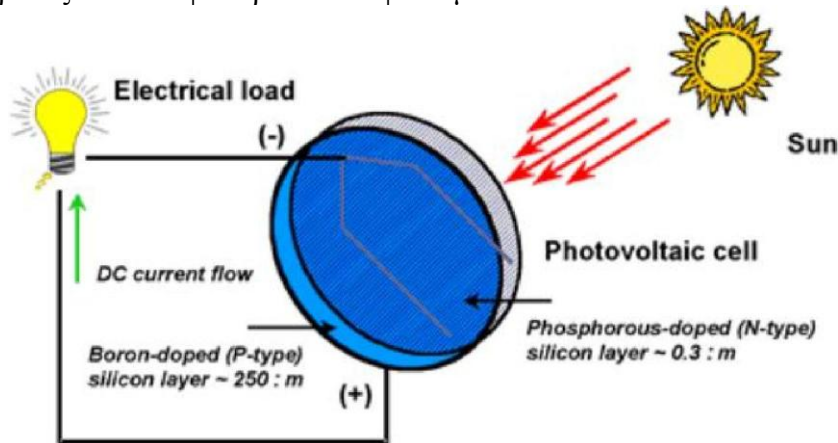
3.1 Φωτοβολταϊκά

3.1.1 Γενικά

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν διατάξεις άμεσης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.Είναι μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ειδικά στην Ελλάδα, καθώς παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα με μοναδικό αναλώσιμο την ηλιακή ενέργεια.(Σχήμα 3.1)

Το φ/β στοιχείο

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια απαρτίζονται από φωτοβολταϊκά στοιχεία (κυψέλες), των οποίων η λειτουργία βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

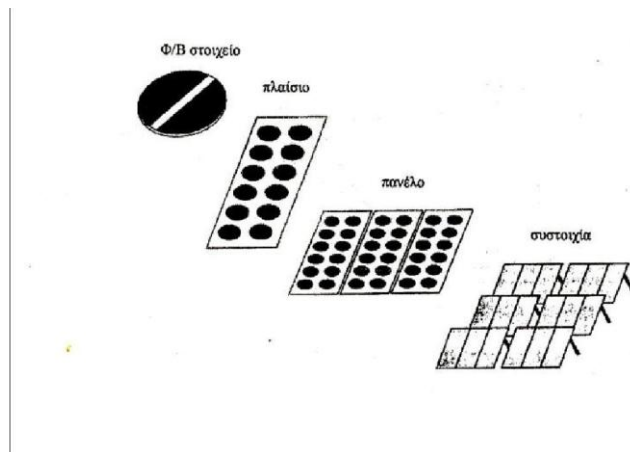


Σχήμα 3.1: Από την ηλιακή ενέργεια στην ηλεκτρική.

Το τυπικό φωτοβολταϊκό στοιχείο κατασκευάζεται από πυρίτιο (Si). Συγκεκριμένα πρόκειται για την επαφή ενός λεπτού στρώματος ημιαγωγού Si τύπου η και ενός παχύτερου στρώματος ημιαγωγού Si τύπου ρ που αποτελεί τη βάση του στοιχείου. (Οι ημιαγωγοί τύπου ρ και η κατασκευάζονται νοθεύοντας το πυρίτιο με Βόριο (B) η Φωσφόρο (Ph) αντίστοιχα. Ο ημιαγωγός πυριτίου τύπου ρ έχει καλύτερης ποιότητας κρύσταλλο από τον τύπου η για την ίδια συγκέντρωση προσμίξεων γι' αυτό το τοποθετείται στην πλευρά του φωτοβολταϊκού όπου δεν προσπίπτει η φωτεινή ακτινοβολία και στην οποία συντελείται το μεγαλύτερο μέρος της φωτοδημιουργίας.)

Στην εμπρόσθια και την οπίσθια όψη του φωτοβολταϊκού στοιχείου, κατασκευάζονται μεταλλικές επαφές (αρνητικό και θετικό ηλεκτρόδιο αντίστοιχα) , οι οποίες συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα κατά την τοποθέτηση των στοιχείων στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο, ενώ η εμπρόσθια όψη είναι καλυμμένη με αντανάκλαστικό επίστρωμα, για μέγιστη απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και από διαφανές προστατευτικό υλικό, γυαλί ή πλαστικό.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (cells) συνδέονται, σχηματίζοντας πλαίσια (modules). Το πλαίσιο είναι η μονάδα φ/β που διατίθεται στο εμπόριο. Τα πλαίσια συνδυαζόμενα σχηματίζουν φ/β πανέλο (panel). Περισσότερα πανέλα σχηματίζουν συστοιχία φ/β (Σχήμα 3.2).

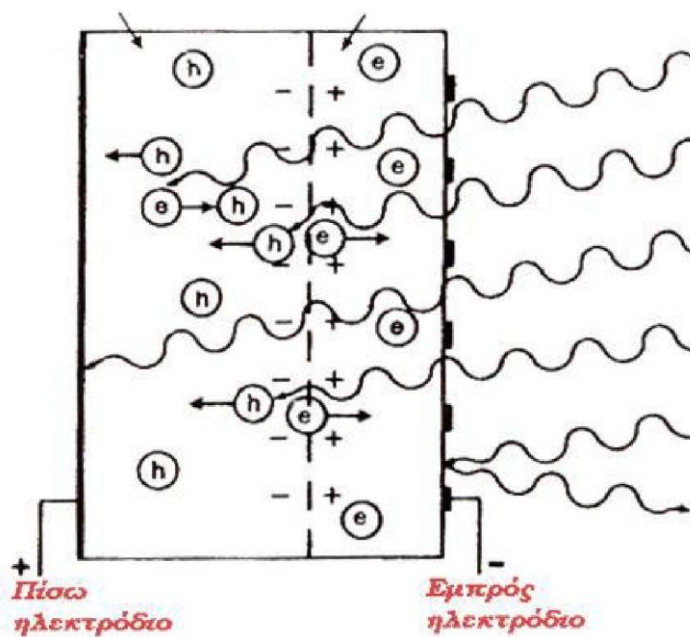


Σχήμα 3.2: Από το φωτοβολταϊκό στοιχείο στη συστοιχία.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει ισχύ περίπου 1 W και τάση 1.5V

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός φ/β πλαισίου είναι η μέγιστη αποδιδόμενη ισχύς που ονομάζεται ισχύς αιχμής $P_p(W_p)$ ή peak power. Αυτό προσδιορίζεται για ένταση ηλιακής ακτινοβολίας $1kW/m^2$ και θερμοκρασία στοιχείου $25^{\circ}C$. Συνήθως, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία η αποδιδόμενη ισχύς μειώνεται κατά 0,4% για κάθε βαθμό κελσίου πάνω από τους $25^{\circ}C$.

Το φ/β φαινόμενο



Σχήμα 3.3: Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

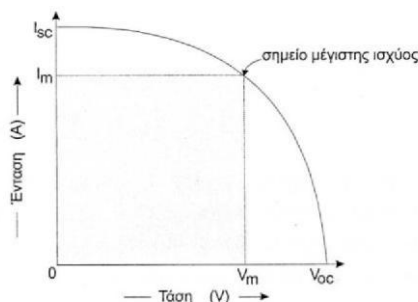
Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839.

Στο στρώμα τύπου n υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια ενώ στο στρώμα τύπου p οπές. Οπότε, όταν τα αρχικά ηλεκτρικώς ουδέτερα στρώματα ημιαγωγών ενωθούν, ηλεκτρόνια από τον ημιαγωγό τύπου n μεταφέρονται στον ημιαγωγό τύπου p επανασυνδεόμενα με τις οπές. Το αποτέλεσμα είναι στην περιοχή της ένωσης να δημιουργείται διαφορά δυναμικού όπως στο σχήμα 3.3 (περίπου 0.5eV)

Κατά την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο φ/β στοιχείο, κάθε φωτόνιο που διαθέτει ενέργεια μεγαλύτερη του ενεργειακού διακένου του πυριτίου Si (1,1eV) μπορεί να απορροφηθεί από ένα άτομο πυριτίου, δημιουργώντας ένα ζεύγος οπής-ηλεκτρονίου. Αν

αυτοί οι φορείς βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n διαχωρίζονται υπό την επίδραση του δυναμικού, με το ηλεκτρόνιο κατευθυνόμενο στον ημιαγωγό τύπου n και την οπή στον ημιαγωγό τύπου p. Κατ'αυτόν τον τρόπο δημιουργείται φωτόρευμα.

Η μέγιστη ισχύς του φωτοβολταϊκού στοιχείου προσδιορίζεται από τη γραφική παράσταση I-V. (Σχήμα 3.4)



Σχήμα 3.4: Ένταση ως συνάρτηση της τάσης φωτορεύματος.

Απόδοση των φ/β πλαισίων

Ο βαθμός απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου ισούται με το λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (P_{max}) προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του A και δίνεται από την εξίσωση :

$$\eta = \frac{P_{max}(W)}{H\left(\frac{W}{m^2}\right) * A(m^2)}$$

όπου H : η πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια του φ/β πλαισίου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης είναι οι εξής:

Θερμοκρασία .Με αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται η απόδοση του φ/β.

Σκόνη που επικάθεται στο φ/β.

Το είδος των φωτονίων που προσπίπτουν. Καθαρότερη UV ακτινοβολία συνεπάγεται καλύτερη απόδοση.

Η ποιότητα του γυαλιού που καλύπτει το φ/β. Δεν πρέπει να παρουσιάζει μεγάλη απορρόφηση στην περιοχή της UV ακτινοβολίας

Η κλίση του φωτοβολταϊκού πάνελ

Η σκουριά που αναπτύσσεται στα σημεία επαφής των αντιστάσεων. Η σκουριά μειώνει το βαθμό απόδοσης

Το είδος των καλωδιώσεων.

3.1.2 Είδη φ/β στοιχείων

Υπάρχουν διάφορα είδη φωτοβολταϊκών στοιχείων , ανάλογα με τη μορφή του πυριτίου, με διαφορετικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενος και ο βαθμός απόδοσης.

Το πυρίτιο απαντάται σε τρεις μορφές

- 1.Μονοκρυσταλλικό
- 2.Πολυκρυσταλλικό και
- 3.Άμορφο

Αντίστοιχα κατασκευάζονται φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, πολυκρυσταλλικού και άμορφου.

Φωτοβολταϊκό κύτταρο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Το φ/β στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι το καταλληλότερο για Φ/Β εγκαταστάσεις από άποψη απόδοσης αξιοπιστίας και σταθερότητας, λόγω της ομοιόμορφης κρυσταλλικής δομής του. Η απόδοση του σε βιομηχανική μορφή κυμαίνεται στο 15-16%, 20% το πολύ, ενώ σε εργαστηριακό επίπεδο φτάνει το 24%.

Το βασικό μειονέκτημά του είναι ότι παρουσιάζει υψηλότερο κόστος κατασκευής, καθώς απαιτείται κρύσταλλος πολύ υψηλής καθαρότητας και μεγαλύτερη ποσότητα υλικού, λόγω του πάχους του στοιχείου. Το πάχος της φέτας δεν μπορεί να είναι λιγότερο από 200 μm , καθώς υπάρχει κίνδυνος θραύσης κατά την κοπή και την επεξεργασία. Ο κρύσταλλος έχει χρώμα σκούρο μπλε και ομοιόμορφο σχηματισμό, ενώ τα κύτταρα του φωτοβολταϊκού παρουσιάζουν το σχήμα της εικόνας, το οποίο οφείλεται στη μέθοδο κατασκευής του. Παρασκευάζεται με την μέθοδο Czochralski και τη μέθοδο επιπλέουσας ζώνης και τεμαχίζεται σε φέτες (wafers) πάχους 200-400 μm



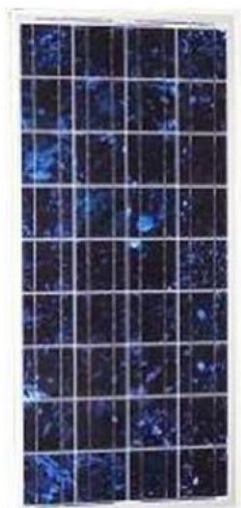
Εικόνα 3.1: Φωτοβολταϊκό κύτταρο μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Πηγή: <http://www.energotechniki.gr/site/>

Φωτοβολταϊκό κύτταρο πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Η απόδοση των πολυκρυσταλλικών φ/β στοιχείων είναι μικρότερη από την απόδοση των μονοκρυσταλλικών αλλά μεγαλύτερη από του άμορφου πυριτίου. Κυμαίνεται στο 10-14% σε μορφή πλαισίου και 17-20% εργαστηριακά.

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές(σε αυτό οφείλεται και το χαρακτηριστικό ιριδίζον χρώμα του κρυστάλλου.) Τα όριά τους αποτελούν θέσεις παγίδευσης των φορέων. Όσο μικρότερο είναι το συνολικό μήκος των οριακών περιοχών και μεγαλύτερες οι διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση των φ/β κυττάρων.

Οι βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης, η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC. Η παραγωγή τους είναι λιγότερο δαπανηρή από του μονοκρυσταλλικού πυριτίου ενώ παράλληλα παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και μπορούν να κοπούν σε φέτες (wafers) μεγαλύτερου πάχους.



Εικόνα 3.2: Φωτοβολταϊκό κύτταρο πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Πηγή:
<http://www.energotechniki.gr/site/>

Φωτοβολταϊκό κύτταρο άμορφου πυριτίου (ή λεπτού υμενίου)

Τα Φ/Β άμορφου πολυκρυσταλλικού πυριτίου παρουσιάζουν αισθητά χαμηλότερη απόδοση η οποία κυμαίνεται για το πλαίσιο από 6 έως 8%, ενώ στο εργαστήριο έχει επιτευχθεί απόδοση μέχρι 14%. Η χαμηλή τους απόδοση απαιτεί μεγαλύτερη επιφάνεια κάλυψης σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά φ/β. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι η μικρή διάρκεια εγγύησης που δίνουν οι κατασκευαστές.

Ωστόσο το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για την κατασκευή φ/β στοιχείων. Το ενεργειακό του διάκενο κυμαίνεται από 1.2 μέχρι 1.6 eV , μεγαλύτερο δηλαδή από τα 1.1 eV που είναι το ενεργειακό διάκενο του κρυσταλλικού πυριτίου. Η μεγαλύτερη απορρόφηση του έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση λεπτότερου στρώματος ημιαγωγού, μειώνοντας έτσι το κόστος του φ/β κυττάρου.

Δύο ακόμη πλεονεκτήματα του άμορφου πυριτίου είναι η μικρότερη εξάρτηση της απόδοσης του από τη θερμοκρασία καθώς και η αξιοποίηση της απόδοσης του σε σχέση με τα κρυσταλλικά φ/β, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά). Για τα στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας είναι της τάξης των 100Wp/m². Για το αντίστοιχο στοιχείο άμορφου πυριτίου η τιμή είναι 2,5 φορές μικρότερη.



Εικόνα 3.3: Φωτοβολταϊκό κύτταρο άμορφου πυριτίου (ή λεπτού υμενίου). Πηγή:
<http://www.energotechniki.gr/site/>

Η επιλογή ανάμεσα στους διάφορους τύπους των φωτοβολταϊκών γεννητριών εξαρτάται από τη διαθέσιμη έκταση, τις κλιματολογικές συνθήκες αλλά και το κεφάλαιο που είναι πρόθυμος να διαθέσει ο επενδυτής. Οι τρεις βασικές τεχνολογίες που κυκλοφορούν στο εμπόριο παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1:

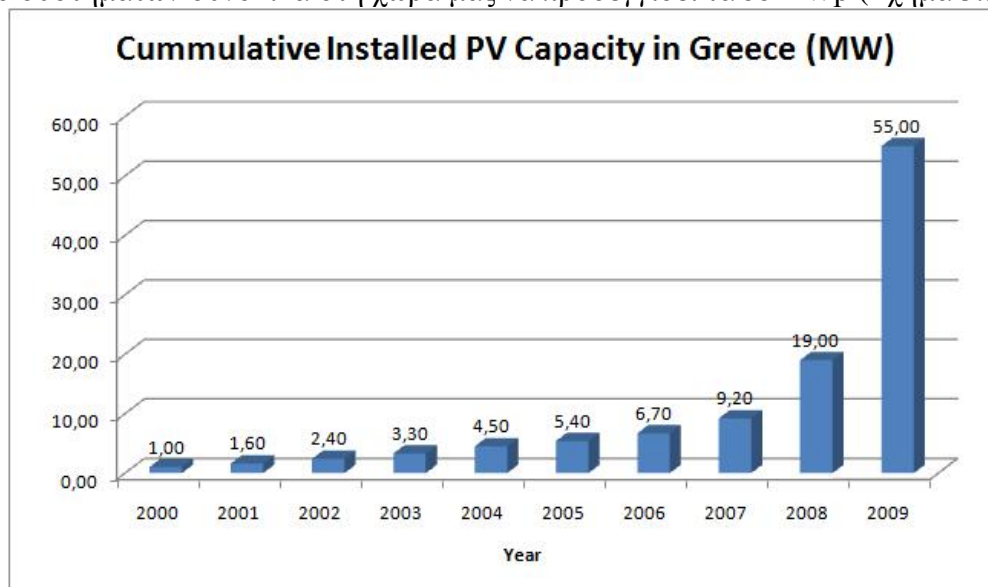
Πίνακας 3.1: Απόδοση τύπων φωτοβολταϊκών ανά μονάδα επιφάνειας.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΛΕΠΤΟΥ ΥΜΕΝΙΟΥ	ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙ ΚΑ	ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛ ΙΚΑ
Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας	4,5 – 11%	11-16%	11-19%
Απαιτούμενη επιφάνεια για ισχύ 1kWp	9-25m ²	8-14m ²	7 – 14 m ²

3.1.3 Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα.

Από την ψήφιση του νόμου 3468/2006 («Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (Φ.Ε.Κ. Α' 129/27.06.2006)) και έπειτα, άρχισε να αναπτύσσεται αισθητά ο τομέας των επενδύσεων σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στη χώρα μας. Ο πιο πρόσφατη ψήφιση του νόμου για τις Α.Π.Ε. (3851/2010 ΦΕΚ 85Α'/4.6.2010) απλοποίησε τις διαδικασίες αδειοδότησης εγκαταστάσεων σε οικοπέδα και στέγες κτιρίων προσδίδοντας στην αγορά μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης και καθιστώντας τον στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για κάλυψη του 20% των αναγκών μέχρι το 2020 από Ανανεώσιμες Πηγές εφικτό.

Το 2009 προστέθηκαν περίπου 36MW στο δίκτυο με αποτέλεσμα η εγκατεστημένη ισχύς των φ/β συστημάτων συνολικά στη χώρα μας να προσεγγίσει τα 55MWp (Σχήμα 3.5).

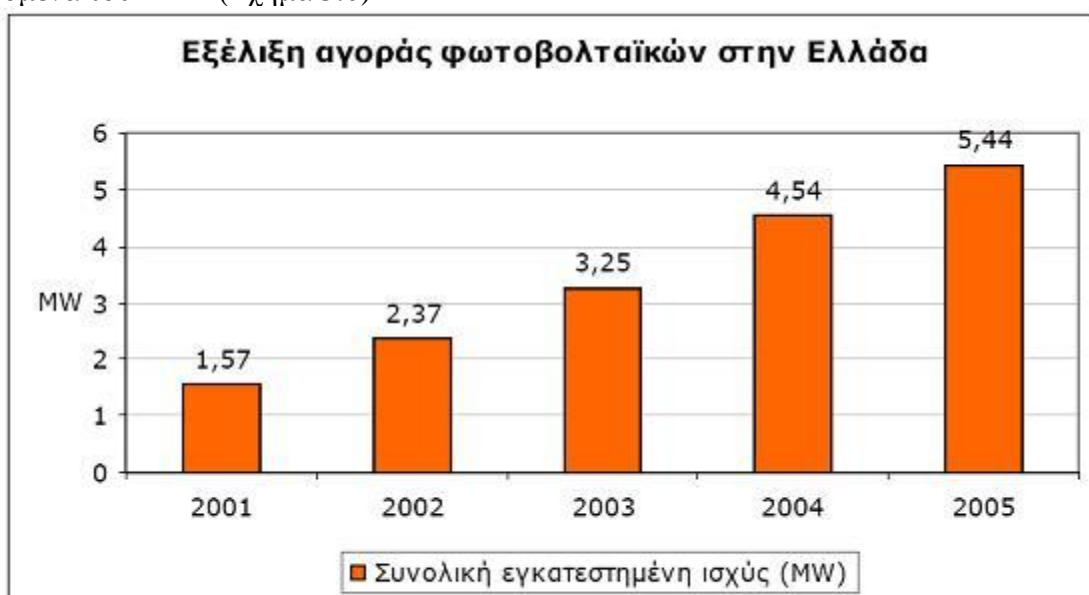


Σχήμα 3.5: Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα. Πηγή: ΚΑΠΕ (παρουσίαση Ι. Νικολετάτος).

Πίνακας 3.2: Εγκατεστημένη ισχύς φ/β (MWp) Πηγές: ΔΕΗ, ΔΕΣΜΗΕ. Στα παραπάνω νούμερα περιλαμβάνονται και τα συστήματα σε μη διασυνδεδεμένα νησιά.

2011 α' τρίμηνο	Σύνολο
Νέα εγκατεστημένη ισχύς φ/β (MWp)	75,7
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φ/β διασυνδεδεμένων στο δίκτυο (MWp)	274,2
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φ/β περιλαμβανομένων των αυτόνομων (MWp)	281,1

Σημείωση: Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία από το 2005 και ύστερα παρατηρείται εξαιρετική άνοδος της εγκατεστημένης ισχύος. Απόδειξη αποτελούν τα παλαιότερα δεδομένα του ΣΕΦ (Σχήμα 3.6)



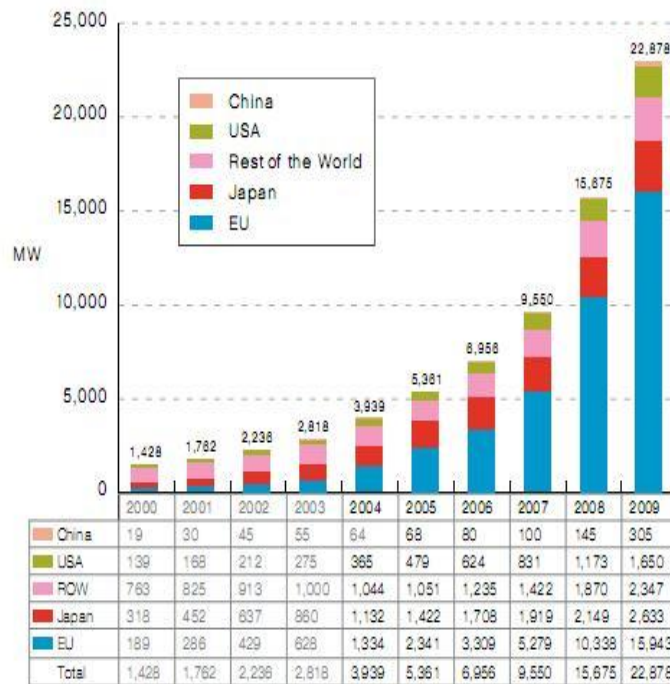
Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ), www.helapco.gr

Σχήμα 3.6: Εξέλιξη αγοράς φ/β στην Ελλάδα.

Το 2005 είχαμε αύξηση της παραγωγής φωτοβολταϊκών στα 1,8 GWp (σύμφωνα με το περιοδικό Photon International) χάριν στη αποδοτικότερη χρήση της πρώτης ύλης αλλά και την αύξηση παραγωγής φωτοβολταϊκών λεπτών υμενίων.

Σχετικά με την παγκόσμια αγορά:

Στο σχήμα 3.7 φαίνεται η σωρευτική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών στις σημαντικότερες αγορές του κόσμου, έως το 2009.



Σχήμα 3.7: Εγκατεστημένη φ/β ισχύς παγκοσμίως. Πηγή: European Photovoltaic Industry Association - EPIA

3.1.4 Φωτοβολταϊκά και περιβάλλον

Η καταστροφή που έχει υποστεί το περιβάλλον μέχρι σήμερα, και συνεχίζει ακόμα να συμβαίνει, είναι γεγονός πλέον γνωστό και αδιαμφισβήτητο. Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ανανεώσιμες πηγές φέρνει ελπιδοφόρα μηνύματα προς αυτήν την κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων που κατακτά ολοένα και περισσότερο την αγορά ενέργειας υποκαθιστά συμβατικούς τρόπους παραγωγής με μία φιλική προς τη φύση και μηδενικά ρυπογόνα μέθοδο.

Ένας φωτοβολταϊκός σταθμός αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, πόρο ανεξάντλητο, καθαρό και διαθέσιμο ελεύθερα, που προσπίπτει στις γεννήτριες μετατρέποντάς την βάσει του φωτοβολταϊκού φαινομένου σε κατάλληλης μορφής ηλεκτρική για άμεση εκμετάλλευση.

Συγχρόνως, η ύπαρξη μικρών, διάσπαρτων τέτοιων ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών εξυπηρετεί την αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας επιτρέποντας την αποφυγή μεγάλων χρηματικά επενδύσεων σε σταθμούς αλλά και σε γραμμές μεταφοράς. Επιπλέον το γεγονός ότι οι ημερήσιες αιχμές της ζήτησης ενέργειας συμπίπτουν χρονικά με τη μέγιστη ηλιοφάνεια και άρα μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής από φωτοβολταϊκά, προσθέτει ακόμη ένα πλεονέκτημα αφού έτσι εξομαλύνονται οι αιχμές φορτίου, αποφεύγονται οι πτώσεις ρεύματος και άρα μειώνεται το συνολικό κόστος της ηλεκτροπαραγωγής. Ιδιαίτερα στην περιοχή της Ελλάδος, φωτοβολταϊκός σταθμός ισχύος 1MW μπορεί και υποκαθιστά, τους καλοκαιρινούς μήνες ακόμη και 0,8MW ισχύ μίας συμβατικής μονάδας. (πηγή ΣΕΦ)



Εικόνα 3.1: Παράδειγμα εγκατάστασης φβ σε ταράτσα. Πηγή ΣΕΦ



Εικόνα 3.2: Παράδειγμα εγκατάστασης φβ σε σκεπή. Πηγή ΣΕΦ

3.2 Γεωθερμία

3.2.1 Βασικές έννοιες-ορισμοί της γεωθερμικής ενέργειας.

Ο ορισμός της Γεωθερμικής Ενέργειας, σύμφωνα με το ASTM E-957 (Standard Terminology Relating to Geothermal Energy), είναι αρκετά ευρύς: «η θερμική ενέργεια που περιέχεται στα πετρώματα και στα ρευστά της γης».

Όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις, το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, η οποία υπερβαίνει τους 5000 °C στον πυρήνα. Η θερμότητα αυτή που περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί την γεωθερμική ενέργεια και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα.

Πηγαίνοντας από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας με το βάθος, η οποία ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου 30 °C/ k m. Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση γήινη, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι ορίζοντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία, και εκεί η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα. (πηγή ΚΑΠΕ)

Πιο συγκεκριμένα:

Οι βασικές έννοιες και οι ορισμοί της γεωθερμικής ενέργειας είναι σύμφωνες με το Νόμο 3175/2003 (ΦΕΚ Α' 207) υπό τον τίτλο «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις».

Σκοπός του νόμου αυτού ήταν η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Γεωθερμικό δυναμικό είναι το σύνολο των γηγενών φυσικών ατμών, των θερμών νερών, επιφανειακών ή υπόγειων, και της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών, που υπερβαίνουν τους είκοσι πέντε βαθμούς Κελσίου (25°C).

Γεωθερμικό πεδίο είναι ο ενιαίος μεταλλευτικός χώρος μέσα στον οποίο εντοπίζεται αυτοτελές γεωθερμικό δυναμικό.

Προϊόν του γεωθερμικού πεδίου θεωρείται το αξιοποιήσιμο θερμοενεργειακό του περιεχόμενο.

Παραπροϊόντα θεωρούνται άλλα προϊόντα που συμπαράγονται εκτός από το θερμοενεργειακό περιεχόμενο του πεδίου.

Υποπροϊόν θεωρείται το γεωθερμικό ρευστό που απομένει, ύστερα από την απόληψη των κατά τα ανωτέρω προϊόντων και παραπροϊόντων.

Τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

Χαμηλής ενθαλπίας όταν η θερμοκρασία του προϊόντος κυμαίνεται από 25°C-90°C.

Υψηλής ενθαλπίας όταν η θερμοκρασία του προϊόντος υπερβαίνει τους 90°C.

Βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο είναι το πεδίο του οποίου τα χαρακτηριστικά είναι πιστοποιημένα με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας με ερευνητικές εργασίες. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και ο βαθμός αξιοπιστίας των εκτιμήσεων προκειμένου ένα γεωθερμικό πεδίο να χαρακτηριστεί βεβαιωμένο.

Πιθανό γεωθερμικό πεδίο είναι το πεδίο, του οποίου τα χαρακτηριστικά εκτιμώνται από προκαταρκτικά ερευνητικά έργα. Με την υπουργική απόφαση της προηγούμενης περιπτώσεως καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και ο βαθμός αξιοπιστίας των εκτιμήσεων προκειμένου ένα γεωθερμικό πεδίο να χαρακτηριστεί πιθανό.

Διαχείριση του γεωθερμικού πεδίου είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην παραγωγική εξόρυξη του γεωθερμικού ρευστού, την ορθολογική αξιοποίηση προϊόντος και παραπροϊόντων, τη διανομή και ελεύθερη διάθεσή του σε τρίτους για κάθε είδους εφαρμογές και την περιβαλλοντικά συμβατή διάθεση των υποπροϊόντων.

3.2.2 Γεωθερμικές πηγές του Ελλαδικού χώρου

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500m).

Η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας άρχισε ουσιαστικά το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών) 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: τα ηφαιστειακά νησιά του Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Κίμωλος, Σαντορίνη, Κως, Σαμοθράκη κ.ά) πολλές περιοχές στη Μακεδονία και τη Θράκη (Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο, Νέο Εράσμιο, Νέα Κεσσάνη, Τυχερό Έβρου κ.α), το Σουσάκι Κορινθίας, τα Καμένα Βούρλα, η Νότια Θεσσαλία, καθώς και οι ευρύτερες περιοχές κάθε μιας από τις 56 θερμές πηγές που υπάρχουν στην Ελλάδα.



Εικόνα 3.3: Γεωθερμικά πεδία στο νομό Φθιώτιδας. Πηγή ΙΓΜΕ

Στην Μήλο και Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής. Στη 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.



Εικόνα 3.4: Γεωθερμικές περιοχές στο Δέλτα του Νέστου. Πηγή ΙΓΜΕ

Στη Βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται κυρίως για θέρμανση, θερμοκήπια και ιχθυοκαλλιέργειες. Στη λεκάνη του Στρυμόνα έχουν εντοπισθεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών-Νιγρίτας, Λιθότροπου-Ηράκλειας, Θερμοπηγής-Σιδηρόκαστρο 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.

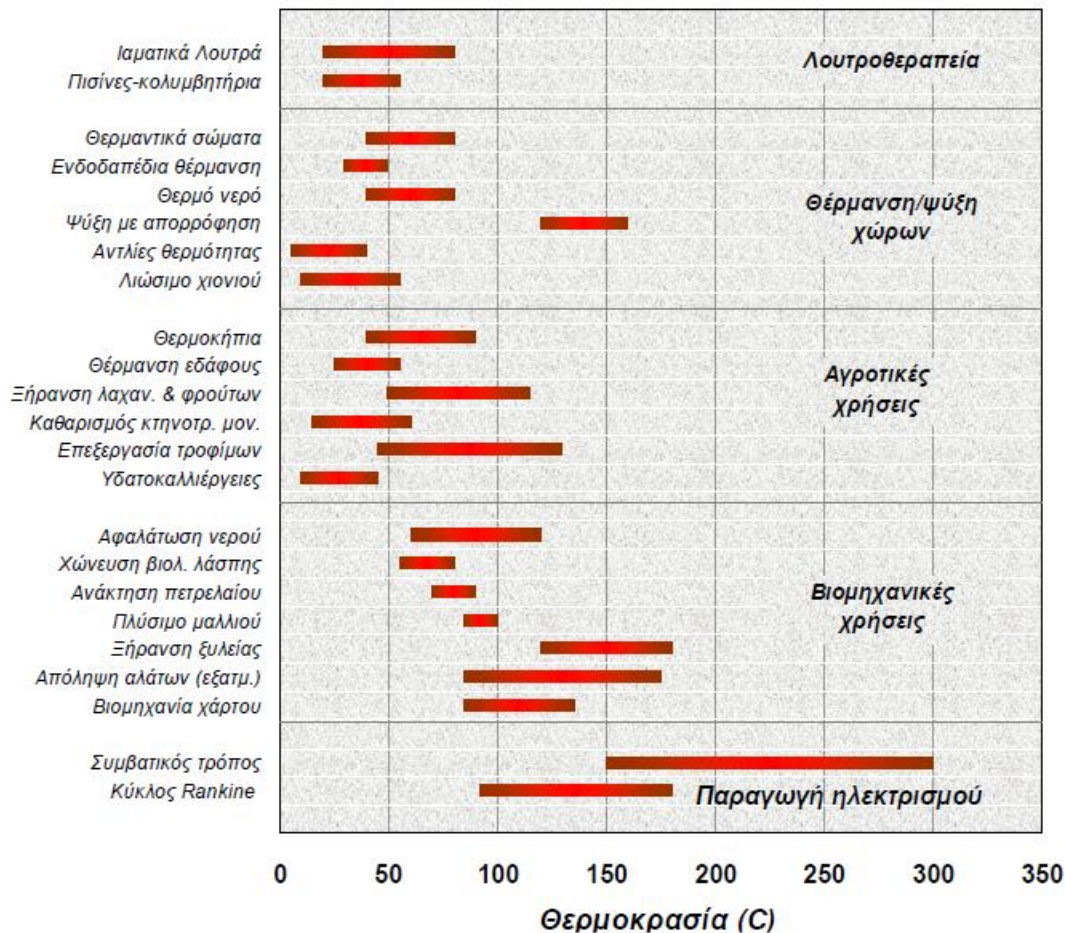
Στην λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπισθεί τρία πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56 °C. Στην Σαμοθράκη υπάρχουν ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς γεωτρήσεις βάθους μέχρι 100 μ. συνάντησαν νερά της τάξης των 100° C.

3.2.3 Γεωθερμικές εφαρμογές

Στην Ελλάδα, οι γεωθερμικές εφαρμογές εστιάζονται σε θερμικές χρήσεις με κύριες εφαρμογές τα θερμά και ιαματικά λουτρά (~50%), και τη θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών (~50%). Στην Ευρωπαϊκή ένωση οι θερμικές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας περιλαμβάνουν κυρίως θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων και θερμά λουτρά. (πηγή ΙΓΜΕ). Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν (Σχήμα 3.8):

1. ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90$ °C), (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικό κύκλο)
2. θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60$ °C, με αερόθερμα για $\theta > 40$ °C, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25$ °C),
3. ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60$ °C, ή με υδροψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30$ °C)

4. θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$), ή και για αντιπαγετική προστασία
5. ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15 \text{ }^\circ\text{C}$) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
6. βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
7. θερμά λουτρά για $\theta = 25\text{-}40 \text{ }^\circ\text{C}$



Σχήμα 3.8: Το τροποποιημένο διάγραμμα Lindal. Πηγή ΙΓΜΕ

Παραδείγματα άμεσων χρήσεων γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα:



Εικόνα 3.5: Γ/θ θερμοκήπιο κηπευτικών στα Ελαιοχώρια Ν. Χαλκιδικής. Πηγή ΙΓΜΕ



Εικόνα 3.6: Καλλιέργεια μικροφύκους Spirulina στα Θερμά Νιγρίτας του Ν. Σερρών. Πηγή ΙΓΜΕ

3.2.4 Αβαθής Γεωθερμία

Εισαγωγή

Ομαλή ή αβαθής γεωθερμική ενέργεια καλείται η ενέργεια που προέρχεται από την εκμετάλλευση της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό και βρίσκονται σε μικρό βάθος.

Οι θερμοκρασίες των πετρωμάτων και υπόγειων νερών, που αναπτύσσει η ομαλή γεωθερμική ενέργεια σε βάθη 0-200m, είναι κατά το πλείστον κατώτερες από 25°C. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για αβαθή υπεδαφική θερμότητα, η οποία είναι μία περιβαλλοντική ενέργεια, όταν μάλιστα μέρος αυτής, κυρίως στα βάθη των 0-30m περίπου, είναι ηλιακής προέλευσης. Στα βάθη 0-15m το ποσοστό της θερμότητας ηλιακής προέλευσης γίνεται εμφανές, αυξανόμενο καθώς μικραίνει η απόσταση από την εδαφική επιφάνεια και καθώς μεγαλώνει το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

Η περιβαλλοντική θερμική ενέργεια αξιοποιείται με τις αντλίες θερμότητας, οι οποίες αποτελούν σήμερα σημαντικό μέσο εξοικονόμησης ενέργειας και περιορισμού των ρυπογόνων καυσίμων (Παπαγεωργάκης Ι. 1992).

3.2.5 Εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας

Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται σήμερα εμπορικά με αντλίες θερμότητας, συνδεδεμένες στο έδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων και παραγωγή ζεστού νερού. Η εκμετάλλευση αυτής της μορφής ενέργειας γίνεται με δύο τρόπους. Χρησιμοποιώντας ως πηγή ενέργειας είτε τα αβαθή υπόγεια νερά, είτε τη θερμοκρασία των πετρωμάτων μικρού βάθους. Πλεονέκτημα των αβαθών γεωθερμικών πηγών είναι οι σταθερές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αφού δεν επηρεάζονται από τις θερμοκρασιακές και μετεωρολογικές, εποχιακές και ημερήσιες μεταβολές που συμβαίνουν στην επιφάνεια της Γης (Παπαγεωργάκης Ι. 1992).

3.2.6 Αντλίες θερμότητας συνδεδεμένες στο έδαφος (Ground-coupled heat pumps)

Περιλαμβάνουν μηχανικές αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούν το νερό το οποίο προέρχεται από υπόγειες πηγές (κρύες, χλιαρές ή θερμές γεωτρήσεις, εγκαταλειμμένα ορυχεία, κλπ) με θερμοκρασία 10-30°C, επιφανειακές πηγές (λίμνες, ποταμοί, θάλασσα) θερμοκρασίας 5-25°C, γεωτρήσεις με εναλλάκτες θερμότητας, που παράγουν νερό θερμοκρασίας 0-15°C.

Χαρακτηρίζονται από αποδοτικότητα υψηλής ενέργειας με ένα μέσο συντελεστή απόδοσης (COP) 3 για τις εγκατεστημένες μονάδες. COP είναι ο συντελεστής απόδοσης μίας αντλίας θερμότητας και ορίζεται ως ο λόγος της ωφέλιμης ενέργειας που παράγεται προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Οι νέες μονάδες έχουν υψηλότερο συντελεστή απόδοσης (> 4,0) (Mendrinis D. and Karytsas C. 2003).

Ένα σύστημα αποτελείται από

- 1) τη μηχανική μονάδα της αντλίας θερμότητας,
- 2) τον εναλλάκτη θερμότητας κλειστού ή ανοικτού συστήματος και
- 3) το σύστημα κυκλοφορίας νερού στο κτίριο.

Οι αντλίες θερμότητας συνδεδεμένες στο έδαφος μπορούν να παράγουν νερό θερμοκρασίας 40-60°C και κατά συνέπεια, συνδυάζονται με συστήματα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας όπως τις τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils), τη θέρμανση δαπέδων και τις μονάδες τροφοδοσίας αέρα (air handling). Μπορούν επίσης να παρέχουν ψύξη κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου για τα θερμότερα κλίματα.

Ενδεικτικά παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας της FHP (Πίνακας 3.3), οι οποίες παρασκευάζονται σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 9001:2000 και φέρουν πιστοποιήσεις της IGSHPA, ENERGY STAR, GEOEXCHANGE & ARI.

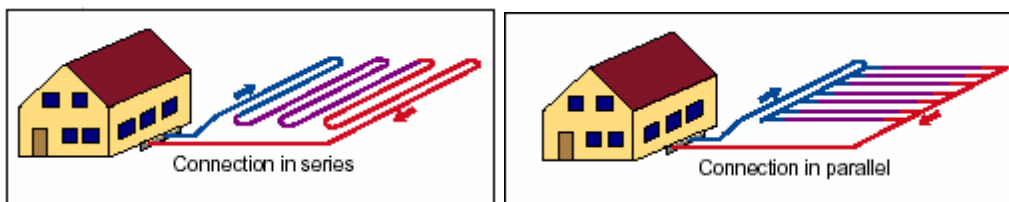
Πίνακας 3.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας της FHP.

	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ		ΚΛΕΙΣΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ	
			ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ
FAN COIL UNITS	Ισχύς αντλίας	KW	13,5	12,0	12,4	12,0
	COP		4,5	6,1	4,2	6,1
	Ηλεκτρική κατανάλωση	KW	3,0	2,0	3,0	2,0
	Θερμοκρασίες ανακυκλοφορίας	°C	50-45	7-12	50-45	7-12
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	Θερμική Ισχύς αντλίας	KW	13,9	14,0	13,0	14,0
	COP		5,8	7,2	5,3	7,2
	Ηλεκτρική κατανάλωση	KW	2,4	2,0	2,4	2,0
	Θερμοκρασίες ανακυκλοφορίας	°C	37-32	22-17	37-32	22-17
ΣΩΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ	Ισχύς αντλίας	KW	13,2		12,2	
	COP		3,9		3,7	
	Ηλεκτρική κατανάλωση	KW	3,3	ΜΗ ΕΦΙΚΤΟ	3,3	ΜΗ ΕΦΙΚΤΟ
	Θερμοκρασίες ανακυκλοφορίας	°C	55-50		55-50	

Κλειστό σύστημα

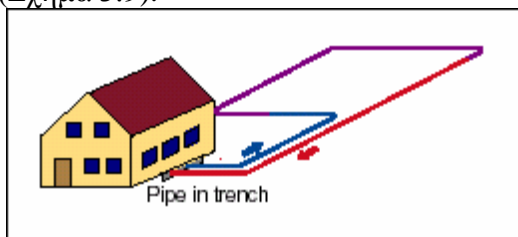
Στα συστήματα κλειστών βρόγχων, νερό ή μίγμα νερού με αντιψυκτικό περιβαλλοντικά ασφαλές, κυκλοφορούν μέσω ενός σωλήνα, απάγουν θερμότητα από ή απορρίπτουν θερμότητα στο έδαφος. Δεν υπάρχει έτσι καμία επαφή μεταξύ του σωλήνα κλειστών βρόγχων και του υπόγειου νερού ή του εδάφους. Τα κλειστά συστήματα διακρίνονται σε οριζόντια, κατακόρυφα και σπειροειδή.

Σε μία οριζόντια εγκατάσταση, οι βρόγχοι του εναλλάκτη θερμότητας μπορεί να είναι συνδεδεμένοι είτε εν σειρά είτε εν παράλληλω. Αυτοί οι τύποι χρησιμοποιούνται περισσότερο στη Δυτική και στην Κεντρική Ευρώπη (Σχήμα 3.8).



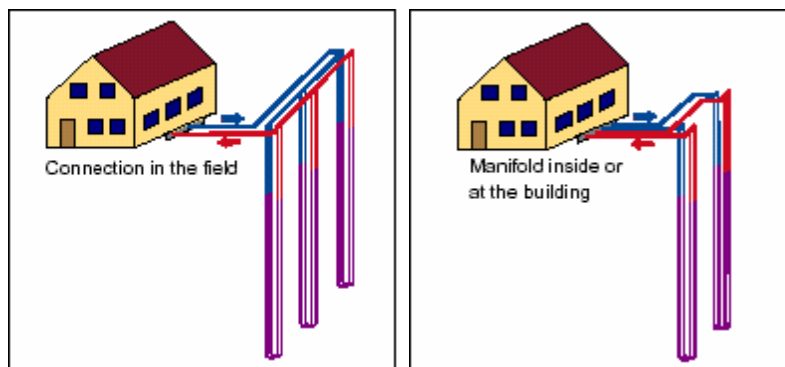
Σχήμα 3.8: Οριζόντια εγκατάσταση των βρόγχων του εναλλάκτη θερμότητας σε συνδεσμολογία εν σειρά (αριστερά) και παράλληλη (δεξιά). Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Μπορεί επίσης να είναι είτε ένας άκαμπτος ή εύκαμπτος σωλήνας, ο οποίος τοποθετείται σε ένα όρυγμα βάθους περίπου 2 μέτρων. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται στη Βόρεια Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική (Σχήμα 3.9).



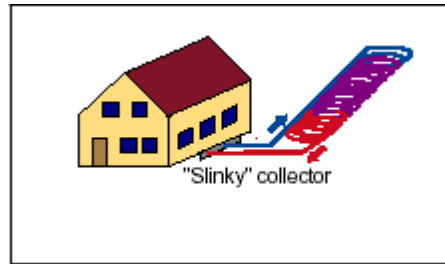
Σχήμα 3.9 Οριζόντια εγκατάσταση όπου ο σωλήνας είναι τοποθετημένος σε όρυγμα. Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Σε μία κατακόρυφη εγκατάσταση, ο βρόγχος του εναλλάκτη θερμότητας είναι σωλήνας σχήματος U, ο οποίος τοποθετείται σε μία γεώτρηση βάθους 50 έως 150 μέτρα (Σχήμα 3.10).



Σχήμα 3.10: Κατακόρυφη εγκατάσταση των βρόγχων του εναλλάκτη θερμότητας. Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Σε μία σπειροειδή εγκατάσταση, ο εύκαμπτος σωλήνας σπειροειδούς σχήματος (συχνά αποκαλείται «Slinky») τοποθετείται μέσα σε όρυγμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την απόδοση του επιφανειακού εναλλάκτη θερμότητας κατά 40% (Σχήμα 3.11).



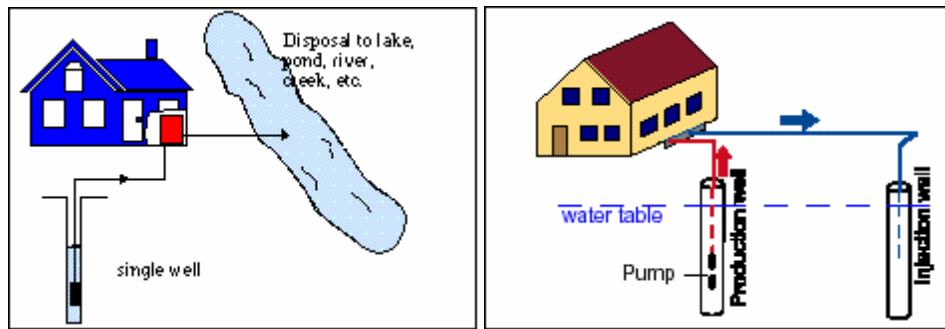
Σχήμα 3.11: Εγκατάσταση με σωλήνα σπειροειδούς σχήματος. Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».



Εικόνα 3.7: Χρήση συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (τοποθέτηση κλειστού οριζόντιου συστήματος γεωεναλλάκτη) για την κάλυψη των θερμικών αναγκών μονοκατοικίας 220 m² στην περιοχή Αγγελοχωρίου Θεσ/νίκης (στάδιο κατασκευής). Πηγή: ΚΑΠΕ

Ανοιχτό σύστημα

Το ανοικτό κάθετο σύστημα χρησιμοποιεί μία γεώτρηση για να παρέχει το υπόγειο νερό στην αντλία θερμότητας και ανάλογα με τις ανάγκες, το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα στο κτίριο, να εκφορτιστεί στην επιφάνεια ή να εισαχθεί σε μία δεύτερη γεώτρηση (Σχήμα 3.12).

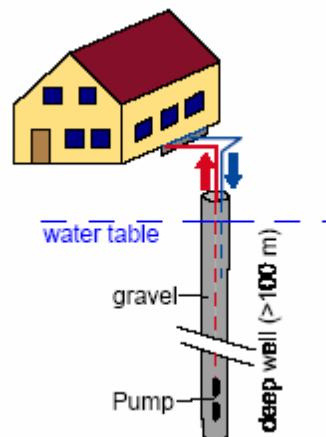


Σχήμα 3.12: Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας με ανοιχτό σύστημα όπου (αριστερά) το νερό εκφορτίζεται στην επιφάνεια και (δεξιά) το νερό εισάγεται σε δεύτερη γεώτρηση. Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Άλλα συστήματα

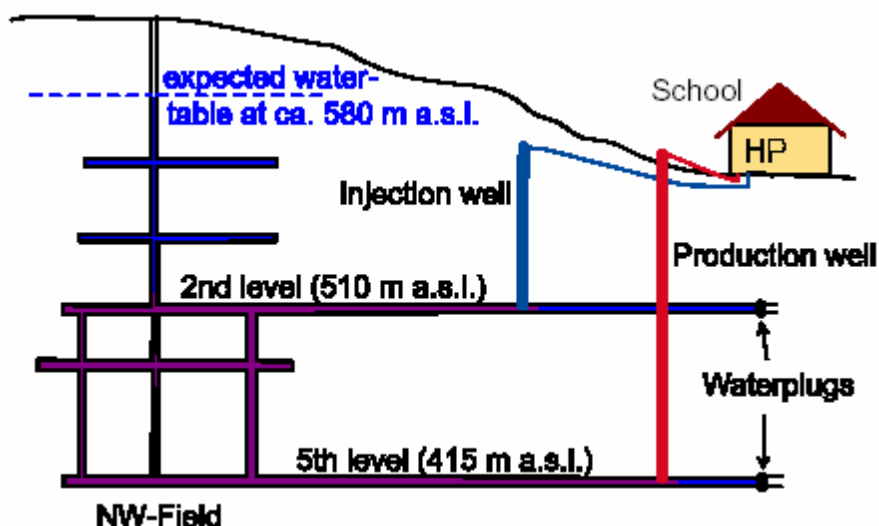
Υπάρχουν διάφορα άλλα αβαθή συστήματα, τα οποία δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ούτε σαν ανοιχτά αλλά ούτε και σαν κλειστά. Ενδεικτικά αναφέρονται τα συστήματα που χρησιμοποιούν μία γεώτρηση σταθερής στήλης νερού και αυτά με αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούν το νερό μεταλλείων.

Σε μία γεώτρηση σταθερής στήλης νερού (standing column well), το νερό αντλείται από το κατώτατο σημείο της γεώτρησης και, μετά αφήνοντας την αντλία θερμότητας, διηθείται μέσω του αμμοχάλικου στο δακτύλιο της γεώτρησης (Σχήματα 3.13). Το σύστημα αυτό χρειάζεται ένα ορισμένο βάθος για να εξασφαλίσει αρκετή ενέργεια χωρίς να παγώσει το νερό, και έτσι οι περισσότερες εγκαταστάσεις έχουν αρκετά βαθιές γεωτρήσεις. Παραδείγματα αυτού του συστήματος, είναι γνωστά από την Ευρώπη (Ελβετία και Γερμανία) (L. Rybach and B. Sanner 2000 Sanner B., Kohlsch O.) και από τις ΗΠΑ. Εξαιτίας του μεγάλου κόστους των γεωτρήσεων, αυτή η τεχνολογία δεν ενδείκνυται σε μικρές εγκαταστάσεις.



Σχήμα 3.13: Σύστημα που χρησιμοποιεί μία γεώτρηση σταθερής στήλης νερού. Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Μία πολύ ελπιδοφόρος ιδέα είναι η χρησιμοποίηση του νερού των μεταλλείων και των σηράγγων. Το νερό αυτό έχει σταθερή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια όλου του έτους και είναι εύκολα προσιτό. Παραδείγματα με τη χρήση νερού μεταλλείων υπάρχουν στη Γερμανία (Σχήμα 3.14) και στον Καναδά. Νερό σηράγγων χρησιμοποιείται στο χωριό Oberwald στη δυτική είσοδο της σιδηροδρομικής σήραγγας του Furka στην Ελβετία και στο Aigolo, όπου νερό από την οδική σήραγγα του Gotthard αποτελεί την πηγή θερμότητας στην οδική συντήρηση



Σχήμα 3.14: Αντλία θερμότητας που χρησιμοποιεί νερό μεταλλείου (παράδειγμα Ehrenfriedersdorf, στη Γερμανία). Πηγή: Sanner B., J. Lund, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström 2004 «Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps - A World Overview».

Κόστος

Το κόστος κεφαλαίου ποικίλλει από 500-1.000 €/εγκατεστημένη kW (th), για τις μονάδες που χρησιμοποιούν υπόγειο ή επιφανειακό νερό, και από 1.000-1.500 €/εγκατεστημένη kW (th) για τις μονάδες που συνδέονται με γεωτρήσεις και εναλλάκτες Θερμότητας. (Mendrinós D. and Karytsas C 2003).

Παγκοσμίως, η εγκατεστημένη ισχύς για αντλίες θερμότητας το 2005 ανήλθε σε 15.379,29 MW (th). Στην Ευρώπη έχουν εγκατασταθεί 7.100,39 MW(th) αντλιών Θερμότητας συνδεδεμένες στο έδαφος και λειτουργούν κυρίως για θέρμανση. Πρωτοπόρος σε εγκατεστημένη ισχύ είναι η Σουηδία με 3.840 MW(th) ακολουθεί η Νορβηγία με 600 MW(th) η Ελβετία με 532,4 MW(th) και η Γερμανία με 400 MW(th).

Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5 km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150 °C.

3.3 Ανεμογεννήτριες

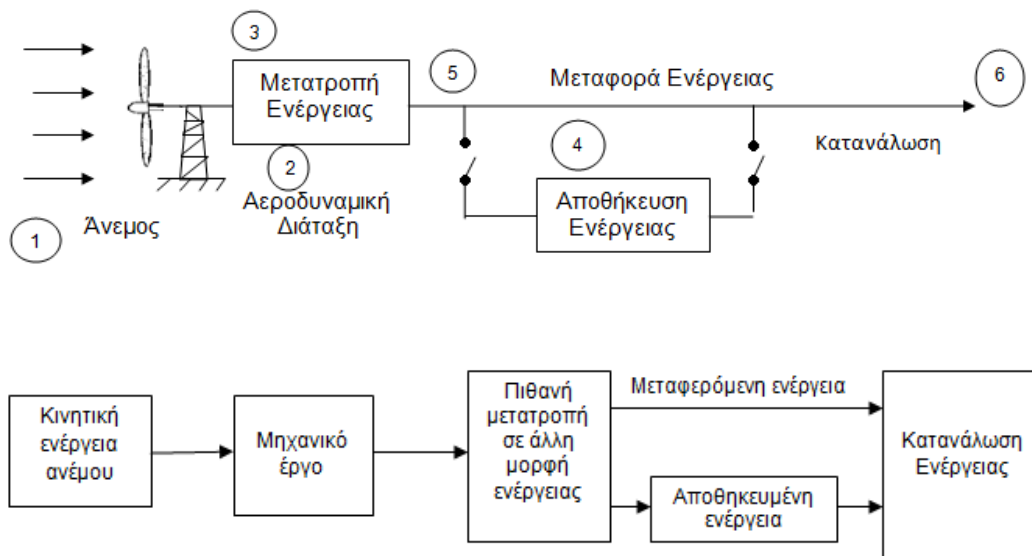
3.3.1 Γενικά

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου γίνεται μέσω των ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες από την εποχή της εμφάνισής τους μέχρι σήμερα έχουν περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης, τόσο ως προς τον τύπο τους (οριζοντίου ή κατακόρυφου άξονα) όσο και ως προς τα υποσυστήματά τους. Εξελίξεις έχουν επίσης σημειωθεί και στον τρόπο δέσμευσης, αξιοποίησης, αποθήκευσης ή μεταφοράς της ενέργειας του ανέμου που μετατρέπεται από τις ανεμογεννήτριες σε άλλη «αναβαθμισμένη» μορφή ενέργειας (Γ. Μπεργελές, «Ανεμοκινητήρες»).



3.3.2 Βασικά μέρη διάταξης εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας

Μια εικόνα των βασικών μερών που αποτελούν μια διάταξη εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, καθώς και της ροής της ενέργειας δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



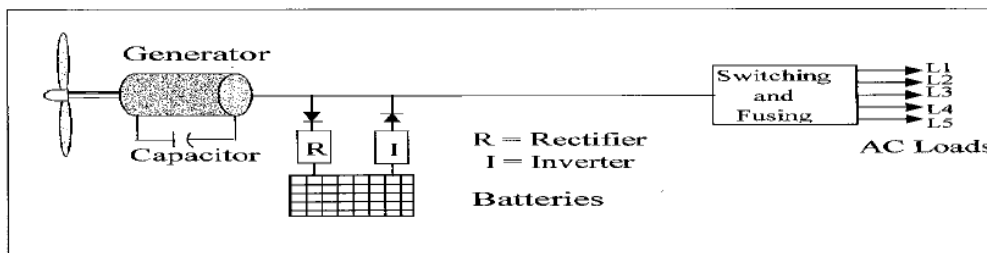
Σχήμα 3.15: Διάταξη εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας (Πηγή: Γ. Μπεργελές, “Ανεμοκινητήρες”).

Η διάταξη αυτή είναι μια γενική περίπτωση όπου η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανικό έργο με τη βοήθεια μιας αεροδυναμικής διάταξης. Αυτό το μηχανικό έργο μπορεί να γίνει εκμεταλλεύσιμο επί τόπου (π.χ. άντληση νερού) και να αποφευχθούν οι απώλειες από τη μετατροπή του σε άλλη μορφή ενέργειας. Στη γενικότερη όμως περίπτωση απαιτείται η μετατροπή του μηχανικού έργου σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας, είτε γιατί δεν χρειαζόμαστε μόνο μηχανικό έργο είτε γιατί ο τόπος άντλησης δεν συμπίπτει με τον τόπο που είναι εγκατεστημένη η ανεμογεννήτρια. Σε αυτήν την περίπτωση, η πιο πρόσφορη διάταξη είναι αυτή που μπορεί να μετατρέπει το μηχανικό έργο σε ηλεκτρική ενέργεια, λόγω της εύκολης μεταφοράς της στον τόπο κατανάλωσης και της

ικανότητας αποθήκευσης της στις διάφορες αποθηκευτικές διατάξεις (π.χ. μπαταρίες). Βέβαια, τα τελευταία χρόνια οι έρευνες στρέφονται προς τη χρησιμοποίηση του μηχανικού έργου για την παραγωγή επί τόπου υδρογόνου, το οποίο μπορεί να μεταφερθεί και να καεί ως αέριο καύσιμο. Η παραπάνω λύση αποτελεί ίσως και τη βέλτιστη από πολλές απόψεις πρόταση αξιοποίησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, δεδομένου ότι είναι οικονομικά αποδεκτή, διότι από την καύση του υδρογόνου παράγεται μόνο νερό σε μορφή υδρατμών (Γ. Μπεργελές, “Ανεμοκινητήρες”).

Η ακολουθία των συμβάντων για την παραγωγή μέχρι την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας, χονδρικά, για ένα τυπικό αυτόνομο σύστημα μπορεί να συνομιστεί ως εξής (Σχήμα 3.16):

1. Καθώς ο άνεμος αλληλεπιδρά με το δρομέα της Α/Γ παράγεται μια ροπή.
2. Η σχετικά χαμηλή συχνότητα περιστροφής του δρομέα αυξάνεται μέσω ενός μετατροπέα στροφών, του οποίου ο άξονας εξόδου περιστρέφει μια γεννήτρια.
3. Η γεννήτρια παράγει ρεύμα μεταβλητής συχνότητας, το οποίο μετατρέπεται σε συνεχές (DC) μέσω ενός μετατροπέα (rectifier) και φορτίζει τις μπαταρίες, που αποτελούν το πιο κλασικό μέσο αποθήκευσης. Οι μπαταρίες συμβάλλουν στη σταθερότητα του συστήματος.
4. Στη συνέχεια, ένας άλλος μετατροπέας (inverter) μετατρέπει το ανορθωμένο συνεχές ρεύμα, αποφορτίζοντας τις μπαταρίες, σε ορισμένης τάσης και συχνότητας εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), το οποίο είναι άμεσα αξιοποιήσιμο από το τοπικό σύστημα.



Σχήμα 3.16 : Αυτόνομο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Γ.

(Πηγή: Ιωάννης Δ. Σπύρου, “Ανάπτυξη Αλγορίθμου για Προσομοίωση και Βέλτιστο Σχεδιασμό Αυτόνομου Συστήματος Αφαλάτωσης Τροφοδοτούμενο από Υβριδικό Σύστημα Α.Π.Ε. με Αντλησιοταμίευση”)

Βαθμός απόδοσης ανεμογεννητριών

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες οφείλουν την κίνηση των πτερυγίων τους στην άνωση που ασκείται πάνω τους από τον άνεμο. Σε αυτή την ιδέα στηρίχθηκε γενικά η ανάπτυξη των ανεμογεννητριών και ειδικότερα των ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα, οι οποίες έχουν γνωρίσει την μεγαλύτερη εμπορική ανάπτυξη. Μια τυπική ανεμογεννήτρια σήμερα είναι οριζοντίου άξονα με ισχύ από 800 kW έως 3000 kW.

Οι ανεμογεννήτριες χαρακτηρίζονται από το βαθμό απόδοσης C_P , ο οποίος ονομάζεται και συντελεστής ισχύος. Ορίζεται από τη σχέση (Ζερβός Αρθούρος, “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”):

$$C_P = \frac{P}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A} \Rightarrow P = \frac{1}{2} \cdot C_P \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A$$

Όπου P είναι η ισχύς που αποδίδεται από την ανεμογεννήτρια, και στον παρονομαστή είναι η ισχύς που έχει ο άνεμος ταχύτητας V διερχόμενος από επιφάνεια A . Ο συντελεστής

ισχύος CP εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μηχανής και είναι συνάρτηση της αδιάστατης ταχύτητας ακροπτερυγίου λ :

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V}$$

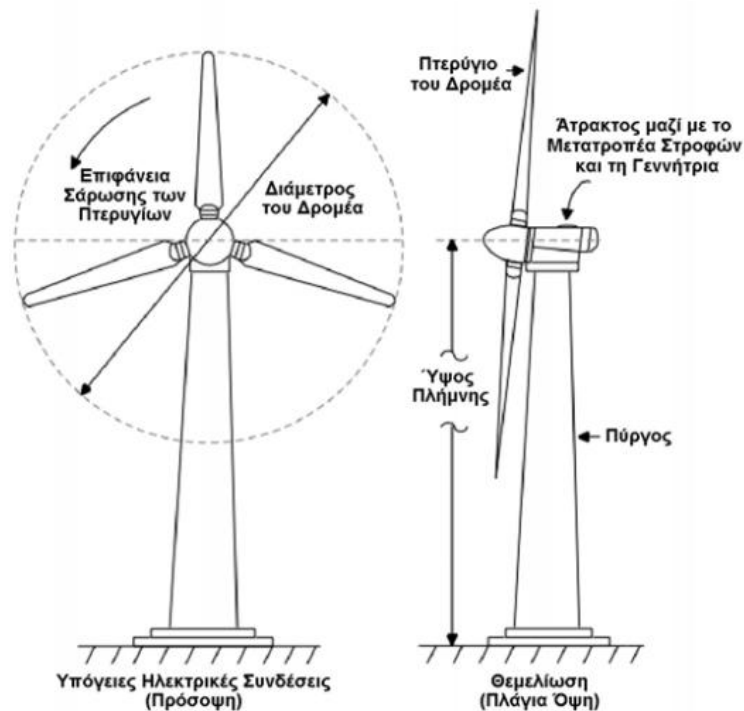
Όπου ω είναι η γωνιακή ταχύτητα του δρομέα και R είναι η ακτίνα του. Η αδιάστατη ταχύτητα ακροπτερυγίου καλείται και κατάσταση λειτουργίας του δρομέα.

Σε ιδανικές συνθήκες, η μέγιστη τιμή του CP, η οποία είναι γνωστή και ως «όριο Benz» είναι ίση με $16/27=0,593$. Δηλαδή μια ανεμογεννήτρια μπορεί να αποσπάσει το 59,3% του ενεργειακού περιεχομένου της ροής του αέρα. Υπό πραγματικές όμως συνθήκες, ο συντελεστής ισχύος δεν υπερβαίνει την τιμή $CP=0,5$, αφού περιλαμβάνει όλες τις αεροδυναμικές απώλειες της Α/Γ. Ένα τυπικό εύρος τιμών του συντελεστή ισχύος είναι 20-40% (ΚΑΠΕ, “Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ”).

3.3.3 Περιγραφή τεχνολογίας ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) είναι μια αποδεδειγμένη και ώριμη τεχνολογία για παροχή μηχανικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν πολλών ειδών Α/Γ, οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

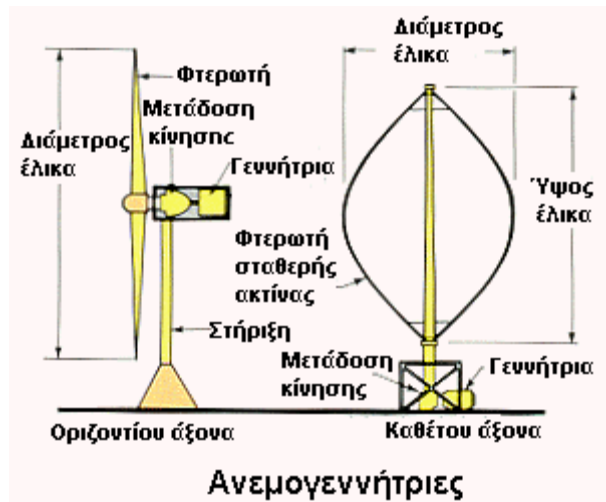
Τις Α/Γ με οριζόντιο άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και στις οποίες ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι είτε παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου είτε παράλληλος προς την επιφάνεια της γης, αλλά κάθετος στην κατεύθυνση ροής του ανέμου (Σχήμα 3.17).



Σχήμα 3.17 :Σχηματική αναπαράσταση μια ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.

(Πηγή: ΚΑΠΕ, “Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ”)

Τις Α/Γ με κατακόρυφο άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης και κάθετος στη ροή του ανέμου (Σχήμα 3.18)

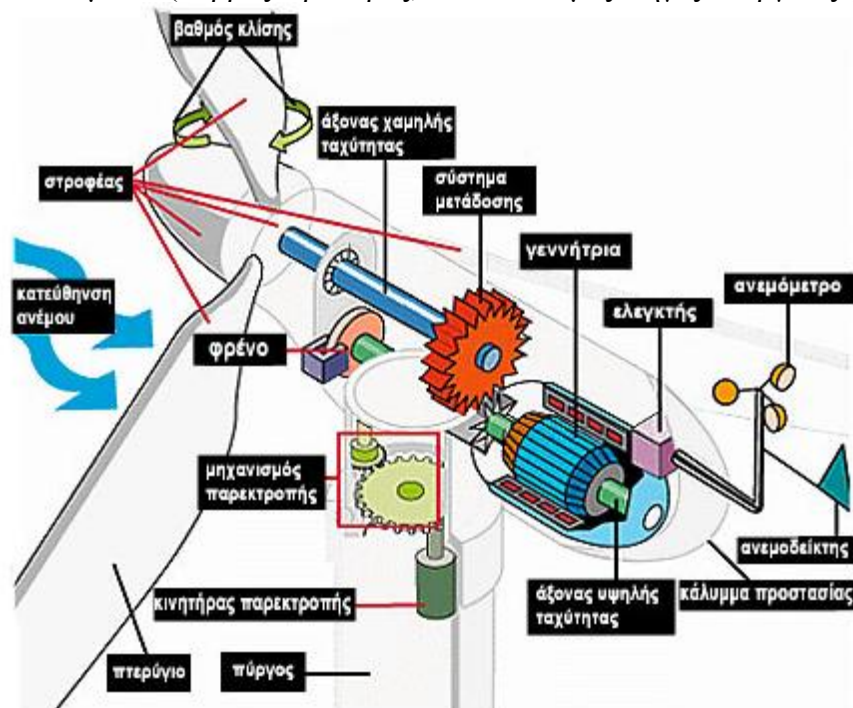


Σχήμα 3.18: Ανεμογεννήτριες οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα.

Κύρια μέρη ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα

Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι Α/Γ οριζόντιου άξονα και οι βασικές συνιστώσες μιας τυπικής Α/Γ οριζόντιου άξονα είναι (σχήμα 3.19) :ο δρομέας, η γεννήτρια και ο πύργος.

Τα κύρια μέρη των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα είναι ο δρομέας, το σύστημα αύξησης στροφών (κιβώτιο ταχυτήτων), το σύστημα πέδησης, τα έδρανα του άξονα και οι ελαστικοί σύνδεσμοι, η ηλεκτρική γεννήτρια, το σύστημα προσανατολισμού, ο πύργος στήριξης και τα θεμέλια (Ζερβός Αρθούρος, “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”).



Σχήμα 3.19: Τα κύρια μέρη ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα (Πηγή: www.energypoint.gr).

Ο δρομέας είναι ίσως το πιο βασικό ζήτημα στη σχεδίαση του όλου συστήματος. Αποτελείται από την πλήμνη και τα πτερύγια. Το πτερύγιο έχει αεροδυναμικό σχήμα και μπορεί να είναι ενιαίο ή να διαθέτει ακροπτερύγιο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των

πτερυγίων (αριθμός πτερυγίων, κατανομή πλάτους, επιλογή αεροτομής, συστροφή) προκύπτουν από τη βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής σχεδίασης.

Η ηλεκτρική γεννήτρια μπορεί να είναι ασύγχρονη ή σύγχρονη γεννήτρια. Αν και οι σύγχρονες γεννήτριες έχουν καλύτερη συμπεριφορά σε σύγχρονα δίκτυα, συνήθως προτιμούνται οι ασύγχρονες γεννήτριες λόγω της απλότητας της κατασκευής τους.

Το σύστημα προσανατολισμού είναι ένας σερβοκινητήρας, ο οποίος ελέγχεται από τον ανεμοδείκτη του ανεμογράφου και αναγκάζει το δρομέα να παρακολουθεί την κατεύθυνση του ανέμου και να παραμένει κάθετος σε αυτήν.

Ο πύργος της ανεμογεννήτριας στηρίζει τη νασέλλα και το δρομέα. Μπορεί να είναι τύπου δικτύωματος, σωληνωτός και σπανιότερα από σκυρόδεμα. Η θεμελίωση γίνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω στο οποίο τοποθετείται με βίδες ο πύργος. Ο πύργος έχει σχήμα κώνου που εξυπηρετεί στην αύξηση της αντοχής και στην εξοικονόμηση υλικών με τη διάμετρο να αυξάνεται όσο πλησιάζουμε τη βάση.

3.3.4 Καμπύλη ισχύος ανεμογεννητριών

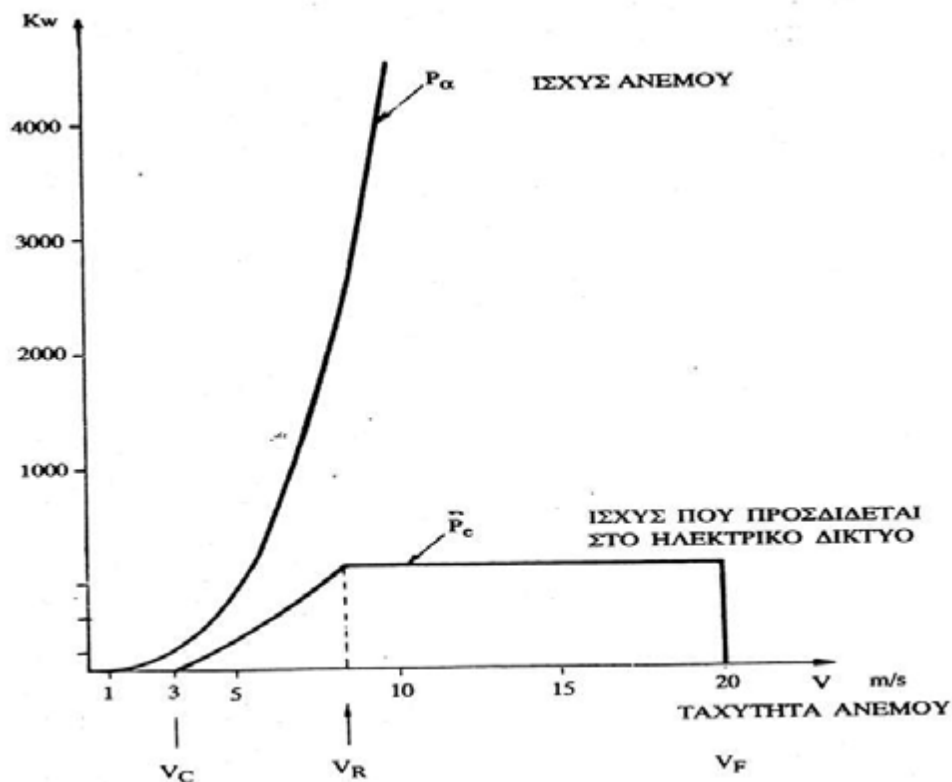
Η παραγωγή ισχύος μιας ανεμογεννήτριας μεταβάλλεται με την ταχύτητα του ανέμου και κάθε μηχανή χαρακτηρίζεται από την καμπύλη ισχύος της, η οποία εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και το σχεδιασμό της (Ζερβός Αρθούρος, “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”). Η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας χαρακτηρίζεται από τρεις τιμές ταχύτητας:

Την ταχύτητα έναρξης λειτουργίας (V_{cut-in}), όπου η ανεμογεννήτρια ξεκινάει να παράγει ισχύ.

Την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας (V_F), όπου η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας για να προστατευθεί από τον πολύ δυνατό άνεμο.

Την ονομαστική ταχύτητα (V_R), που είναι η μικρότερη ταχύτητα για την οποία η μηχανή παράγει την ονομαστική της ισχύ (P_R). Στην ονομαστική ισχύ, η ανεμογεννήτρια παρέχει τη μέγιστη ροπή.

Το σχήμα 3.20 είναι χαρακτηριστικό της παραγόμενης ισχύος από την ανεμογεννήτρια σε σχέση με την ταχύτητα και την ισχύ του ανέμου. Γνωρίζοντας δηλαδή τη στιγμιαία ταχύτητα του ανέμου μπορούμε να πούμε πόση ισχύ μπορεί να παράγει μια ανεμογεννήτρια, μέσω της καμπύλης ισχύος της.



Σχήμα 3.20: Καμπύλη ισχύος ανέμου και ανεμογεννήτριας. (Πηγή: Γ. Μπεργελές, “Ανεμοκινητήρες”)

3.3.5 Παραγόμενη ενέργεια αιολικής μηχανής

Η παραγόμενη ενέργεια μιας αιολικής μηχανής εξαρτάται τόσο από την καμπύλη ισχύος της μηχανής, όσο και από την κατανομή του ανέμου στην περιοχή (Ζερβός Αρθούρος, “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”).

Για κάθε ταχύτητα ανέμου εντός των ορίων της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, δηλαδή ανάμεσα στην ταχύτητα έναρξης λειτουργίας V_{cut-in} και την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας V_F , η παραγόμενη ενέργεια προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των ωρών εμφάνισης της συγκεκριμένης ταχύτητας ετησίως με την ισχύ που αντιστοιχεί (για δεδομένη καμπύλη ισχύος). Με τον τρόπο αυτό φτιάχνεται η καμπύλη κατανομής της παραγόμενης ενέργειας. Η συνολική ετήσια ενέργεια προκύπτει από το άθροισμα της παραγόμενης ενέργειας για όλες τις ταχύτητες του ανέμου που είναι σε λειτουργία.

Η παραγόμενη ενέργεια επηρεάζεται επίσης από τη διαθεσιμότητα της μηχανής και τις ενεργειακές απώλειες (απώλειες ενέργειας ανέμου, απώλειες μεταφοράς και μετατροπής).

Διαθεσιμότητα ανεμογεννήτριας

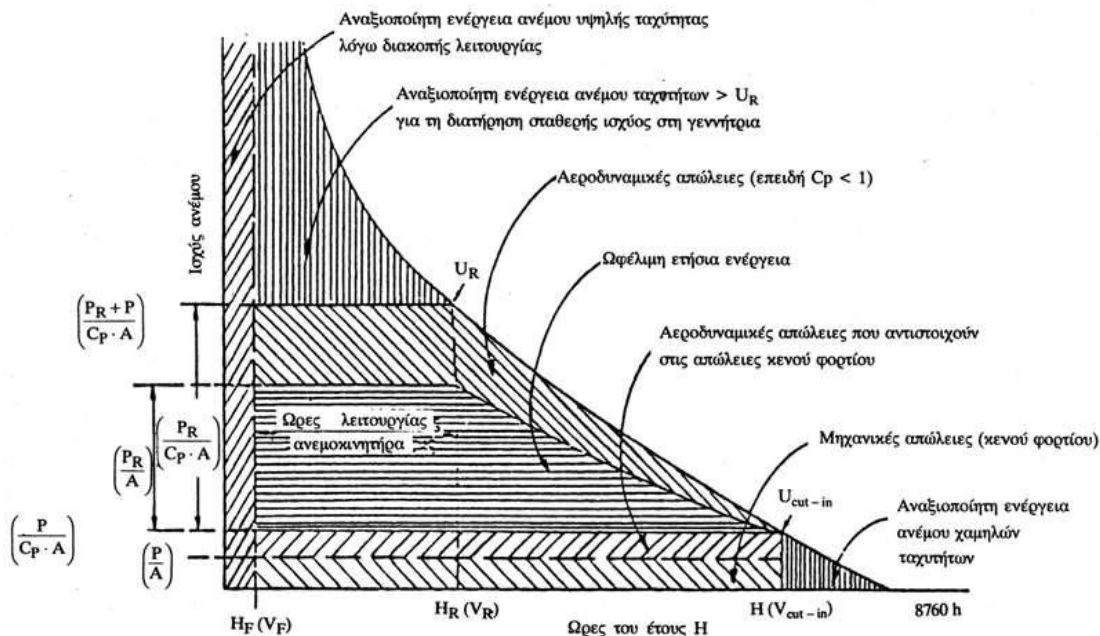
Η διαθεσιμότητα εκφράζει το ποσοστό του χρόνου που είναι διαθέσιμη η ανεμογεννήτρια να λειτουργήσει και εκφράζει το συντελεστή διαθεσιμότητας (ΣΔ). Ο συντελεστής διαθεσιμότητας σχετίζεται δηλαδή με το ποσοστό του χρόνου που η ανεμογεννήτρια προορίζεται για συντήρηση. Υπάρχει βέβαια και η πιθανότητα να σημειωθεί κάποια βλάβη, οπότε η μηχανή μένει αναγκαστικά εκτός λειτουργίας μέχρι να επισκευαστεί. Τυπικές τιμές του συντελεστή διαθεσιμότητας είναι 0,96-0,99.

Απώλειες ενέργειας

Μια ανεμογεννήτρια δεν μπορεί να αξιοποιήσει όλη την ετήσια ενέργεια του ανέμου για τους εξής λόγους (Γ. Μπεργελές, “Ανεμοκινητήρες”):

1. Η ανεμογεννήτρια αποδίδει ωφέλιμη ισχύ μόνο όταν η ισχύς του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τις απώλειες κενού φορτίου (τριβές, άξονα, μειωτήρα, γεννήτριας). Έτσι, σε περιόδους με ταχύτητες μικρότερες της V_{cut-in} , η ενέργεια του ανέμου μένει ανεκμετάλλευτη, αφού δεν είναι σε θέση δώσει ροπή στον δρομέα.
2. Όταν η ταχύτητα του ανέμου γίνει μεγαλύτερη της ονομαστικής, επιδιώκεται να διατηρηθεί σταθερή η ισχύς του ανέμου. Αυτό επιτυγχάνεται με αλλαγή της γωνίας κλίσης των πτερυγίων ή με τα μικροπτερύγια (flats) ή με την αλλαγή της γωνιακής θέσης του δρομέα ως προς τον άνεμο ή την αλλαγή της γωνιακής ταχύτητας του δρομέα, ανάλογα φυσικά με την γεννήτρια που έχει το σύστημα. Άρα για ταχύτητες μεγαλύτερες της V_R χάνεται ένα ποσό του αιολικού δυναμικού.
3. Όταν ο άνεμος φθάσει σε υψηλές ταχύτητες ενδείκνυται η διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης για λόγους ασφαλείας. Επομένως, η ενέργεια του ανέμου για ταχύτητες μεγαλύτερες της V_F παραμένει τελείως αναξιοποίητη.
4. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας έχουμε αεροδυναμικές απώλειες.
5. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας έχουμε πρόσθετα μηχανικές απώλειες στον άξονα, στον μειωτήρα και στη γεννήτρια, που μπορούν να θεωρηθούν σταθερές και ίσες με τις απώλειες κενού φορτίου. Οι συνολικές απώλειες κενού φορτίου μπορεί να ανέρχονται και στο 10% της ονομαστικής ισχύος της μηχανής.

Το Σχήμα 3.21 που ακολουθεί, παρουσιάζει τις ετήσιες ενεργειακές απώλειες μιας τυπικής ανεμογεννήτριας, σύμφωνα με την προηγούμενη περιγραφή των απωλειών.



Σχήμα 3.21: Ενεργειακές απώλειες στην καμπύλη διάρκειας πνοής του ανέμου. (Πηγή: Γ. Μπεργελές, “Ανεμοκινητήρες”)

Ενεργειακές απώλειες παρατηρούνται επίσης και κατά τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας από την ανεμογεννήτρια, αλλά και την μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος (αναστροφείς, συστήματα ελέγχου), προκειμένου να μπορεί να εκμεταλλευτεί με ασφάλεια και αξιοπιστία από τα φορτία.

Επομένως, αν E είναι η παραγόμενη από την ανεμογεννήτρια ενέργεια, όπως αυτή υπολογίζεται από την καμπύλη ισχύος της για δεδομένη ταχύτητα ανέμου, η ενέργεια που παρέχεται στο φορτία E_{net} θα είναι μειωμένη κατά ένα ποσοστό και θα δίνεται από τη σχέση:

$$E_{wind} = E * n$$

Όπου n ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανεμογεννητριών με τυπική τιμή 0,90.

Παραδείγματα ανεμογεννητριών του εμπορίου

Όλες οι σύγχρονες εμπορικές ανεμογεννήτριες είναι οριζοντίου άξονα. Παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσεως, 400V έως 1000V, το οποίο με την κατάλληλη ανύψωση, διοχετεύεται στο δίκτυο μέσης ή υψηλής τάσεως της ΔΕΗ. Η ανύψωση στη μέση τάση (Μ.Τ) γίνεται μέσω μετασχηματιστών για κάθε ανεμογεννήτρια ξεχωριστά. Οι μετασχηματιστές αυτοί βρίσκονται πλησίον των ανεμογεννητριών ή εντός του πυλώνα αυτών. Στις μεγάλες ανεμογεννήτριες συχνά τοποθετούνται στην κορυφή του πυλώνα, μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας.

Το μέγεθος των σημερινών εμπορικών ανεμογεννητριών κυμαίνεται από 800 kW έως 3,0 MW. Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά μερικών εξ αυτών καθώς και των αντίστοιχων υποσταθμών (Υ/Σ) ανύψωσης παρουσιάζονται παρακάτω:

A/Γ No 1.



Εικόνα 3.8: Α/γ NEG-Micon 750/48

Η παραπάνω ανεμογεννήτρια είναι εκτός γραμμής παραγωγής.

A/Γ No 1.

Τύπος/κατασκευαστής	: NEG-Micon 750/48 (Δανία)
Ονομ. ισχύς	: 750 kW
Διάμετρος/ύψος πύργου	: 48.0 m/46.0 m
Ταχύτητα περιστροφής	: 22 και 14 RPM
Έλεγχος ισχύος	: Αεροδυναμική αποκόλληση (stall controlled)
Ενέργεια σε μέση ταχ. 7,0 m/s	: 1.850 MWh/έτος

Υ/Σ

Τύπος/κατασκευαστής	: Ελαιίου/Schneider Electric Ελλάς
Ονομ. ισχύς	: 1000 kVA
Ονομ. Τάση	: 0.69/20 kV
Τάση βραχυκυκλώσεως	: 5.84 %

Ο παραπάνω Υ/Σ αποτελείται από τρία ξεχωριστά διαμερίσματα, στα οποία στεγάζονται αντίστοιχα οι κυψέλες Μ.Τ., ο μετασχηματιστής ισχύος (μεσαίο τμήμα) και η διανομή της χαμηλής τάσης (Χ.Τ). Οι διαστάσεις τους είναι 1.5 X 3.0 μέτρα και το ύψος 2.0 μέτρα.

A/Γ No 2.



Εικόνα 3.9: Α/γ Enercon E-48

A/Γ No 2.

Τύπος/κατασκευαστής	: Enercon E-48 (Γερμανία)
Ονομ. ισχύς	: 800 kW
Διάμετρος/ύψος πύργου	: 48.0 m/46.0 m
Ταχύτητα περιστροφής	: 16 έως 32 RPM
Ύψος πτερυγίου από έδαφος	: 72.0 m/24.0 m
Έλεγχος ισχύος	: Μεταβλητό βήμα - μεταβλητές στροφές (pitch controlled- variable speed)
Ενέργεια σε μέση ταχ. 7,0 m/s	: 2.180 MWh/έτος

A/Γ No 3.



Εικόνα 3.10: A/γ Vestas V90

A/Γ No 3.

Τύπος/κατασκευαστής	: Vestas V90 (Δανία)
Ονομ. ισχύς	: 3000 kW
Διάμετρος/ύψος πύργου	: 90.0 m/90.0 m
Ταχύτητα περιστροφής	: 10 έως 14 RPM
Ύψος πτερυγίου από έδαφος	: 135.0 m/45.0 m
Βάρος ολικό	: 290 t
Έλεγχος ισχύος	: Μεταβλητό βήμα -μεταβλητές στροφές (pitch controlled-variable speed)
Ενέργεια σε μέση ταχ. 7,0 m/s	: 7.000 MWh/έτος

Κατά τα τελευταία έτη η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην Ελλάδα που κυμαίνονται περί τα 0,85-0,9 MWe η κάθε μία. Ειδικά κατά την πιο πρόσφατη περίοδο έχουν εγκατασταθεί ανεμογεννήτριες ισχύος 1,3MWe και 3MWe η κάθε μία. Γενικά εκτιμάται ότι η τάση εγκατάστασης ανεμογεννητριών όλο και μεγαλύτερης ισχύος θα συνεχισθεί αλλά όχι απεριόριστα, δεδομένων και των προβλημάτων μεταφοράς και εγκατάστασής τους.

Περαιτέρω, πρέπει να σημειωθεί ότι η ονομαστική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας δεν καθορίζεται μονοσήμαντα από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και ειδικότερα τη διάμετρο του ρότορα. Για παράδειγμα, ήδη υπάρχουν και προσφέρονται στην διεθνή και ελληνική αγορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο ρότορα 90m και ονομαστική ισχύ 1,8MWe, 2MWe και 3MWe. Ο συνδυασμός της ονομαστικής ισχύος της μηχανής και του μεγέθους

του ρότορα επιλέγεται κάθε φορά ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπικού αιολικού δυναμικού μιας συγκεκριμένης θέσης (π.χ. μια ανεμογεννήτρια που εγκαθίσταται σε θέση χαμηλού σχετικά αιολικού δυναμικού πρέπει να καλύπτει μια μεγάλη σχετικά επιφάνεια ανέμου –swept area-και άρα απαιτεί ρότορα 58-60m, για να παράγει ονομαστική ισχύ 0,85MWe, ενώ μια ανεμογεννήτρια με ίδιου μεγέθους ρότορα 60m σε μία θέση υψηλού αιολικού δυναμικού μπορεί να αποδώσει ονομαστική ισχύ 1,2MWe. Θεωρητικά, σε θέσεις με υψηλότερο αιολικό δυναμικό μια ανεμογεννήτρια με ρότορα 60m και ιδιαίτερη διαστασιολόγηση, ώστε να αντέχει σε μεγάλα φορτία και δυνάμεις, μπορεί να αποδώσει ονομαστική ισχύ έως και 1,5MWe).

Η παρατήρηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι η επίδραση στο τοπίο και γενικότερα η επίπτωση που προκαλεί μια Α/Γ από περιβαλλοντικής και χωροταξικής άποψης, εξαρτάται από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά τα οποία –όπως αναλύθηκε-δεν συνδυάζονται με την ονομαστική της ισχύς. Περαιτέρω, η διάμετρος του ρότορα καθορίζει σχεδόν μονοσήμαντα όλα τα υπόλοιπα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της Α/Γ (ύψος πυλώνα, πλάτος πυλώνα, μέγεθος ατράκτου κλπ.) και επομένως αρκεί ως μονάδα εκτίμησης της επίδρασης μιας Α/Γ.

Ο συνδυασμός του μοναδιαίου συντελεστή του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού (75,86 στρέμματα) με τη τυπική ανεμογεννήτρια (διάμετρος 85m) είναι σημαντικός διότι –γίνεται φανερό ότι-ο απλός δείκτης επιφάνεια χώρου / ανά ισχύ, χωρίς συνδυασμό της διαμέτρου, δεν είναι αξιόπιστος, αφού θα οδηγούσε στο άτοπο συμπέρασμα ότι π.χ. τρεις ανεμογεννήτριες διαφορετικής ονομαστικής ισχύος 1,8MWe, 2MWe και 3MWe με ίδια διάμετρο ρότορα 90m επιφέρουν διαφορετική κάλυψη εδάφους.

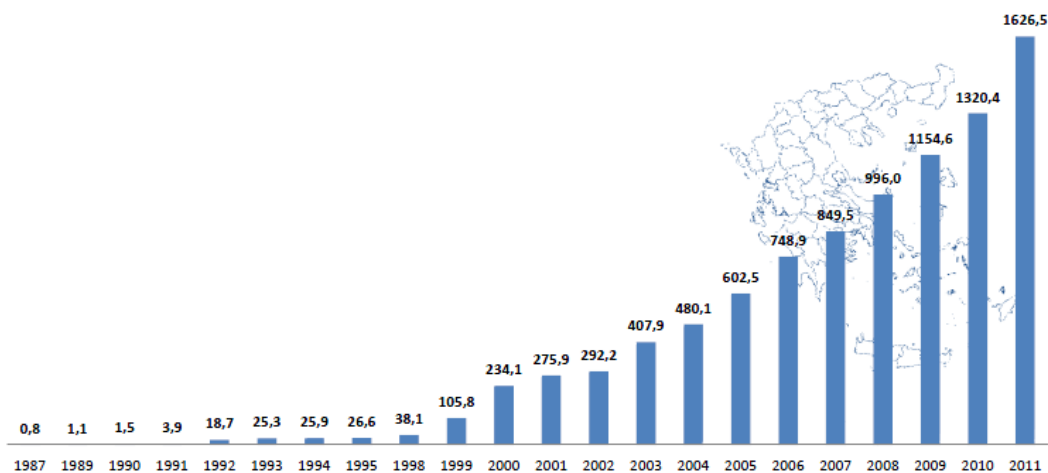
Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι για την τελική χωροθέτηση θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η διάμετρος του ρότορα και σύμφωνα με αυτήν και τον μοναδιαίο συντελεστή η κάλυψη ανά Α/Γ παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4 που ακολουθεί.

Πίνακας 3.4: Πίνακας διαμέτρου ρότορα και μοναδιαίου συντελεστή που του αντιστοιχεί.

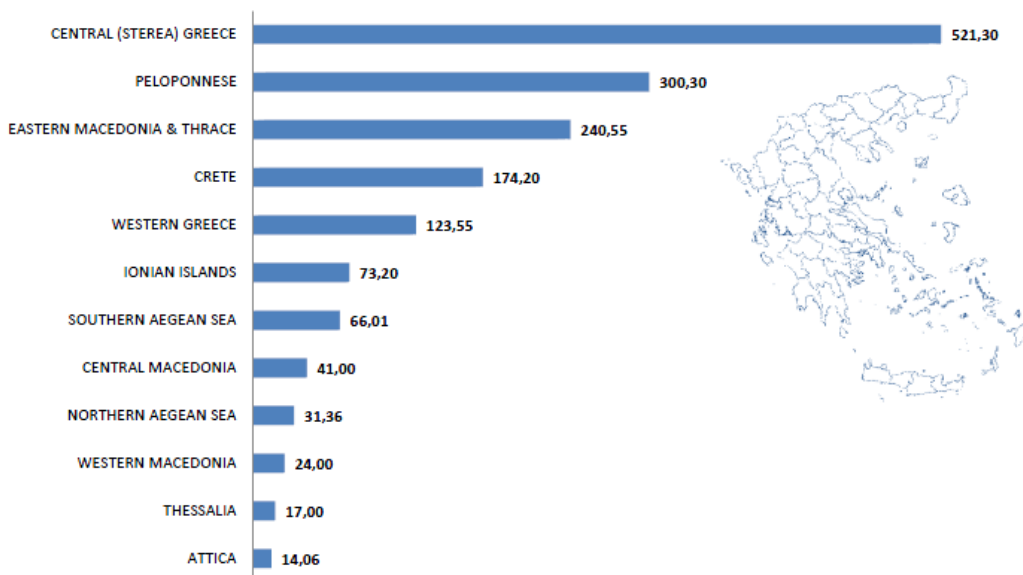
Πηγή: Γιάννης Ασημακόπουλος-ΕΚΟΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΧΣ & ΑΑ για τις ΑΠΕ Ιανουάριος - 41 - 2007.

Διάμετρος (m)	Μοναδιαίος συντελεστής (στρέμματα/Α/Γ)
44	39,27
52	46,40
85	75,86
90	80,32
110	98,17

Στατιστικά του ανέμου για την Ελλάδα



Σχήμα 3.22: Συνολικά εγκατεστημένη ισχύς σε MW. Πηγή: The HWEA Wind Statistics



Σχήμα 3.23: Εγκατεστημένα MW ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. Πηγή: The HWEA Wind Statistics

Από τα σχήματα 3.22 και 3.23 παρατηρείται συνεχής αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος στην Ελλάδα, ιδιαίτερα στην Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο.

3.4 Τεχνητός Φωτισμός και χρήση LED

Γενικά ο τεχνητός φωτισμός θα πρέπει να λειτουργεί συμπληρωματικά του φυσικού φωτισμού.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια για τον τεχνητό φωτισμό ενός χώρου εξαρτάται κυρίως από τη απαιτούμενη φωτεινή ροή Φ , όπως υπολογίζεται από τη μελέτη φωτισμού, από τα χαρακτηριστικά των επιλεγμένων λαμπτήρων και την ύπαρξη συστημάτων ελέγχου τεχνητού φωτισμού.



Εικόνα 3.11: Φωτισμένος πύργος. Πηγή: http://www.lighting.philips.gr/projects/hsbc_tower

3.4.1 Είδη λαμπτήρων

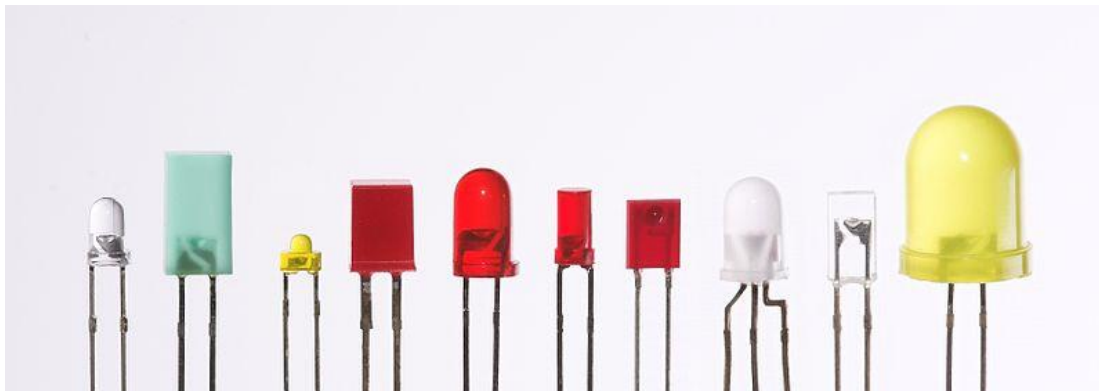
Τα είδη των λαμπτήρων και τα χαρακτηριστικά τους ποικίλουν.

Οι φωτεινές πηγές που χρησιμοποιούνται σήμερα στον αρχιτεκτονικό φωτισμό μπορούν να χωριστούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) λαμπτήρες πυράκτωσης (αλογόνου-ιωδίνης, απλοί) β) λαμπτήρες εκκένωσης με ατμούς αερίων, χαμηλής ή υψηλής πίεσης, που παίρνουν το όνομά τους από το είδος του αερίου που χρησιμοποιούμε για την εκκένωση (φθορισμού, HQI κλπ. Εικόνα 3.12) και γ) λαμπτήρες LED.

Πηγές χαμηλής πίεσης αερίων είναι οι λάμπες φθορισμού και οι λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης. Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, αλογονιδίων των μετάλλων και υψηλής πίεσης νατρίου θεωρούνται πηγές υψηλής πίεσης αερίων.



Εικόνα 3.12: Είδη λαμπτήρων. Πηγή: <http://www.buy-lightbulbs.com/>



Εικόνα 3.13: Είδη λαμπτήρων LED. Πηγή: <http://www.buy-lightbulbs.com/>

Ανάλογα με το χρώμα που εκπέμπουν οι λαμπτήρες κατά την λειτουργία τους διακρίνονται σε ψυχρούς λαμπτήρες (το φάσμα τους πλούσιο σε κυανή ακτινοβολία) και σε θερμούς (το φάσμα τους πλούσιο σε ερυθρές ακτινοβολίες), που δημιουργούν θερμή ή ψυχρή εντύπωση αντίστοιχα.

Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Από 1ης Σεπτεμβρίου 2010, ο λαμπτήρας πυρακτώσεως των 75 watt (Εικόνα 3.14) σταματά να παράγεται και να εισάγεται και μέχρι το Σεπτέμβριο του 2012, θα παραχωρήσει τη θέση του σε βελτιωμένους λαμπτήρες πυράκτωσης (με τεχνολογία αλογόνου), συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), που είναι και οι ευρύτερης κατανάλωσης και διόδους εκπομπής φωτός (LED), που δεν περιέχουν υδράργυρο.

Η λειτουργία των λαμπτήρων πυράκτωσης (με ή χωρίς αλογόνο) βασίζεται στην παραγωγή ακτινοβολίας, εξαιτίας της υπερθέρμανσης ενός νήματος από βολφράμιο, μέταλλο με πολύ υψηλό σημείο τήξης (3,400°).

Οι πιο σύγχρονοι λαμπτήρες πυρακτώσεως ιωδίνης έχουν υψηλή σταθερή φωτεινή ροή, μεγάλη διάρκεια ζωής και θερμοκρασία χρώματος κατάλληλη για την παρουσίαση αντικειμένων και στην διακόσμηση εσωτερικών χώρων.



Εικόνα 3.14: Λαμπτήρας πυρακτώσεως. <http://www.buy-lightbulbs.com/>

Λαμπτήρες αλογόνου

Αποτελούν μια παραλλαγή της τεχνολογίας των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Λειτουργούν με τη διαβίβαση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ίνας βολφραμίου, που είναι κλεισμένη σε σωλήνα που περιέχει αέριο αλογόνου.

Οι λαμπτήρες αλογόνου έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο αποτελεσματικοί με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Είναι σχετικά μικροί σε μέγεθος και ελέγχονται με dimmer. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι είναι πιο ακριβοί και καίγονται σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία, που θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτελέσει κίνδυνο πυρκαγιάς σε κάποιες περιπτώσεις.

Οι πιο σύγχρονοι λαμπτήρες πυρακτώσεως ιωδίνης έχουν υψηλή σταθερή φωτεινή ροή, μεγάλη διάρκεια ζωής και θερμοκρασία χρώματος κατάλληλη για την παρουσίαση αντικειμένων και στην διακόσμηση εσωτερικών χώρων.



Εικόνα 3.15: Λαμπτήρες αλογόνου Philips. Πηγή: <http://www.lif.co.uk/lamp-guide/incandescent.html>

Λαμπτήρες χαμηλής πίεσης αερίου

Λαμπτήρες φθορισμού

Είναι λαμπτήρες ηλεκτρικής εκκένωσης σε ατμούς υδραργύρου χαμηλής πίεσης. Αποτελούνται από γυάλινο σωλήνα που εσωτερικά είναι επικαλυμμένος με φθορίζουσα

ουσία ,περιέχει προσμίξεις ευγενών αερίων και μία μικρή ποσότητα υδραργύρου, και στα άκρα του έχει από ένα ζεύγος ηλεκτροδίων που καταλήγει εσωτερικά σε ένα χοντρό νήμα από βολφράμιο.

Με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος πραγματοποιείται ηλεκτρική εκκένωση, δηλαδή ροή ηλεκτρονίων από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο. Όταν ένα ηλεκτρόνιο προσκρούει σε ένα άτομο υδρογόνου, παράγεται υπεριώδης ακτινοβολία, μη ορατή από το ανθρώπινο μάτι. Η μετατροπή της σε ορατή πραγματοποιείται από τη φθορίζουσα ουσία στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα.

Για να λειτουργήσουν χρειάζονται:

1.έναν εκκινητή (starter), ο οποίος βραχυκυκλώνει τα ηλεκτρόδια, αφήνοντας να περάσει το απαραίτητο ρεύμα για να τα θερμάνει και να αρχίσει η εκκένωση.

2.μία στραγγαλιστική διάταξη (ballast).

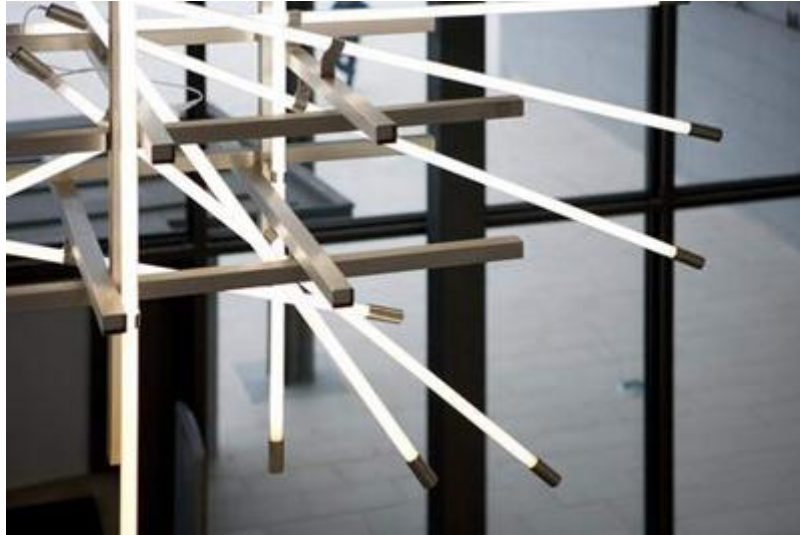
Το ballast είναι ένα κιβώτιο με πηνία και αυτεπαγωγές, το οποίο διορθώνει το συντελεστή ισχύος $\cos\phi$, μειώνοντας έτσι το ρεύμα και άρα την κατανάλωση ενέργειας της λάμπας, χωρίς να επηρεάζει τη φωτεινή της ισχύ. Το ballast μπορεί να είναι ενσωματωμένο στο λαμπτήρα (συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού) ή όχι, ηλεκτρονικό ή μαγνητικό.

Το ηλεκτρονικό ballast προτιμάται γιατί

- I. έχει μεγαλύτερη απόδοση από το μαγνητικό. Μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας ως και 25%.Η μειωμένη κατανάλωση αποδίδεται στη βελτίωση της απόδοσης του λαμπτήρα φθορισμού αλλά και στις μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast.Για παράδειγμα ένα τυπικό φωτιστικό με δύο λάμπες φθορισμού των 36 W απαιτεί ένα ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8 W οπότε η καταναλισκόμενη ισχύς είναι τελικά $2 \times 36 + 8 = 72\text{W}$.Για το ίδιο φωτιστικό απαιτούνται δύο ηλεκτρομαγνητικά ballast με απώλειες $2 \times 36 + 2 \times 8.1 = 88.2\text{W}$
- II. διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δε λειτουργεί, σε αντίθεση με τα συμβατικά τα οποία εξακολουθούν να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνουν ενέργεια
- III. έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με 4 λαμπτήρες σε αντίθεση με τα συμβατικά που λειτουργούν με 2 το πολύ
- IV. υποκαθιστά τη λειτουργία του εκκινητή (starter)
- V. παρέχει τη δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας των λαμπτήρων με διαβαθμιστές (dimmers),ενώ τα συμβατικά όχι.
- VI. επιτρέπει την ένταξη της εγκατάστασης φωτισμού στο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), ενώ τα συμβατικά όχι.

Οι λαμπτήρες φθορισμού διακρίνονται στους σωληνωτούς και τους συμπαγείς:

Οι σωληνωτοί έχουν μεγάλη φωτεινή απόδοση, 70-100Lm/W και διάρκεια ζωής 8.000-10.000 ώρες. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε γραφεία



Εικόνα 3.16: Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού. Πηγή: <http://www.lif.co.uk/lamp-guide/incandescent.html>

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού CFL (Compact Fluorescent Lamps), οι «ηλεκτρονικοί λαμπτήρες οικονομικής κατανάλωσης», είναι ένα σύγχρονο είδος των λαμπτήρων, που λειτουργούν όπως οι λαμπτήρες φθορισμού, αλλά σε πολύ μικρότερο μέγεθος. Έχουν φωτεινή απόδοση 35-55 Lm/W και διάρκεια ζωής περίπου 8.000 ώρες. Τοποθετούνται σε λυχνιολαβή λαμπτήρων πυρακτώσεως (βιδωτό) και στον κάλυκά τους έχουν όλα τα εξαρτήματα που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο σωλήνας φθορισμού που διαθέτουν, όπως ballast.

Για επαγγελματική, βιομηχανική και για οικιακή χρήση και πλέον η χρήση τους είναι πολύ διαδεδομένη σε κάθε είδους εφαρμογές φωτισμού.



Εικόνα 3.17: Λαμπτήρες οικονομικής κατανάλωσης.

Πηγή: <http://anothertitle.com/2008/10/16/fluorescent-lamp/>

Τα πλεονεκτήματα των λαμπτήρων φθορισμού είναι:

1. Η μεγάλη απόδοσή τους, περίπου 85%, η οποία όμως μειώνεται αν ανοιγοκλείνουν συχνά
2. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, μεγαλύτερη από 8000 ώρες

3. μικρή λαμπρότητα και άρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς φωτιστικό σώμα
4. δεν προκαλούν θάμβωση και
5. αναπτύσσουν μικρές θερμοκρασίες

Τα μειονεκτήματα τους είναι:

1. Το υψηλό κόστος και
2. η μειωμένη χρωματική απόδοση.

Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης

Πρόκειται για λαμπτήρες εκκένωσης, οι οποίοι περιέχουν ποσότητα νατρίου και μίγμα αερίου νέου και αργού.

Διαθέτουν δύο κύρια ηλεκτρόδια και ένα βοηθητικό που βρίσκεται κοντά σε ένα από αυτά. Η εκκένωση ξεκινάει μεταξύ του βοηθητικού και του γειτονικού του ηλεκτροδίου με τη βοήθεια του εναυστήρα (ignitor) και αποδίδει ερυθρό φως χαμηλής έντασης. Μόλις η θερμοκρασία των υδρατμών φτάσει τους 2600C ξεκινάει η εκκένωση μεταξύ των κύριων ηλεκτροδίων, οπότε διεγείρονται τα άτομα νατρίου, και το αποδιδόμενο φως είναι κίτρινο.

Τα πλεονεκτήματα τους είναι:

1. η μεγάλη απόδοση τους, 120 Lm/W
2. η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, άνω των 1.200 ωρών
3. ότι διατηρούν μεγάλο ποσοστό της αρχικής φωτεινής τους ροής αν λειτουργούν συνεχώς

Το βασικό μειονέκτημα τους είναι:

Η κακή απόδοση των χρωμάτων καθώς το φως που παράγεται είναι κίτρινο, σχεδόν μονοχρωματικό.

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης έχουν κόστος λειτουργίας (κατανάλωση ρεύματος) τρεις φορές μικρότερο για ίδια ποσότητα φωτισμού σε σχέση με τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου. Χαρακτηριστικό των λαμπτήρων χαμηλής πίεσης ατμών νατρίου είναι ότι δίνουν φως μονοχρωματικό κίτρινο, για αυτό βρίσκουν εφαρμογή εκεί όπου δε μας ενδιαφέρει η σωστή απόδοση των χρωμάτων. Επίσης το φως από λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης διεισδύει σε ομιχλώδεις συνθήκες. Για τους λόγους αυτούς οι λαμπτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για το φωτισμό αυτοκινητόδρομων αλλά και δρόμων πόλεων τελευταία, αεροδρομίων, λιμενοβραχιόνων κλπ.



Εικόνα 3.18: Φωτισμός κτιρίου με λαμπτήρες εκκένωσης. Πηγή:
<http://urbngreen.com/?m=200806>

Λαμπτήρες υψηλής πίεσης αερίου

Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης

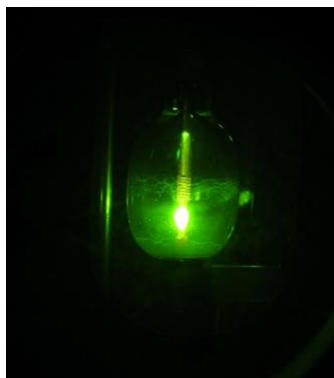
Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης έχουν καλύτερη χρωματική απόδοση. Οπότε αντικαθιστούν τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης εκεί όπου ενοχλεί το μονοχρωματικό κίτρινο φως και τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερο κόστος. Οι λαμπτήρες αυτοί δίνουν χρώμα φωτισμού χρυσόλευκο. Η εκκένωση στο σωλήνα γίνεται με πίεση 200 mmHg και σε θερμοκρασία 1000° C.



Εικόνα 3.19: Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης. Πηγή: <http://www.outdoorlightinglamps.com/security-lights>

Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

Ένας λαμπτήρας ατμών υδραργύρου παράγει μπλε-πράσινο ορατό φως. Για να βελτιωθεί αυτό το χρώμα, τοποθετείται επίστρωση του φωσφόρου στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού περιβλήματος. Η υπεριώδης ενέργεια που παράγεται από το τόξο στο εσωτερικό του λαμπτήρα διεγείρει την επίστρωση φωσφόρου παράγοντας πρόσθετο ορατό φως, που βελτιώνει τη χρωματική απόδοση του λαμπτήρα. Τα κύρια χρώματα που προστίθενται από το φώσφορο είναι τα κόκκινα και τα πορτοκαλί.



Εικόνα 3.20: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης. Πηγή: <http://www.outdoorlightinglamps.com/security-lights>

Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου με μεταλλικά αλογονίδια

Συχνά προστίθενται στους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου μεταλλικά αλογονίδια για τη βελτίωση της ποιότητας του παρεχόμενου χρώματος, επειδή κάνουν το φάσμα ακόμη περισσότερο συνεχές. Τα πιο κοινά μέταλλα που χρησιμοποιούνται είναι το θάλλιο, ίνδιο ή

ιωδιούχο νάτριο.



Εικόνα 3.21: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου με μεταλλικά αλογονίδια. Πηγή:
<http://www.archithings.com/osram-ceramic-lamps-now-as-100w-systems/2009/08/10>

Λαμπτήρες LED (Light Emitting Diodes)

Αποτελούν την νεότερη κατηγορία λαμπτήρων. Είναι δίοδοι εκπομπής φωτός, χωρίς ίνα, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ουσιαστικά πρόκειται για ομάδες L.E.D. με κατάλληλη συνδεσμολογία που ελέγχονται από ηλεκτρονικό κύκλωμα και είναι τοποθετημένες στο εσωτερικό μιας λυχνίας, που η μορφή της εξωτερικά μοιάζει με αυτή των λαμπτήρων πυράκτωσης.



Εικόνα 3.22: Λαμπτήρες LED. Πηγή:
<http://www.flickr.com/photos/leipzi1/3428123379/in/photostream/>

Πλεονεκτήματα των LEDs

ΑΠΟΔΟΣΗ: Παράγουν περισσότερα lm/W συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.

ΧΡΩΜΑ: Εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.

ΜΕΓΕΘΟΣ: Είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πλάκες αποτύπωσης.

ΧΡΟΝΟΣ ON/OFF: Έχουν γρήγορη απόκριση. Ένα τυπικό κόκκινο LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ: Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε

ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED.

ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ: Έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΔΑΣΜΟΥΣ: Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.

ΕΣΤΙΑΣΗ: Μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ: Δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.

Μειονεκτήματα των LEDs

ΥΨΗΛΟ ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ: Τα LED σήμερα είναι ακριβότερα στην αγορά τους απ' ότι οι κοινές τεχνολογίες φωτισμού. Όμως αυτό το κόστος αντισταθμίζεται με την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που έχουν.

ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ: Η λειτουργία τους έχει ισχυρή εξάρτηση από της θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στον χώρο που τα περιβάλλει. Σε περιβάλλον υψηλών θερμοκρασιών, τα LED μπορούν να υπερθερμανθούν και να υποστούν ζημιά. Αυτός ο παράγοντας είναι πολύ σημαντικός λαμβάνοντας υπόψη ότι οι αυτοκινητιστικές, στρατιωτικές και ιατρικές εφαρμογές απαιτούν η συσκευή να λειτουργεί σε ένα επαρκώς μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και να είναι ανθεκτική στις βλάβες.

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΤΑΣΗ: Τα LED είναι αρκετά ευαίσθητα στη τάση και κατ' επέκταση στο ρεύμα που τα τροφοδοτεί. Έτσι πολλές φορές χρησιμοποιούνται σειρές αντιστάσεων ή πηγές ελέγχου του ρεύματος.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΣ: Τα περισσότερα ψυχρού λευκού LED έχουν φάσμα που διαφέρει σημαντικά από αυτό ενός ακτινοβολία μελανού σώματος όπως ο ήλιος ή ο λαμπτήρας πυράκτωσης. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα κάποιων αντικειμένων μπορεί να φαίνεται διαφορετικό κάτω από μια LED ψυχρού λευκού απ' ότι θα φαίνονταν κάτω από το φως του ήλιου ή κάτω από μια λάμπα πυράκτωσης.

ΦΩΤΟΡΥΠΑΝΣΗ: Επειδή τα μπλε LED και αυτά του ψυχρού λευκού είναι πλέον ικανά να εκπέμπουν περισσότερο μπλε φως απ' ότι οι κοινές πηγές φωτός όπως οι λάμπες νάτριου υψηλής πίεσης, η ισχυρή εξάρτηση από το μήκος κύματος της σκέδασης Rayleigh σημαίνει ότι τα LED μπορούν να προκαλέσουν περισσότερη φωτορύπανση απ' ότι οι άλλες πηγές φωτός.

Συνολικά ,τα πλεονεκτήματα τους, όπως η παραγωγή χρωματιστού φωτός χωρίς οπτικά φίλτρα και η δυνατότητα για εναλλαγή χρωμάτων, ξεπερνούν κατά πολύ τα μειονεκτήματα τους. Αδιαμφισβήτητα, ο φωτισμός με LED είναι ο φωτισμός του μέλλοντος.

Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Περιγραφή οικίας-ξενώνα

4.1 Αναλυτική περιγραφή της οικίας

Ως μοντέλο της πρακτικής εφαρμογής θα χρησιμοποιηθεί η παρακάτω οικία- ξενώνας στη Μάνη του νομού Μεσσηνίας (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1: Φωτογραφία της πέτρινης οικίας-ξενώνα στη Μάνη.

Πρόκειται για μια διώροφη πέτρινη μονοκατοικία 100 m² με κήπο και πέτρινο φράχτη. Στο ισόγειο (70 m²) υπάρχουν ένα δωμάτιο, γραφείο, λουτρό , ευρύχωρο καθιστικό με κουζίνα και μια διαμήκης μεγάλη βεράντα. Στον δεύτερο όροφο υπάρχει ένα μεγάλο υπνοδωμάτιο, το δεύτερο λουτρό και μια ακόμη βεράντα.

Στις Εικόνες 4.2 και 4.3 φαίνονται τα πρώτα στάδια εργασίας της αναπαλαίωσης. Στόχος ήταν να διατηρηθεί απόλυτα η αισθητική της πέτρας που κυριαρχεί στη Μάνη, αλλά και ο παραδοσιακός τρόπος κατασκευής ο οποίος είναι σαφέστατα επηρεασμένος από τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής.



Εικόνα 4.2: Φωτογραφία πριν την αναπαλαίωση της πέτρινης οικίας.

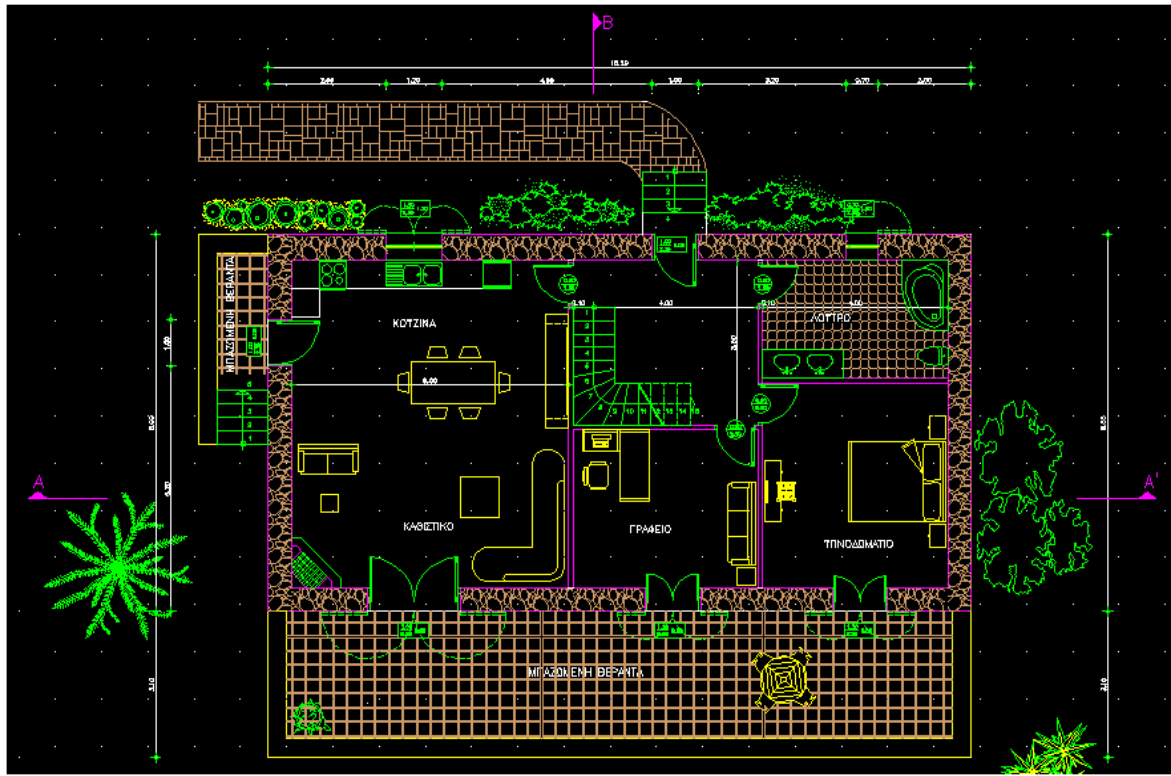


Εικόνα 4.3: Φωτογραφία από τα πρώτα στάδια εργασίας της αναπαλαίωσης της πέτρινης οικίας-ξενώνα.

4.2 Κατόψεις οικίας

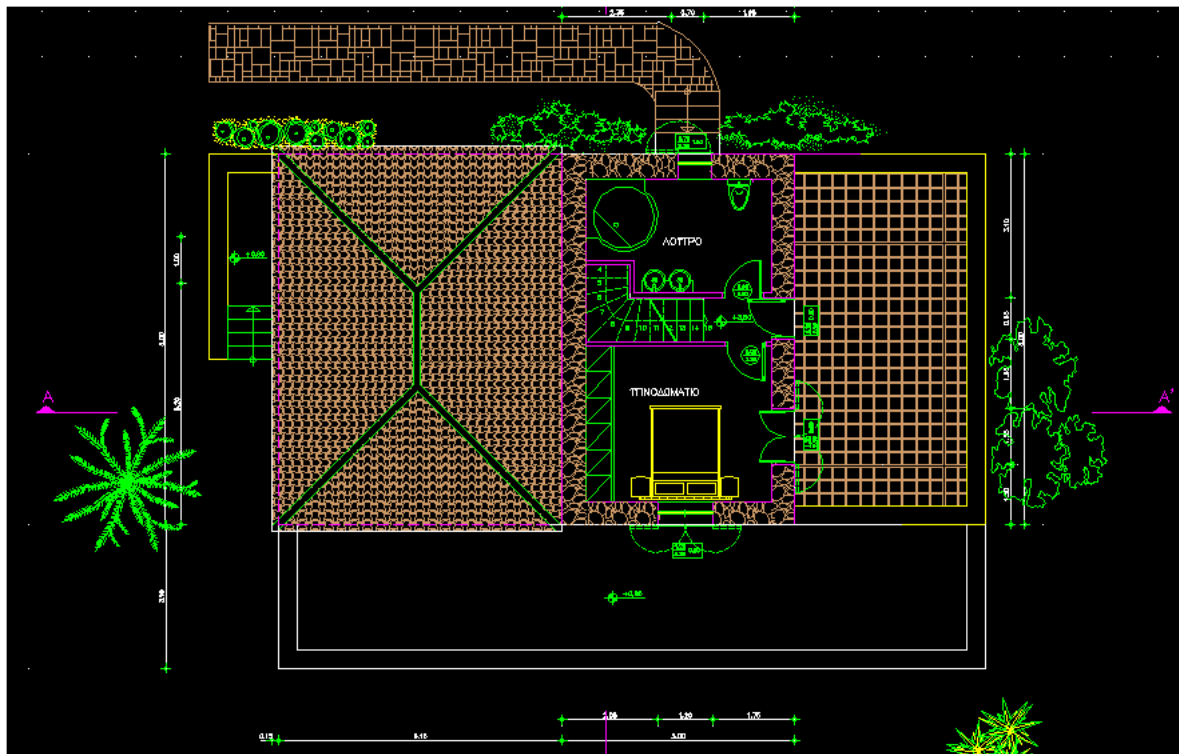
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται σε autocad οι κατόψεις του Α και Β ορόφου της οικίας στη Μάνη.

Α όροφος



Σχήμα 4.1:Κάτοψη Α ορόφου της οικίας-ξενώνα.

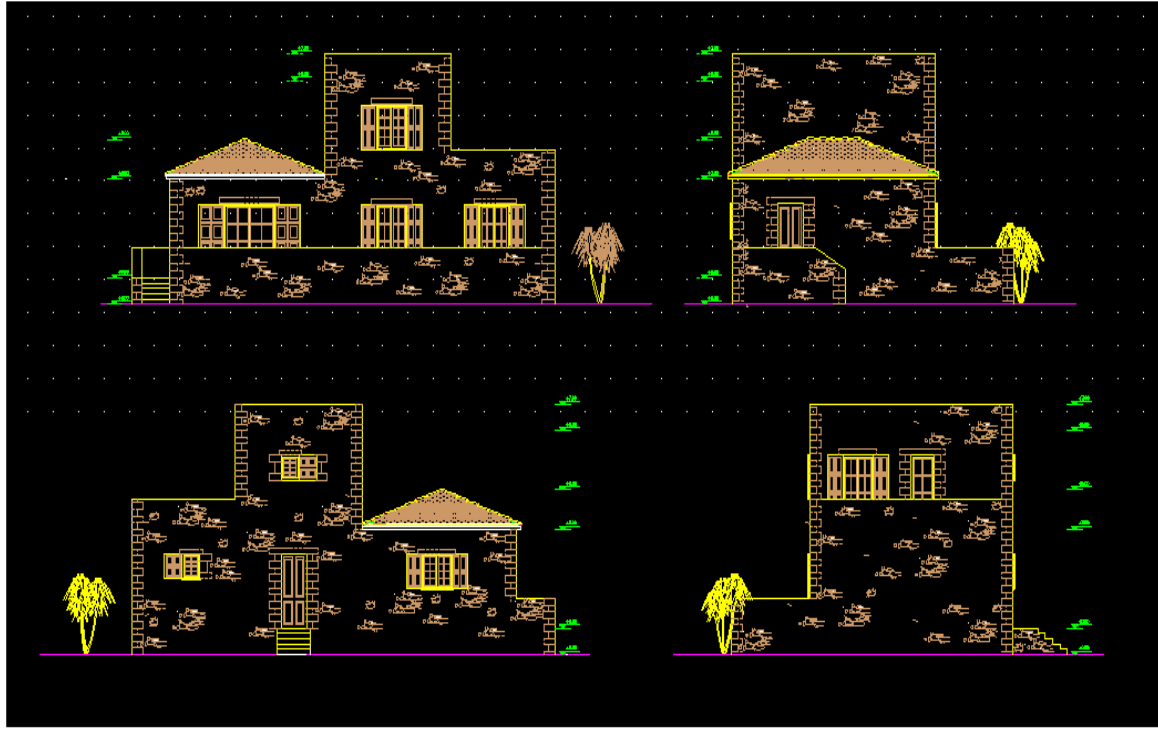
Β όροφος



Σχήμα 4.2:Κάτοψη Β ορόφου της οικίας-ξενώνα.

4.3 Όψεις οικίας

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι τέσσερις εξωτερικές όψεις (Σχήμα 4.3) και δύο κάθετες τομές (Σχήμα 4.4) της οικίας-ξενώνα.



Σχήμα 4.3: Οι τέσσερις εξωτερικές όψεις της οικίας-ξενώνα.



Σχήμα 4.4: Η τομή Α-Α' και Β-Β' της οικίας-ξενώνα.

4.4 Γιατί η επιλογή οικίας στη Μάνη :

Την επιλογή επηρέασε η συνεχόμενη άνοδος του οικολογικού τουρισμού (ecotourism) στην Ελλάδα καθώς και η ανάγκη ανάπτυξης τεχνογνωσίας για εναλλακτική ηλεκτροδότηση σε απομονωμένα χωριά.

4.5 Γιατί πέτρινος ξενώνας;

Γιατί είναι πιο εύκολο να βρεθούν προγράμματα στήριξης τουριστικών υποδομών . Για παράδειγμα υπάρχει το πρόγραμμα GREEN LODGES το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του προγράμματος «Ευφυής Ενέργεια» (Intelligent Energy for Europe). Η διεξαγωγή του προγράμματος λαμβάνει χώρα από επτά ευρωπαϊκές χώρες και εννέα ερευνητικούς φορείς Ελλάδα – ΚΑΠΕ, Ιταλία – ASTER, Αυστρία – ΑΕΑ (EVA), Βέλγιο – ICEDD, Γαλλία – EE74, Πορτογαλία – EDV ENERGIA, Ισπανία – ENERNALON, AGENER, BESEL (ο οποίος είναι και ο συντονιστής του προγράμματος).

Ο κύριος στόχος του προγράμματος είναι η προώθηση της εφαρμογής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) σε μικρά καταλύματα (μικρά ξενοδοχεία, καταλύματα μοναστηριών, γηροκομεία) ημιαστικών περιοχών ώστε να καλυφθεί ένα μέρος της ενεργειακής ζήτησης αυτών. Τα χαρακτηριστικά των καταλυμάτων που επιλέχθηκαν αναλύονται παρακάτω. Όλη η πληροφορία που θα συλλεχθεί κατά τη διάρκεια του προγράμματος θα είναι σημαντική και για μελλοντικές δραστηριότητες στον ίδιο τομέα.

Τα επιλεγμένα κτίρια μπορεί να είναι:

- i. Κτίρια που βρίσκονται στην ύπαιθρο και χρησιμοποιούνται για ξενώνες.
 - ii. Μπορούν να είναι ανακαινισμένα ή καινούργια κτίρια, τα οποία σέβονται τα τοπικά οικιστικά χαρακτηριστικά, εν συντομία, κτίρια με καλή και ενσωματωμένη αρχιτεκτονική στην περιοχή.
 - iii. Παράλληλες δραστηριότητες των εγκαταστάσεων (ως φάρμες, ή Μοναστήρια) είναι αποδεκτές. Ο φιλοξενούμενος δηλαδή να συμμετέχει στις δραστηριότητες του οικήματος (αγροτικές εργασίες, προσευχές ή συμμετέχοντας στις δραστηριότητες των μοναχών).
- Τα καταλύματα μπορούν να βρίσκονται σε απομονωμένες περιοχές ή και κοντά σε επαρχιακές πόλεις, ή μέσα σε μικρά χωριά, αλλά σε κάθε περίπτωση, σε περιοχές με καθαρό, ήρεμο και ευχάριστο περιβάλλον.
- Μπορούν να νοικιαστούν ως σύνολο, (όλο το κτίριο) ή μόνο τα δωμάτια. Τα καταλύματα μπορεί να είναι μοναδικά κτίρια, με πολλά δωμάτια, ή μπορεί να είναι ένα σύνολο κτιρίων μέσα σε μία καθορισμένη περιοχή (π.χ. μερικά ξυλόσπιτα στη πλαγιά ενός βουνού).
- vi. Τα δωμάτια/κρεβάτια μπορεί να βρίσκονται ξεχωριστά από την οικία του ιδιοκτήτη ή ακόμα και μέσα σε αυτή, και θα μπορούν να νοικιαστούν για μερικές μέρες, σαββατοκύριακα, αρκετές εβδομάδες, μήνα, κτλ.

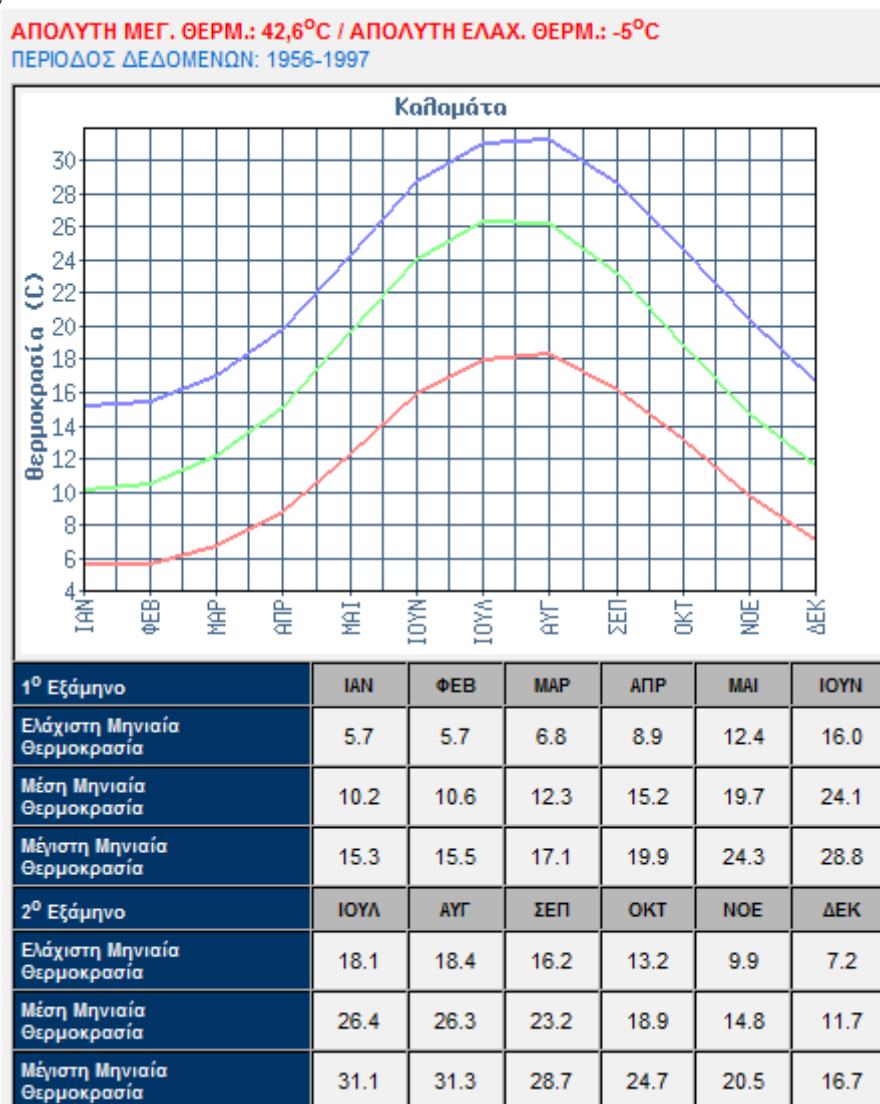
Με βάση αυτό το γενικό προσδιορισμό, σε αυτό το έργο συμπεριλαμβάνονται ως αγροτικές κατοικίες οι παρακάτω τύποι κτιρίων:

- 1.Μικρά σπίτια ή ομάδες σπιτιών, με αριθμό δωματίων να κυμαίνεται από 2 μέχρι 12, και με χωρητικότητα για 25-30 ανθρώπους (θεωρώντας όλες τις κατασκευές ως σύνολο).
- 2.Απομονωμένοι ορεινοί καταυλισμοί.
- 3.Ειδικές κατασκευές, όπως μικρά κάστρα ή Μοναστήρια. Χωρητικότητας 20-25 δωματίων / 40 φιλοξενουμένων.
- 4.Μικρά ξενοδοχεία ή SPA στην εξοχή. Χωρητικότητας 20-25 δωματίων / 40 φιλοξενουμένων

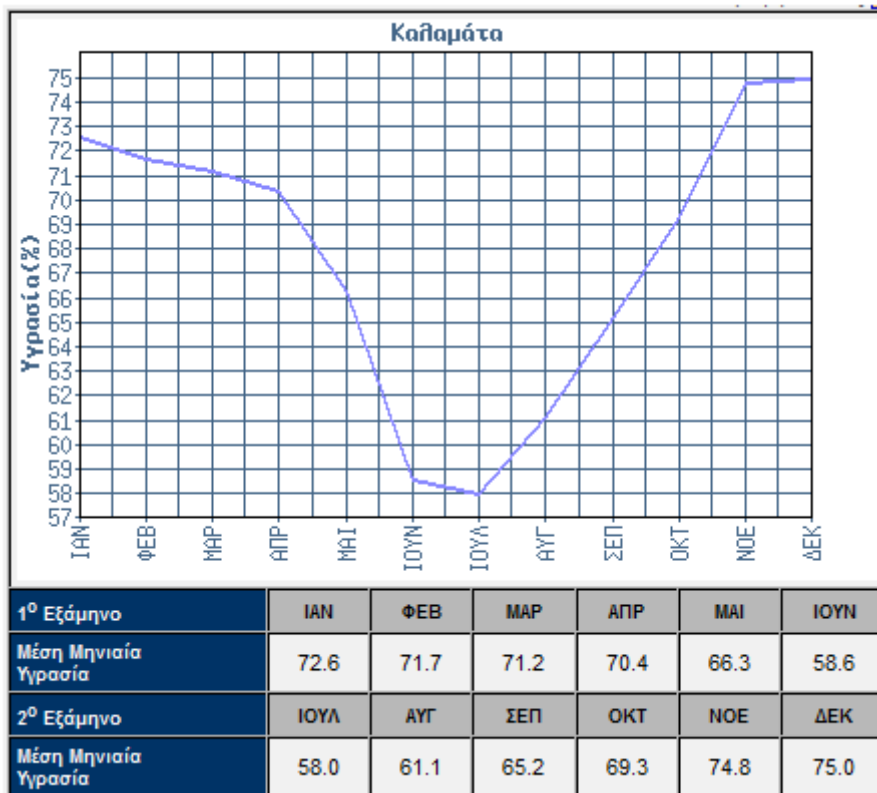
Από τα παραπάνω αλλά και από την πληθώρα των προγραμμάτων που αναφέρει το ΥΠ.ΠΑΝ είναι φανερή η πολύ σημαντική ανάπτυξη του πράσινου τουρισμού στην Ελλάδα. Γι αυτό το λόγο επιλέχθηκε η ενεργειακά αυτόνομη οικία στη Μάνη να λειτουργεί ως ξενώνας – πρότυπο πράσινης ανάπτυξης.

4.6 Κλιματολογικά δεδομένα Καλαμάτας

Στα σχήματα 4.5 και 4.6 παρουσιάζονται τα κλιματολογικά στοιχεία για την περιοχή της Καλαμάτας.



Σχήμα 4.5: Πίνακας με τη μέση μηνιαία κατανομή θερμοκρασίας στην περιοχή της Καλαμάτας. Πηγή EMY



Σχήμα 4.6: Πίνακας με τη μέση μηνιαία κατανομή υγρασίας στην περιοχή της Καλαμάτας.
Πηγή ΕΜΥ

Παρατηρήσεις:

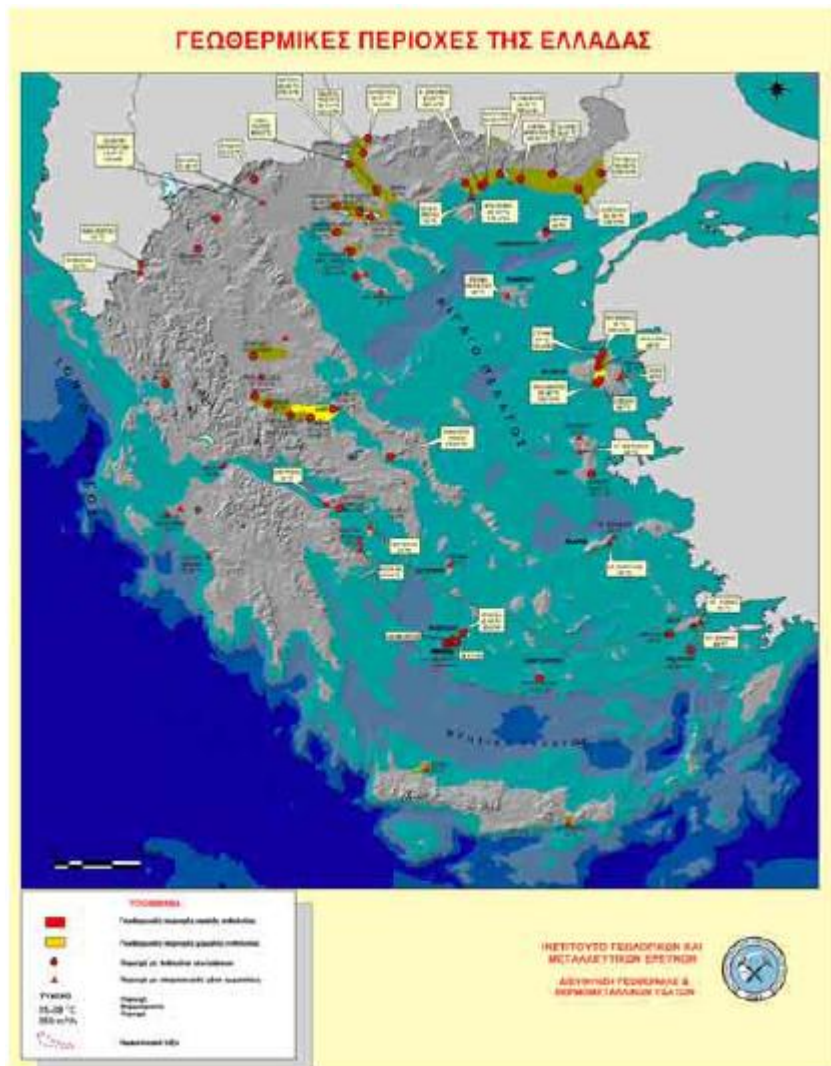
Στην περιοχή της Μάνης, λόγω των κρύων ρευμάτων από τα γύρω βουνά η θερμοκρασία το χειμώνα είναι τουλάχιστον 5 °C λιγότερο από την Καλαμάτα και η υγρασία κατά μέσο όρο στο 50%. Παρόλα αυτά δεν μετράται θερμοκρασία το χειμώνα κάτω των μηδέν βαθμών, ειδικά για τις παραθαλάσσιες περιοχές. Το καλοκαίρι η Μάνη είναι μια από τις περιοχές με την μεγαλύτερη ηλιοφάνεια στην Ελλάδα.

4.7 Εξέταση των γεωθερμικών πεδίων στην περιοχή της Μάνης

Αρχικά εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας στον κλιματισμό της οικίας.



Εικόνα 4.5: Γεωθερμικές περιοχές του ελλαδικού χώρου με τις κύριες γεωτεκτονικές δομές. (πηγή IENE)



Εικόνα 4.6: Γεωθερμικά πεδία στον ελληνικό χώρο (πηγή ΙΓΜΕ).

Από τους παραπάνω χάρτες παρατηρούμε ότι τα γεωθερμικά πεδία της Μάνης είναι από τα πιο ασθενή της Ελλάδας. Λαμβάνοντας υπόψη τους κλιματολογικούς χάρτες της ΕΜΥ καθώς και το κόστος της τοποθέτησης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, οδηγηθήκαμε στην αναζήτηση διαφορετικών μεθόδων κλιματισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Πράσινες Συσκευές

5.1 Γενικά

Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση των συσκευών μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους:

- 1) Επιλογή οικιακών συσκευών υψηλής ενεργειακής απόδοσης- βάσει της ενεργειακής τους ετικέτας, όπως αναφέρθηκε στο σχετικό κεφάλαιο της θεωρίας.
- 2) Επιλογή ηλεκτρικών συσκευών κατάλληλου μεγέθους και κατάλληλης ισχύος. Είναι απαραίτητη η σωστή εκτίμηση των αναγκών της οικίας, πριν την αγορά οικιακής συσκευής, έτσι ώστε να επιλέγονται συσκευές κατάλληλου μεγέθους και κατάλληλης ισχύος, όπως ψυγείο χωρητικότητας ανάλογης των αναγκών των ενοίκων.
- 3) Απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών που δε χρησιμοποιούνται. Αποτελεί ένα πολύ απλό μέσο εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και αρκετά αποτελεσματικό. Με απενεργοποίηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όταν δε χρησιμοποιείται, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 50-75%, σύμφωνα με τη Greenpeace. Ομοίως με το σβήσιμο των λαμπτήρων όπου δε χρειάζονται (σε κάθε ένοικο του σπιτιού αντιστοιχεί το πολύ ένα φωτιστικό σώμα, επομένως , ιδανικά κάθε στιγμή πρέπει να λειτουργούν φωτιστικά σώματα, σε αριθμό το πολύ όσα είναι οι ένοικοι).
- 4) Συνετή χρήση των συσκευών κατά τη λειτουργία τους. Για παράδειγμα, σβήσιμο του ματιού της κουζίνας ή του φούρνου λίγα λεπτά πριν ολοκληρωθεί το μαγείρεμα.
- 5) Περιορισμός της φάσης αναμονής. Οι συσκευές καταναλώνουν ενέργεια ακόμη και στη φάση αναμονής, οπότε και εκτελούν κάποια βοηθητική λειτουργία, όπως ένδειξη ώρας. Είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας με απενεργοποίηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών(όπως την τηλεόραση, τον υπολογιστή , τους φορτιστές) από το διακόπτη on-off .

Σημείωση: Για τα παραπάνω θα μπορούσε να γίνεται ενημέρωση των ενοίκων μέσου εντύπου.

5.2 Ενδεικτικές ώρες χρήσης οικιακών συσκευών.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τυπικές ώρες χρήσεις διαφόρων οικιακών συσκευών και Η/Υ αντίστοιχα.

Πίνακας 5.1: Ώρες χρήσης συσκευών. Πηγή:Μαλαμής, Β. (1999), Αυτόνομες εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μικρού & μεσαίου μεγέθους, Αθήνα: Εκδόσεις "ΙΩΝ".

α/α	Συσκευή	Ισχύς (Watt)	Χρόνος λειτουργίας (Ώρες για κάθε μέρα)	Χρόνος λειτουργίας (Μέρες για κάθε εβδομάδα)
1	Ψυγείο (Α' Εν. Κλάσης)	200	6,00	7
2	Τηλεόραση 17''	60	4,00	7
3	Mixer	150	0,75	1
4	Τοστιέρα	800	0,15	6
5	Στεγνωτήρας μαλλιών	1000	0,50	2
6	Πλυντήριο ρούχων (Α' Εν. Κλάσης)	2100	2,00	2
7	Φωτισμός	200	6,00	7
8	Ράδιο	30	1,25	7
9	Ανεμιστήρας	50	1,50	7
10	Ηλεκτρική σκούπα	1000	0,50	2
11	Ηλεκτρικό σίδερο	1000	0,25	4
12	Ηλεκτρική κουζίνα	2000	1,50	7
13	Υπολογιστής	200	4,00	7

Πίνακας 5.2: Ώρες χρήσης Η/Υ Fujitsu .Πηγή: Fujitsu Technology Solutions(σύμφωνα με τις οδηγίες της Κομισιόν)

Ώρες/ημέρα	Καταναλωτής: οικία (300 μέρες/έτος)	Καταναλωτής: γραφείο (260 μέρες/έτος)
Σε κατάσταση λειτουργίας	2	8
Σε κατάσταση 'standby'	9	2
Εκτός λειτουργίας	13	14

5.3 Επιλογή συσκευών της αυτόνομης οικίας.

Επιλέγονται, σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες και τις ανάγκες του χώρου οι συσκευές:

Πίνακας 5.3: Επιλογή συσκευών για την οικία-ξενώνα.

Συσκευές	ώρες/ημέρα	μέρες/εβδομάδα	εβδομάδες/έτος
κουζίνα	1,5	7	52
Η/Υ	2	6	50
πλυντήριο ρούχων	2	2	52
σεσουάρ	0,5	2	52
ράδιο	1,25	7	52
ψυγείο	συνεχής λειτουργία		

5.4 Υπολογισμός κατανάλωσης των συσκευών

Στην παρακάτω παράγραφο παρουσιάζεται η επιλογή συσκευών που πληρούν όλες τις προϋποθέσεις της ευρωπαϊκής ένωσης για την ενεργειακή εξοικονόμηση.

Βάσει των τεχνικών τους χαρακτηριστικών έγινε η επιλογή των παρακάτω οικιακών συσκευών:

5.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυγείου

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυγείου. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας δίνεται από τον κατασκευαστή και είναι 157 Kwh.



Εικόνα 5.1: Ψυγείο Siemens KG39EAW40G.

Πίνακας 5.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά ψυγείου Siemens KG39EAW40G.

Siemens KG39EAW40G specification Dimensions (mm)	600 x 2010 x 650
LowFrost	Yes
Shelf Type	Safety Glass
Manufacturer Warranty	2 Year(s)
Energy Rating	A+++ Rated
Auto Defrost Refrigerator	Yes
Fridge Capacity (Gross)	252 Litres
Fridge Capacity (Net)	247 Litres
Freezer Capacity (Gross)	95 Litres
Freezer Capacity (Net)	92 Litres
Required Room Temperature	10 To 43 °C
Annual Energy Consumption	157 Kwh
Noise Level	38 dB
Fast Freezing	Yes
Vacation Button	Yes
Number of Shelves (Fridge)	5
Number of Compartments (Freezer)	3
Bottle Storage	Yes
Adjustable Shelves	Yes
Salad Crisper	Yes
Super Cool	Yes
Interior Light	LED
Reversible Door	Yes
Open Door Alert	Yes
coolBox	Yes

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 157 Kwh

5.4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου ρούχων

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου ρούχων. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 96,2 kWh. Ο υπολογισμός της ακολουθεί αναλυτικά μετά τον πίνακα 5.5 και έγινε με δεδομένη την κατανάλωση ενέργειας ανά πλύση (0.93 Kwh) που δίνεται από τον κατασκευαστή. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.2: Πλυντήριο ρούχων Miele WT2789iWPM.

Πίνακας 5.5: Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου Miele WT2789iWPM.

Miele WT2789iWPM specification	Dimensions (mm)	595 x 820 x 575
Requires Own Furniture Door		Yes
Quick Wash Time		30 Minutes
Manufacturer Warranty		2 Year(s)
Energy Rating		A+ Rated
Wash Performance		A Rated
Spin Performance		A Rated
Wash Load		5.5 Kg
Drying Load		3 Kg
Spin Speed		1600 RPM
Energy Consumption		0.93 Kwh
Water Consumption		45 Litres
Loading		Front Loading
Large Porthole		Yes
Number of Programmes		16
Anti Crease Programme		Yes
Delicate Wash		Yes
Easy Iron Programme		Yes
Hand Wash		Yes
Quick Wash		Yes
Rinse Hold		Yes
Silk Wash		Yes
Wool Programme		Yes
Audible End of Programme		Yes
Control Panel Type		LCD
Variable Spin		Yes
Delay Timer		Yes
Drum Interior Light		Yes
Time to End of Programme		Yes
Water Supply		Cold Only Fill
Sensor Drying		Yes
Sports Programme		Yes
Jeans Programme		Yes
Dryer Type		Condenser
Honeycomb Drum		Yes

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας πολλαπλασιάζεται η κατανάλωση ενέργειας ανά πλύση με τις πλύσεις ανά έτος βάσει του πίνακα 5.3:

$2 \text{ πλύσεις/βδομ.} \times 52 \text{ βδομ./έτος} \times 0,93 \text{ kWh/πλύση} = 96,2 \text{ kWh/έτος}$

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 96,2 kWh/έτος

5.4.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 513,24 kWh. Ο υπολογισμός της, ακολουθεί αναλυτικά μετά τον πίνακα 5.6 και έγινε βάσει της εγκατεστημένης ισχύος των δύο μεγαλύτερων θερμαντικών στοιχείων και της κατανάλωσης ενέργειας του φούρνου σε λειτουργία κυκλοφορίας θερμού αέρα. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.3: Κουζίνα Bosch.

Πίνακας 5.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας Bosch.

Μάρκα: Bosch
Εντοιχιζόμενο / Ελεύθερο: Ελεύθερη συσκευή
Συνολικός αριθμός θέσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα: 4
Αριθμός ηλεκτρικών ζωνών μαγειρέματος: 4
Έλεγχος εστιών: Ηλεκτρικό ρεύμα
Πηγή ενέργειας: Ηλεκτρικό ρεύμα
Προδιαγραφές σύνδεσης με ηλεκτρικό ρεύμα (W): 8.300 W
Διαστάσεις του προϊόντος (Υ x Π x Β) (mm): 850 x 600 x 600 mm
Διαστάσεις συσκευασμένου προϊόντος (ΥxΠxB) mm: 960 x 670 x 700 mm
Πηγή ενέργειας - Θάλαμος 1: Ηλεκτρικό ρεύμα
Ενεργειακή κλάση -εσωτερικός χώρος 1: A
Κατανάλωση ενέργειας σε συμβατική λειτουργία (kWh) - εσωτερικός χώρος 1: 0,89 kWh
Κατανάλωση ενέργειας σε λειτουργία κυκλοφορίας θερμού αέρα- εσωτερικός χώρος 1 (kWh): 0,79 kWh
Τύπος του πρώτου θερμαντικού στοιχείου: Εστία από χυτοσίδηρο, Ζώνη μαγειρ. υψηλής ταχύτητας
Διαστάσεις του πρώτου θερμαντικού στοιχείου (mm): 180 mm
Ισχύς του πρώτου θερμαντικού στοιχείου (kW): 2 kW
Θέση του δεύτερου θερμαντικού στοιχείου: Πίσω αριστερά
Τύπος του δεύτερου θερμαντικού στοιχείου: Ζώνη standard, Εστία από χυτοσίδηρο
Διαστάσεις του δεύτερου θερμαντικού στοιχείου (mm): 145 mm
Ισχύς του δεύτερου θερμαντικού στοιχείου (kW): 1 kW
Θέση του τέταρτου θερμαντικού στοιχείου: Ζώνη μαγειρ.πίσω δεξιά
Τύπος του τέταρτου θερμαντικού στοιχείου: Εστία από χυτοσίδηρο, Ζώνη standard
Διαστάσεις του τέταρτου θερμαντικού στοιχείου (mm): 220 mm
Ισχύς του τέταρτου θερμαντικού στοιχείου (kW): 2 kW
Θέση του πέμπτου θερμαντικού στοιχείου: Εμπρός δεξιά
Τύπος του πέμπτου θερμαντικού στοιχείου: Εστία από χυτοσίδηρο, Ζώνη standard
Διαστάσεις του πέμπτου θερμαντικού στοιχείου (mm): 80 mm
Ισχύς του πέμπτου θερμαντικού στοιχείου (kW): 0.45 kW

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας, θεωρείται ότι μία ημέρα ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται το θερμαντικό στοιχείο των 2 kW, τρεις ημέρες ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται το θερμαντικό στοιχείο των 1kW και τις υπόλοιπες τρεις ημέρες ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται ο φούρνος σε λειτουργία κυκλοφορίας θερμού αέρα. Οπότε βάσει του πίνακα 5.3:

1 ημέρα × 2 kW (το μεγαλύτερο θερμαντικό στοιχείο) × 1,5 h+
 +3 ημέρες × 1 kW (το δεύτερο θερμαντικό στοιχείο) × 1,5 h+
 +3 ημέρες × 0,79 kWh=9,87 kWh/ εβδομάδα
 9,87 kWh/ εβδομάδα × 52 εβδομάδες= 513,24 kWh/έτος
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 513,24 kWh/έτος

5.4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Υ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Υ. Η τυπική ετήσια κατανάλωση είναι 45,1kWh. Προκύπτει σύμφωνα με τις οδηγίες της Energy Star (www.eu-energystar.org) και δίνεται από τον κατασκευαστή όπως φαίνεται στον πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Υ ESPRIMO Mobile X9515.

Operational modes (Energy Star Version 4.0 based)	Modes used in Energy Star calculator	power consumption for standard configuration
Configuration Information		
Related Processor for power consumption		Intel Core2 Duo T9600
Power consumption: Maximum (S0*, running appl., CD in use) 1)		63 W
Power consumption: Idle (S0, running OS, Idle-mode)		12 W
	On-mode 2)	17.1 W
Power consumption: Standby (S3*, energy saving mode, WOL enabled)	Standby-mode	1.7 W
Power consumption: Minimum (ACPI status S5*, soft off, WOL enabled)	Off-mode 3)	1.4 W
Typical Annual Energy Consumption (WOL enabled) 4)		45.1 kWh/year
Heat dissipation, WOL enabled (MJ, 1 W = 3.6 kJ/h)		162.3 MJ/year
Heat dissipation, WOL enabled (kBTU, 1 W = 3.4121 BTU/h)		153.8 kBTU/year

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 45,1 kWh/έτος

5.4.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού ραδιόφωνου

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού ραδιοφώνου. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 3,9 kWh. Ο υπολογισμός της έγινε βάσει της εγκατεστημένης ισχύος που δίνει ο κατασκευαστής (4,8 V* 1000 mAh =48W) . Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.4: Gowireless Δυναμό-Ηλιακό Ραδιόφωνο C03G0070115.

Πίνακας 5.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού ραδιοφώνου.

Gowireless Δυναμό-Ηλιακό Ραδιόφωνο C03G0070115
Περιστρεφόμενη χειροκίνητη λαβή για φόρτιση μέσω ενσωματωμένης γεννήτριας NiMh-Akku 4,8 V, Χωρητικότητας 1000 mAh
Υψηλής απόδοσης ηχεία, Impedanz 8 Ohm
FM (88 έως 108 MHz): πτυσσόμενη τηλεσκοπική κεραία
AM (500 έως 1700 KHz)
Πολυκρυσταλλικά Si-Solar cells
ON/OFF διακόπτης
Ρυθμιστής έντασης
Επιλογέας μπάντας
Έξοδος για ακουστικά
Είσοδος για συνεχές ρεύμα
Διαστάσεις:
Ύψος: 10 εκ.
Μήκος: 20,5 εκ.
Βάθος: 6 εκ.
Μέγεθος ηχείου: 6,6 εκ.
Το ραδιόφωνο είναι εξοπλισμένο με ενδεικτική λυχνία LED τέλειας φόρτισης κατά την περιστροφή της ενσωματωμένης γεννήτριας.
Επίσης μέσω του 6 V EP/ΣΡ Μετασχηματιστή μπορεί να συνδεθεί στην παροχή ρεύματος.

Βάσει των κλιματολογικών δεδομένων Καλαμάτας θεωρήθηκαν 300 μέρες ηλιοφάνειας, οπότε με τα στοιχεία του πίνακα 5.3 προκύπτει:

$48W \times 1,25 \text{ ώρες/ημέρα} \times 65 \text{ ημέρες} = 3,9 \text{ kWh/έτος}$.

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 3,9 kWh/έτος

5.4.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά του στεγνωτήρα μαλλιών

Επιλέχθηκε ο στεγνωτήρας μαλλιών ταξιδιού JOHAN 400W RCY1. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 20,8 kWh. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 400W. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.5: Στεγνωτήρας μαλλιών ταξιδιού JOHAN 400W RCY1.

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας πολλαπλασιάζεται η ισχύς του στεγνωτήρα μαλλιών με τις ώρες λειτουργίας ανά έτος βάσει του πίνακα 5.3:

$400W \times 0,5 \text{ ώρες/ημέρα} \times 2 \text{ ημέρες/εβδομάδα} \times 52 \text{ εβδομάδες/έτος} = 20,8 \text{ kWh/έτος}$.

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 20,8 kWh/έτος.

5.4.7 Σύγκριση με αντίστοιχες συσκευές χαμηλότερης ενεργειακής κλάσης

Στην παρακάτω παράγραφο παρουσιάζεται η επιλογή ενεργοβόρων συσκευών, ώστε να υπολογιστεί η κατανάλωση τους στον σχεδιασμό αναφοράς. Βάσει των τεχνικών τους χαρακτηριστικών έγινε η επιλογή των παρακάτω οικιακών συσκευών:

Ψυγείο

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυγείου. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας δίνεται από τον κατασκευαστή και είναι 332 Kwh.



Εικόνα 5.6: Ψυγείο Smeg FA311XS2.

Πίνακας 5.9: Τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυγείου Smeg FA311XS2.

Smeg FA311XS2 specification	Dimensions (mm)	600 x 1615 x 650
Manufacturer Warranty		1 Year(s)
Energy Rating		A Rated
Frost Free Freezer		No
Auto Defrost Refrigerator		Yes
Fridge Capacity (Net)		242 Litres
Freezer Capacity (Net)		68 Litres
Required Room Temperature		18To38 °C
Annual Energy Consumption		332 Kwh
Arrangement		Freezer Over Fridge
Number of Shelves (Fridge)		3
Number of Compartments (Freezer)		1
Glass Shelves		Yes
Adjustable Shelves		Yes
Freezer Star Rating		4
Ice Cube Tray		Yes
Hinge Position		Left
TemperatureControls		Mechanical
Power Failure Safe Storage		16 Hours
Split Type		70/30
Please Note		Requires An 80mm Gap On The Hinge Side

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 332 Kwh

Πλυντήριο

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου ρούχων. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 474 kWh. Ο υπολογισμός της ακολουθεί αναλυτικά μετά τον πίνακα 5.10 και έγινε με δεδομένη την κατανάλωση ενέργειας ανά πλύση (4.56 Kwh) που δίνεται από τον κατασκευαστή. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.7: Πλυντήριο Bosch WVD24520GB.

Πίνακας 5.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλυντηρίου Bosch WVD24520GB.

Bosch WVD24520GB specification	Dimensions (mm)	600 x 860 x 560
Manufacturer Warranty	2 Year(s)	
Energy Rating	C Rated	
Wash Performance	A Rated	
Spin Performance	B Rated	
Wash Load	5 Kg	
Drying Load	2.5 Kg	
Spin Speed	1200 RPM	
Energy Consumption	4.56 Kwh	
Water Consumption	49 Litres	
Noise Level	75 dB	
Loading	Front Loading	
Wide Opening Door	Yes	
Large Porthole	Yes	
Number of Programmes	15	
Number of Drying Temperatures	2	
Anti Crease Programme	No	
Delicate Wash	Yes	
Easy Iron Programme	Yes	
Economy Wash	Yes	
Hand Wash	Yes	
Quick Wash	Yes	
Length of Quick Wash	15 Minutes	
Pre Wash	Yes	
Rinse Hold	Yes	
Silk Wash	Yes	
Wool Programme	Yes	
Control Panel Type	LCD	
Variable Rinses	Yes	

Variable Spin	Yes
Variable Temperature	Yes
Delay Timer	Yes
Drum Interior Light	No
Fuzzy Logic	Yes
Super / Extra Rinse	Yes
Super Silent	No
Time to End of Programme	Yes
Drum Capacity	42 Litres
Water Supply	Cold Fill Only
Number of Drying Programmes	2
Auto Half Load	Yes

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας πολλαπλασιάζεται η κατανάλωση ενέργειας ανά πλύση με τις πλύσεις ανά έτος βάσει του πίνακα 5.3:

2 πλύσεις/βδομ. × 52 βδομ./έτος × 4,56 kWh/πλύση = 474 kWh/έτος

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 474 kWh/έτος

Κουζίνα

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 639,6 kWh. Ο υπολογισμός της, ακολουθεί αναλυτικά μετά τον πίνακα 5.11 και έγινε βάσει της εγκατεστημένης ισχύος των δύο μεγαλύτερων θερμαντικών στοιχείων και της κατανάλωσης ενέργειας του φούρνου σε λειτουργία κυκλοφορίας θερμού αέρα. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.8: Κουζίνα Belling FORUM317.

Πίνακας 5.11: Τεχνικά χαρακτηριστικά της κουζίνας Belling FORUM317.

Belling FORUM317 specification Dimensions (mm)	502 x 900 x 602
Energy Consumption (Second Oven)	1.1 Kwh
Energy Consumption (Main Oven)	1.1 Kwh
Electrical Connection	9.9 KW
Door Type	Glass
Manufacturer Warranty	1 Year(s)
Energy Rating	C Rated
Ισχύς του πρώτου θερμαντικού στοιχείου (kW):	1,8 kW
Ισχύς του δεύτερου θερμαντικού στοιχείου (kW):	0,9kW
Ισχύς του τρίτου θερμαντικού στοιχείου (kW):	1,4 kW

Ισχύς του τέταρτου θερμαντικού στοιχείου (kW):	0,9 kW
Fuel Type	Electric
Hob Type	Solid Plate
Oven Type	Electric
Main Cavity Type	Electric Fan Oven
Main Cavity Capacity	53 Litres
Second Cavity Type	Electric Conventional Oven / Grill
Second Cavity Capacity	24 Litres
Number Of Ovens	2
Number of Functions	1
LPG Convertible	No
Requires Electrician To Hard Wire	Yes
Pyrolytic	No
Removable Inner Door Glass	Yes
Defrost Feature	No
Slow Cook Feature	No
Grill Pan	Yes
Grill Type	Variable Grill
Roasting Dish	No
Rotisserie	No
Number of Burners / Zones	4

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας, θεωρείται ότι μία ημέρα ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται το θερμαντικό στοιχείο των 1,8 kW, τρεις ημέρες ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται το θερμαντικό στοιχείο των 1,4 kW και τις υπόλοιπες τρεις ημέρες ανά εβδομάδα χρησιμοποιείται ο κεντρικός φούρνος. Οπότε βάσει του πίνακα 5.3:

1 ημέρα × 1,8 kW (τα μεγαλύτερο θερμαντικό στοιχείο) × 1,5 h+
+3 ημέρες × 1,4 kW (τα δεύτερο θερμαντικό στοιχείο) × 1,5 h+
+3 ημέρες × 1,1 kWh=12,3 kWh/ εβδομάδα

12,3 kWh/ εβδομάδα × 52 εβδομάδες= 639,6 kWh/έτος

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 639,6 kWh/έτος

H/Y

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ενός H/Y, σύμφωνα με τη ΔΕΗ η ενδεικτική κατανάλωση ισχύος είναι 250W. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 300kWh. Ο υπολογισμός της, ακολουθεί αναλυτικά μετά τον πίνακα 5.12.

Πίνακας 5.12: Ενδεικτικές ώρες λειτουργίας συσκευών. Πηγή: ΔΕΗ

ΠΟΣΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΟΥΝ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ			
ΣΥΣΚΕΥΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΙΣΧΥΣ W	ΚΟΣΤΟΣ euro
Ηλεκτρικό σίδερο	1 ώρα	1000	0,1
Ηλεκτρική σκούπα	1 ώρα	1000	0,1
Φριτέζα	25 λεπτά	1600	0,067
Καφετιέρα	10 λεπτά	900	0,015
Μίξερ	1 γλυκό (3 λεπτά)	180	0,001
Τηλεόραση (έγχρωμη)	1 ώρα	41	0,004
Αναμονή τηλεόρασης	1 ώρα	8	0,001
Βίντεο	1 ώρα	33	0,003
Αναμονή βίντεο	1 ώρα	8	0,001
Στερεοφωνικό	1 ώρα	30	0,003
Αναμονή στερεοφωνικού	1 ώρα	8	0,001
Η/Υ (PC)	1 ώρα	250	0,025
Αυτόματος τηλεφωνητής	1 ώρα	3	0,001
Αποκωδικοποιητής συνδρομικής τηλεόρασης	1 ώρα	15	0,002

Από τον παραπάνω πίνακα για εγκατεστημένη ισχύ 250W και πρόγραμμα λειτουργίας βάσει του πίνακα 5.3 προκύπτει:

$$250W \times 4\text{ώρες/ημέρα} \times 300\text{μέρες/έτος} = 300\text{kWh/έτος.}$$

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 300 kWh/έτος

Ραδιόφωνο

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ενός ραδιοφώνου, σύμφωνα με τη ΔΕΗ (Πίνακας 5.12) η ενδεικτική εγκατεστημένη ισχύς είναι 30W. Με πρόγραμμα λειτουργίας βάσει του πίνακα 5.3 προκύπτει:

$$30W \times 1,25\text{ώρες/ημέρα} \times 7\text{μέρες/εβδομάδα} \times 52\text{εβδομάδες/έτος} = 13,65\text{ kWh/έτος.}$$

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 13,65 kWh/έτος

Σεσουάρ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του στεγνωτήρα μαλλιών χειρός TWIN TURBO. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ότι είναι 67,6 kWh. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 1.300W. Το πρόγραμμα λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα 5.3.



Εικόνα 5.9: Στεγνωτήρας μαλλιών χειρός TWIN TURBO.

Πίνακας 5.13: Τεχνικά χαρακτηριστικά στεγνωτήρα μαλλιών χειρός TWIN TURBO.

Στεγνωτήρας μαλλιών χειρός TWIN TURBO.

1300 Watt ελεγχόμενη ισχύς.

2 ταχύτητες, 4 θερμοκρασίες

2 διακόπτες λειτουργίας σε θέση που προσφέρουν μεγάλη εργονομία.

52 κυβικά μέτρα αέρα ανά ώρα για γρήγορο στέγνωμα.

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας πολλαπλασιάζεται η ισχύς του στεγνωτήρα μαλλιών με τις ώρες λειτουργίας ανά έτος βάσει του πίνακα 5.3:

$1300W \times 0,5 \text{ ώρες/ημέρα} \times 2 \text{ ημέρες/εβδομάδα} \times 52 \text{ εβδομάδες/έτος} = 67,6 \text{ kWh/έτος.}$

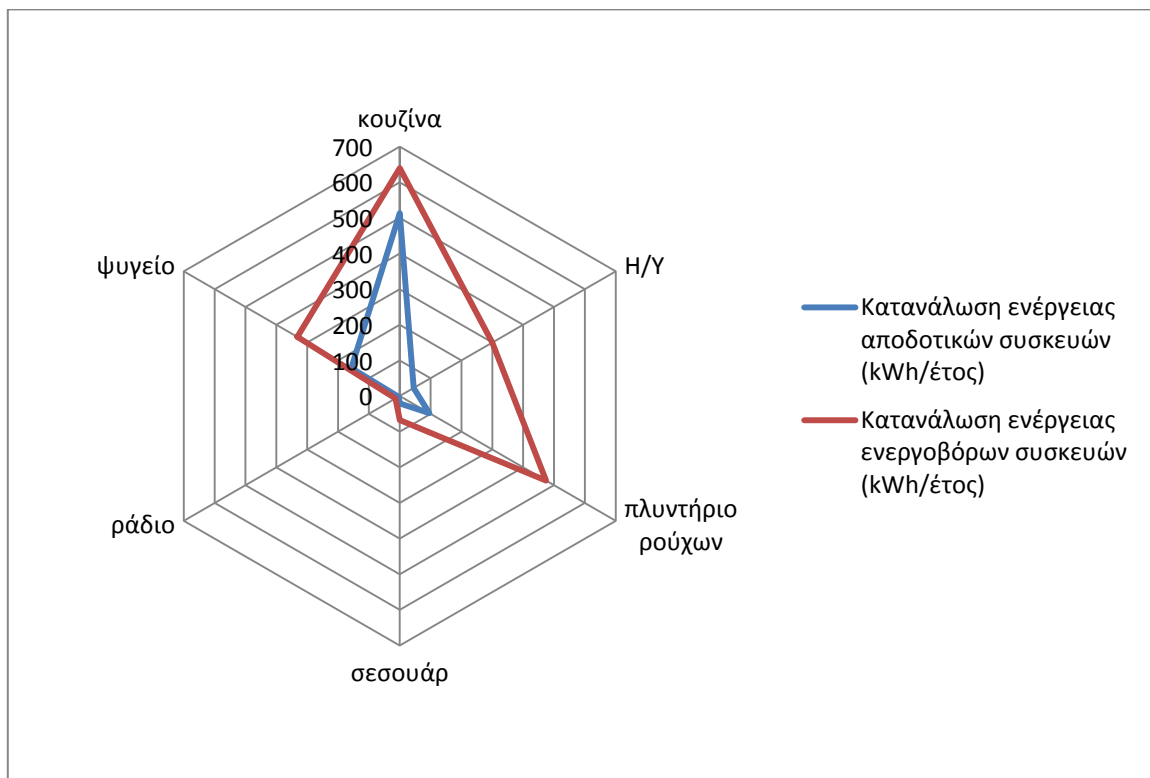
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας: 67,6 kWh/έτος

5.4.8 Συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης συσκευών εξοικονόμησης και ενεργοβόρων συσκευών.

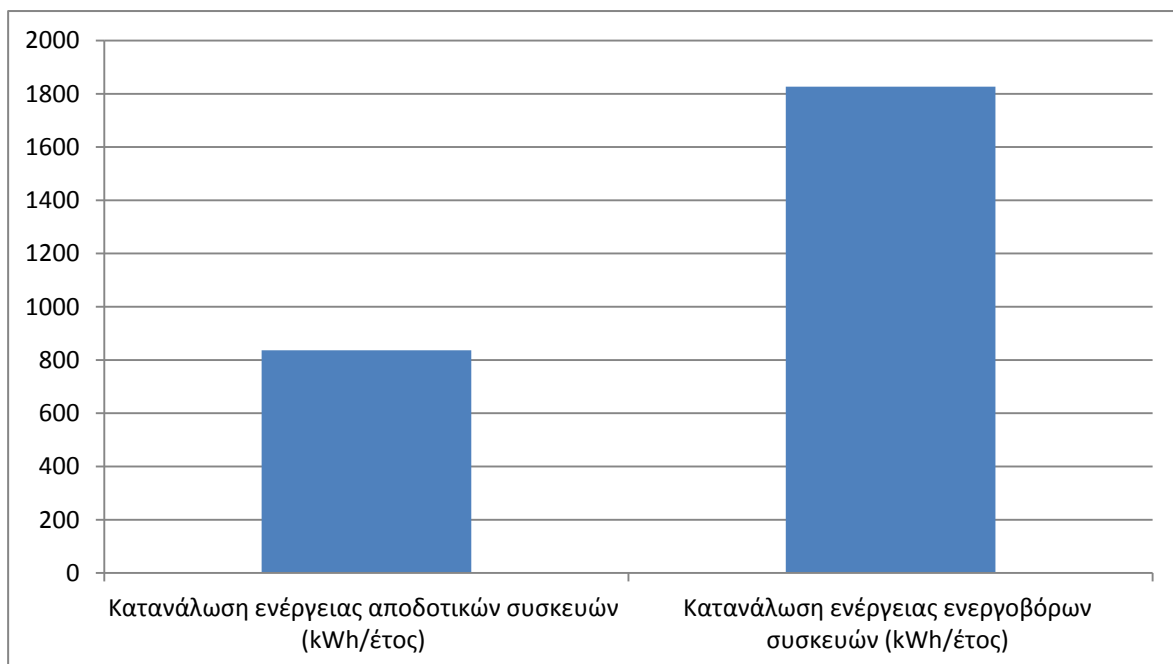
Πίνακας 5.14: Συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης μεταξύ ενεργοβόρων και αποδοτικών συσκευών.

Συσκευές	Κατανάλωση ενέργειας αποδοτικών συσκευών (kWh/έτος)	Κατανάλωση ενέργειας ενεργοβόρων συσκευών (kWh/έτος)
κουζίνα	513,24	639,6
Η/Υ	45,1	300
πλυντήριο ρούχων	96,2	474
σεσουάρ	20,8	67,6
ράδιο	3,9	13,65
ψυγείο	157	332
ΣΥΝΟΛΟ	836,24	1826,85

Από τον πίνακα 5.6 υπολογίζεται ότι, με την επιλογή των ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών, επιτυγχάνεται μείωση στην κατανάλωση ενέργειας κατά 54,23%. Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 5.1: Αραχνοειδές διάγραμμα για τη σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας αποδοτικών και ενεργοβόρων συσκευών.



Σχήμα 5.2: Ραβδόγραμμα τελικής κατανάλωσης ενέργειας αποδοτικών και ενεργοβόρων συσκευών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Ζεστό νερό χρήσης

6.1 Γενικά

Για ζεστό νερό χρήσης θα χρησιμοποιηθεί ηλιακός θερμοσίφοντας. Η λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στην απορρόφηση ηλιακής ενέργειας από έναν συλλέκτη (πάνελ) στο εσωτερικό του οποίου βρίσκεται ένα σκουρόχρωμο μεταλλικό έλασμα καθώς και ένα σύστημα σωληνώσεων που περιέχουν ένα μείγμα νερού και αντιψυκτικού υγρού. Η θερμότητα η οποία έχει απορροφηθεί από το μείγμα νερού / αντιψυκτικού υγρού μεταδίδεται στο νερό του οικιακού δικτύου μέσω ενός εναλλάκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος και στη συνέχεια μεταφέρεται στα σημεία χρήσης μέσα στο σπίτι.

6.2 Επιλογή και τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα

6.2.1 Επιλογή του τύπου του συλλέκτη

Πίνακας 6.1: Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες (πηγή TOTEE).

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15°	45°	65°	15°	45°	65°	15°	45°	65°
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
Μέσος όρος	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,357	0,366	0,373	0,375

Επιλέγεται ως αναφορά η κοντινότερη πόλη στη Μάνη, η Τρίπολη.

Συνεπώς, βάσει του Πίνακα 6.1, από τα τρία είδη συλλεκτών επιλέγεται ο απλός συλλέκτης καθώς έχει πιο μικρό κόστος, εύκολη συντήρηση και η διαφορά του ως προς την απόδοση σε σχέση με τους άλλους συλλέκτες είναι μικρή. Η γωνία κλίσης θα είναι 65°.

Για την οικία-ξενώνα, το ρευστό του συλλέκτη επιλέγεται να είναι το ίδιο το νερό της κατανάλωσης, οπότε πρόκειται για συστήματα ανοικτού κυκλώματος. Με αυτόν τον τρόπο η κατασκευή γίνεται πιο απλή και οικονομικότερη καθώς αποφεύγεται η μεταφορά της θερμότητας στο νερό χρήσης μέσω εναλλάκτη θερμότητας.

Σημείωση: η θερμοκρασία σύμφωνα με την ΕΜΥ δεν πέφτει κάτω από το μηδέν οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος το νερό που κυκλοφορεί στους συλλέκτες να παγώσει.

6.2.2 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης

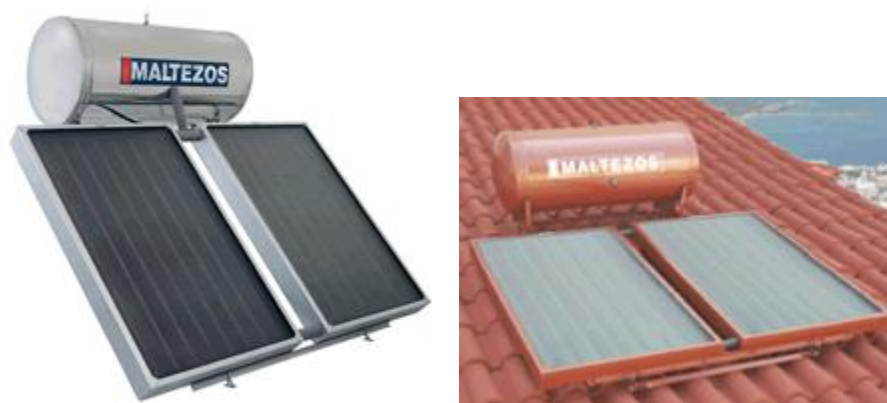
Πίνακας 6.2: Κατανάλωση ζεστού νερού χρήση. (Πηγή: TOTEE)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ℓ/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα του TOTEE:

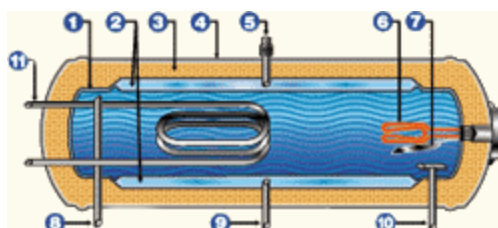
Στην οικία- ξενώνα θα μπορούν να μείνουν έως 4 άτομα- από δύο σε κάθε υπνοδωμάτιο- οπότε αρκεί ένας θερμοσίφωνας 200 l.

Ενδεικτικά επιλέγεται ένας **Ηλιακό Θερμοσίφωνα MALTEZOS**:



Εικόνα 6.1: Ηλιακός θερμοσίφωνας MALTEZOS.

Τεχνικά χαρακτηριστικά Θερμοδοχείου (Μπόϊλερ)



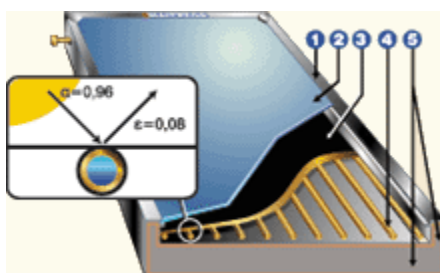
Εικόνα 6.2: Μπόϊλερ.

Ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Μπόϊλερ του θερμοσίφωνα (Εικόνα 6.2):

1. Θερμοδοχείο από ανοξείδωτο χάλυβα 316L HiMo.
2. Εναλλάκτης θερμότητας από ανοξείδωτο χάλυβα 316L HiMo.
3. Μόνωση θερμοδοχείου (πολυουρεθάνη 70mm, 35-40Kg/m²).

4. Εξωτερικό κάλυμμα από ανοξείδωτο χάλυβα 304BA.
5. Βαλβίδα ασφαλείας (ανακουφιστική).
6. Ηλεκτρική αντίσταση ειδικής κατασκευής, αντιδιαβρωτική, με θερμοστάτη ασφαλείας.
7. Αντιδιαβρωτική (ανοδική) προστασία
8. Έξοδος ζεστού νερού.
9. Σωλήνας κλειστού κυκλώματος.
10. Είσοδος κρύου νερού (δίκτυο ύδρευσης) με βαλβίδα ασφαλείας 10 ατμοσφαιρών.
11. Σερπαντίνα από ανοξείδωτο χάλυβα 316L για συμπληρωματική πηγή ενέργειας (π.χ. λέβητας κεντρικής θέρμανσης) (μόνο για μπόιλερ τριπλης ενέργειας - 3E).

Τεχνικά Χαρακτηριστικά επιλεκτικού συλλέκτη NCS MALTEZOS



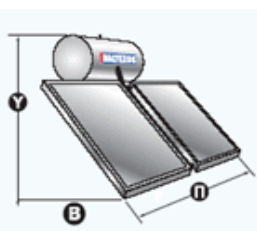
Εικόνα: 6.3 Επιλεκτικός συλλέκτης.

Ακολουθούν τα Τεχνικά Χαρακτηριστικά επιλεκτικού συλλέκτη του θερμοσίφωνα (Εικόνα 6.3):

1. Ειδικά σχεδιασμένο πλαίσιο, από αλουμίνιο.
2. Ειδικό διάφανο κρύσταλλο ασφάλειας για καλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και μεγαλύτερη αντοχή.
3. Συλλεκτική επιφάνεια από επιλεκτικό χαλκό. Επικαλυμένος χαλκός με μαύρο χρώμα πάνω σε ειδικό υπόστρωμα νικελίου, κολλημένο στους σωλήνες χαλκού με τεχνολογία υπερήχων.
4. Σωλήνες χαλκού.
5. Μόνωση πετροβάμβακα με επικάλυψη μαύρου υαλοϋφάσματος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαστάσεις του θερμοσίφωνα:

Πίνακας 6.3: Πίνακας διαστάσεων θερμοσίφωνα.



ΤΥΠΟΣ	MALTH 125 L	MALTH 160 L	MALTH 200 L	MALTH 300 L
Θερμοδοχείο (λιτ)	125	160	200	300
Συλλέκτης	NCS 100X150	NCS 130X150	NCS 90X150	NCS 130X150
Αριθμός συλλεκτών	1	1	2	2
Επιφάνεια απορροφητή	Επιλεκτικό Χαλκό	Επιλεκτικό Χαλκό	Επιλεκτικό Χαλκό	Επιλεκτικό Χαλκό
Διαστάσεις (ΥxΠxB)	170x100x170	170x130x170	176x200x170	176x280x170
Βάρος kg.	90,2	111,9	132,5	173

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Κλιματισμός

7.1 Θερινή περίοδος

7.1.1 Ανεμιστήρας οροφής

Κατά τη θερινή περίοδο, λόγω της ορεινής θέσης της κατοικίας και της κατάλληλης θερμομόνωσης (πέτρινα τοιχώματα και συστήματα σκίασης- πέργκολες), η χρήση ανεμιστήρων οροφής είναι επαρκής.

Πιο συγκεκριμένα, οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης καθώς προκαλούν την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με ταχύτητα 0,5-0,8 m/s.

Οδηγίες εγκατάστασης

Σύμφωνα με στοιχεία του TOTEE λαμβάνουμε υπόψη τα εξής:

Οι συνηθισμένοι ανεμιστήρες οροφής είναι αποτελεσματικοί σε μια ακτίνα μέχρι και 1,8 m από το κέντρο του ανεμιστήρα και για ύψος εγκατάστασης 2,5 m επάνω από το δάπεδο.

Για τους υπολογισμούς η μέση επιφάνεια κάλυψης του δαπέδου από έναν ανεμιστήρα οροφής λαμβάνεται ίση με 10m².

Επιλέχθηκε:

Ανεμιστήρας οροφής HUNTER SONIC 24363



Εικόνα 7.1: Ανεμιστήρας οροφής HUNTER SONIC 24363.

Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμιστήρα οροφής

Πίνακας 7.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα οροφής HUNTER SONIC 24363.

Διάμετρος	: 112 & 132 cm (στη συσκευασία περιλαμβάνονται δύο σετ πτερυγίων).
Πτερύγια	: 4
Παροχή αέρα	: 13500 κυβικά/ώρα
Στροφές ανά λεπτό:	180
Κατανάλωση	: 65 watts/0.45A

Από τον παραπάνω Πίνακα προκύπτει εγκατεστημένη ισχύς 65W ανά ανεμιστήρα οροφής.

Ακολουθώντας τις οδηγίες εγκατάστασης τοποθετήθηκαν ανεμιστήρες στα παρακάτω δωμάτια:

Πίνακας 7.1: Απαιτούμενος αριθμός ανεμιστήρων οροφής.

Οροφος	Είδος χώρου	Τετραγωνικά	Ανεμιστήρες οροφής
1 ος	Δωμάτιο	13	1
1 ος	Λουτρό	7.5	0
1 ος	Γραφείο	10	1
1 ος	Καθιστικό Κ Κουζίνα	32	2
1 ος	Σκάλες	7.5	0
2 ος	Λουτρό	7.5	0
2 ος	Δωμάτιο	10.2	1
2 ος	Σκάλες	10.3	0
ΣΥΝΟΛΟ			6

Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης για δροσισμό με ανεμιστήρες:

Σύμφωνα με το TOTEE ο δροσισμός υπολογίζεται για 4 μήνες ανά έτος. Λαμβάνοντας υπόψη τον πίνακα 5.3 για το πρόγραμμα λειτουργίας των πράσινων συσκευών, για κάθε ανεμιστήρα προκύπτουν:

$$65\text{W} \times 1,5\text{ώρες/ημέρα} \times 7\text{ ημέρες/εβδομάδα} \times 16\text{ εβδομάδες/έτος} = 10,9\text{ kWh/έτος.}$$

Οπότε για το σύνολο των ανεμιστήρων της οικίας υπολογίζεται η ετήσια κατανάλωση ενέργειας της οικίας-ξενώνα:

$$10,9\text{ kWh/έτος} \times 6\text{ ανεμιστήρες} = 65,4\text{ kWh/έτος.}$$

Συνολική ετήσια κατανάλωση για δροσισμό =65,4 kWh/έτος.

7.1.2 Σύγκριση με κλιματιστικό

Οδηγίες εγκατάστασης

Σύμφωνα με το ΚΑΠΕ αρκούν 400-500 btu/m². Βάσει της οδηγίας αυτής προκύπτει ο παρακάτω Πίνακας:

Πίνακας 7.2: Απαιτούμενα Btu/χώρο οικίας βάσει του εμβαδού.

Όροφος	Είδος χώρου	m ²	btu
1 ος	Δωμάτιο	13	5200
1 ος	Λουτρό	7,5	
1 ος	Γραφείο	10	4000
1 ος	Καθιστικό Κ Κουζίνα	32	12800
1 ος	Σκάλες	7,5	
2 ος	Λουτρό	7,5	
2 ος	Δωμάτιο	10,2	4080
2 ος	Σκάλες	10,3	
ΣΥΝΟΛΟ		98	

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα επιλέγεται ένα κλιματιστικό Daikin URURU περίπου 10.000 btu (Εικόνα 7.2) για το σαλόνι και 3 κλιματιστικά Kenmore 5,200 btu (Εικόνα 7.3) για τα δωμάτια και το γραφείο.



Εικόνα 7.2: Κλιματιστικό Daikin URURU 10.000 btu.



Εικόνα 7.3: Κλιματιστικό Kenmore 5,200 btu.

Τεχνικά χαρακτηριστικά κλιματιστικού 10.000 btu

Πίνακας 7.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά κλιματιστικού Daikin URURU 10.000 btu.

Daikin URURU SARARA FTXR28E / RXR28E

Απόδοση ψύξης kW/BTU 2,8 /

Απόδοση θέρμανσης kW/BTU 3,6 /

EER Ψύξη 5,00

COP Θέρμανση 5,14

Ενεργειακή σήμανση Ψύξη A, Θέρμανση A

Ψυκτικό R-410A

Εσωτερική μονάδα

Διαστάσεις mm 209x890x305

Εξωτερική μονάδα

Διαστάσεις mm 693x795x285

Τροφοδοσία ισχύος: 1~/220-240V/50Hz

Θόρυβος Ψύξη: 46 db

Θόρυβος Θέρμανση: 46 db

Ψυκτικό: R-410A

Μήκος σωληνώσεων: 30m

Μεγ. Υψομετρική διαφορά: 20m

Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης

Ισχύει ότι $3412 \text{btu/h} = 1000 \text{W}$

Οπότε τα 10.000 btu/h αποδιδόμενης ισχύος του κλιματιστικού αντιστοιχούν σε 2931W.

Για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται ο συντελεστής απόδοσης ψύξης EER. Ισχύει από τα στοιχεία του κατασκευαστή ότι:

$$\text{EER Ψύξης} = 5,00 = \frac{\text{απόδοση}}{\text{κατανάλωση}}$$

$$\text{Κατανάλωση} = \frac{2931}{5} \text{ W} = 586 \text{ W}$$

Υπολογίστηκε ότι η εγκατεστημένη ισχύς του κλιματιστικού είναι 586W και βάσει του πίνακα 5.3 η ετήσια κατανάλωση θα είναι:

$$586 \text{ W} \times 1,5 \text{ ώρες/ημέρα} \times 7 \text{ ημέρες/εβδομάδα} \times 16 \text{ εβδομάδες/έτος} = 98,45 \text{ kWh/έτος.}$$

Ετήσια κατανάλωση δροσισμού για το σαλόνι=98,45 kWh/έτος.

Τεχνικά χαρακτηριστικά κλιματιστικού 5200 btu.

Πίνακας 7.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά κλιματιστικού Kenmore 5,200 btu.

Kenmore 5,200 btu Room Air Conditioner ENERGY STAR®

Power and Performance

Cooling Amperage: 4.5

Cooling BTU: 5200

Cooling Wattage: 475

Cord Length (ft.): 6

Energy Efficiency Rating: 11

Kilowatt Hrs. per Year: 356

Maximum Air Flow (CFM): 176

Rated Amps (Receptacle):	15
Room Coverage in Sq. Ft.:	165
Total Connected Load:	0
Voltage:	110/120V

Ο κατασκευαστής δίνει την εγκατεστημένη ισχύ (475W). Βάσει του πίνακα 5.3 η ετήσια κατανάλωση θα είναι:

$$475 \text{ W} \times 1,5 \text{ ώρες/ημέρα} \times 7 \text{ ημέρες/εβδομάδα} \times 16 \text{ εβδομάδες/έτος} = 79,8 \text{ kWh/έτος.}$$

Ετήσια κατανάλωση=79,8 kWh/έτος.

Η συνολική ετήσια κατανάλωση και των τριών κλιματιστικών θα είναι:

$$79,8 \text{ kWh/έτος} \times 3 \text{ κλιματιστικά} = 239,4 \text{ kWh/έτος.}$$

Συνολική ετήσια κατανάλωση δροσισμού για τα δωμάτια και το γραφείο=239,4 kWh/έτος.

Η ετήσια κατανάλωση για δροσισμό της οικίας με κλιματιστικά θα είναι:

$$98,45 \text{ kWh/έτος} + 239,4 \text{ kWh/έτος} = 337,85 \text{ kWh/έτος}$$

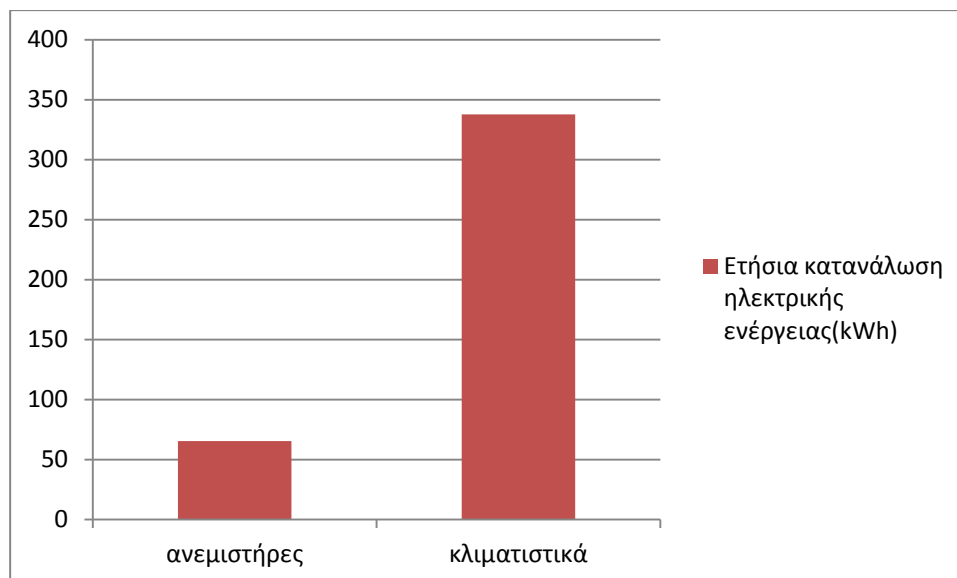
Η ετήσια κατανάλωση για δροσισμό της οικίας με κλιματιστικά= 337,85 kWh/έτος

7.1.3 Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τους διαφορετικούς τρόπους δροσισμού.

Πίνακας 7.5: Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για δροσισμό με ανεμιστήρες και για δροσισμό με κλιματιστικά.

Μέθοδος δροσισμού	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας(kWh)
ανεμιστήρες	65,4
κλιματιστικά	337,85

Από τον Πίνακα 7.5 παρατηρείται πως εάν χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες για το δροσισμό της οικίας η ετήσια κατανάλωση ενέργειας θα είναι 65,4kWh, ενώ εάν χρησιμοποιηθούν κλιματιστικά η ετήσια κατανάλωση ενέργειας θα είναι 337,85. Συνεπώς, με την χρησιμοποίηση ανεμιστήρων υπολογίζεται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα μειωθεί κατά 80%. Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 7.1: Ραβδόγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για δροσισμό με ανεμιστήρες και κλιματιστικά.

7.2 Χειμερινή περίοδος

7.2.1 Ενεργειακό αερόθερμο τζάκι

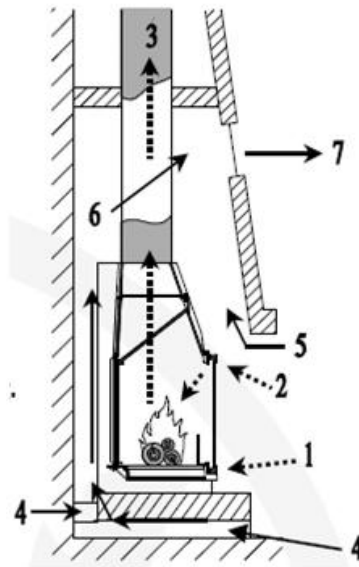
Για την θέρμανση της οικίας επιλέγουμε ενεργειακό τζάκι. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, προτιμάται στην οικία το ενεργειακό και όχι απλώς ένα παραδοσιακό τζάκι.

Πίνακας 7.6: Σύγκριση τρόπου λειτουργίας ενεργειακού και παραδοσιακού τζακιού.

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ
ΖΕΣΤΑΙΝΟΥΝ ΤΟΠΙΚΑ ΟΠΟΥ ΦΤΑΝΕΙ Η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΘΕΡΜΑΙΝΟΥΝ ΑΕΡΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΔΙΑΝΕΜΟΥΝ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ
Η ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΡΟΥΦΑΕΙ ΑΠΟ ΤΟ ΣΠΙΤΙ 200-400 m ³ /h ΑΕΡΑ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΝΑ ΤΟ ΚΡΥΩΝΕΙ	Η ΠΟΡΤΑ ΑΠΟΤΡΕΠΕΙ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ
Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΞΥΛΩΝ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΚΑΙ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ	ΕΧΟΥΜΕ ΜΙΚΡΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΞΥΛΟΥ
ΑΞΙΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ 10-15 % ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ	ΑΞΙΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ 70-85 % ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ
ΡΥΠΑΙΝΟΥΝ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΥ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕ
ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΑ ΓΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΦΩΤΙΑΣ	ΣΑΣ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Τα ενεργειακά αερόθερμα τζάκια είναι εστίες καύσης ξύλου κλειστού τύπου με πυρίμαχο τζάμι. Επιλέγουμε ενεργειακά τζάκια μονού τοιχώματος.

Με εστίες φτιαγμένες εξολοκλήρου από μαντέμι. Ο αέρας που περνάει περιμετρικά από την εστία, ζεσταίνεται, ανεβαίνει ψηλά, με φυσική ροή, και βγαίνει στο δωμάτιο μέσω περσίδων. Είναι περιορισμένης θερμικής απόδοσης και συνεπώς κατάλληλα για την θέρμανση ενιαίου χώρου μέχρι 60-70 m².



Σχήμα 7.2: Τα μέρη του ενεργειακού τζακιού.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.2, τα μέρη ενός τυπικού ενεργειακού τζακιού είναι τα εξής:
1.Κύρια είσοδος και ρυθμιστής εισαγωγής αέρα καύσης (για τον έλεγχο της κατανάλωσης ξύλων)

2.Air wash (εισαγωγή αέρα για την μείωση λερώματος του τζαμιού)

3.Εξαγωγή καπναερίων

4.Είσοδος φρέσκου αέρα για θέρμανση

5.Φρέσκος αέρας για θέρμανση μεταξύ συσκευής και περιβλήματος.

6.Κίνηση του αέρα καθώς θερμαίνεται

7.Έξοδος θερμού αέρα από περσίδες στον χώρο

Χαλύβδινο ενεργειακό τζάκι KA306

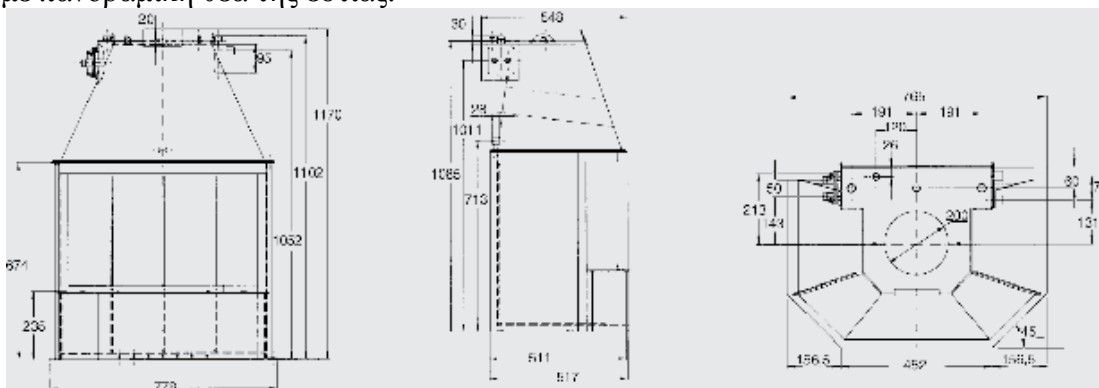


Εικόνα 7.4: Χαλύβδινο ενεργειακό τζάκι KA306.

Το ενεργειακό τζάκι KA306 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Μέσω του εναλλάκτη θερμότητας στο πάνω μέρος του θαλάμου καύσης, θερμαίνεται νερό και μεταφέρεται σε έναν θερμαντήρα συνδυασμένης λειτουργίας (τύπου combi).

Είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το DIN 18895A1. Διαθέτει:

- 1) Ενσωματωμένο εναλλάκτη για υποστήριξη θέρμανσης και παραγωγή ζεστού νερού.
- 2) Πρισματική ανοιγόμενη πόρτα δεξιά ή αριστερά.
- 3) Μεγάλο πρισματικό πυρίμαχο τζάμι με πανοραμική θεά της εστίας.



Τύπος			KA306-14
Συνολική ονομ. θερμική ισχύς		kW	14
Ονομαστική θερμική ισχύς	με διανομέα θέρμου αέρα	kW	7
Βάρος		kg	230
Ποσότητα νερού εναλλάκτη		lt	22
Υπολογισμός καμινάδας	Θερμοκ. καυσαερίων	°C	280
	Ροή καυσαερίων	g/s	15
	CO ₂	%	8,5
	Ελάχ. ελκυσμός	Pa	13
Σημείο πλήρωσης	Ύψος	mm	379
	Πλάτος	mm	643
Μήκος ξύλου		mm	500
Μεγ. θερμοκρασία προσαγωγής		°C	95
Μεγ. πίεση λειτουργίας		bar	3
Πίεση δοκιμής εργοστασίου		bar	4
Ισχύς της θερμικής ασφάλειας		kW	27
Ελεύθερη διατομή		cm ²	> 850
Σήμανση τύπου (δοχείο υπό πίεση)			74 - 221-730 X
Άδεια κατασκευής			Z - 43.11-126

Πίνακας 7.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά ενεργειακού τζακιού KA306.

Όμως ο κατασκευαστής δεν αναφέρει την κατανάλωση σε ξυλεία. Συνεπώς , για να υπολογιστεί η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, επιλέγουμε το παρακάτω ενεργειακό τζάκι:

FLAT minimal 125 με πόρτα



Εικόνα 7.5: FLAT minimal 125 με πόρτα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά του ενεργειακού τζακιού

Πίνακας 7.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά του ενεργειακού τζακιού FLAT minimal 125 με πόρτα.

Χώρος καύσης: 119x47cm
Ύψος συνολικό εστίας: 160cm
Πλάτος συνολικό εστίας: 137cm
Βάθος συνολικό εστίας: 62cm
Ύψος ποδιάς: 30cm
Βάρος: 320Kgr
Θερμική απόδοση: 74%
Κατανάλωση ξύλου με υγρασία 11,78% και θερμογόνο δύναμη 3903 Kcal/Kg: 8Kg/h
Ισχύς: 27Kw

Επιλέγεται να τοποθετηθούν δύο ενεργειακά τζάκια, ένα σε κάθε όροφο. Στον πρώτο όροφο θα τοποθετηθεί στο σαλόνι και σωληνώσεις θα μεταφέρουν τον ζεστό αέρα μέχρι και το υπνοδωμάτιο. Στον δεύτερο όροφο θα τοποθετηθεί απευθείας στο υπνοδωμάτιο.

Πίνακας 7.9: Πίνακας αριθμού ενεργειακών τζακιών λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδό κάθε χώρου.

Όροφος	Είδος χώρου	Εμβαδό (m ²)	Ενεργειακά τζάκια
1 ος	Δωμάτιο	13	0
1 ος	Λουτρό	7,5	0
1 ος	Γραφείο	10	0
1 ος	Καθιστικό Κ Κουζίνα	32	1
1 ος	Σκάλες	7,5	0
2 ος	Λουτρό	7,5	0
2 ος	Δωμάτιο	10,2	1
2 ος	Σκάλες	10,3	0
ΣΥΝΟΛΟ		98	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Υπολογισμός κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για

θέρμανση ανά έτος.

8.1 Βασικοί Υπολογισμοί

Ο πίνακας 8.1 παρουσιάζει τις τυπικές καταναλώσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ανά m^2 για μονοκατοικίες και διαμερίσματα, ανά κλιματική ζώνη της Ελλάδας και ανάλογα με το έτος κατασκευής τους.

Πίνακας 8.1: Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας (kWh/m^2) στις ελληνικές οικίες για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες. (Πηγή: C.A. Balaras et al. / Building and Environment 42 (2007))

Average annual specific energy consumption (kWh/m^2) in Hellenic residential buildings for the different climatic zones

Climatic zones	Single dwellings 1980	Apartment buildings 1980	Single dwellings 2001	Apartment buildings 2001	Single dwellings 2010 (predicted)	Apartment buildings 2010 (predicted)
<i>Average specific electrical energy consumption (kWh/m^2)</i>						
Greece (total)	26.61	28.13	38.68	40.63	37.45	39.20
Zone A	22.53	24.59	29.59	31.19	27.26	28.50
Zone B	28.28	31.45	42.33	46.76	41.75	45.84
Zone C	24.08	25.77	34.99	36.99	33.74	35.45
Zone D	25.35	28.13	34.63	36.63	32.65	34.21
<i>Average specific thermal energy consumption (kWh/m^2)</i>						
Greece (total)	140.1	96.2	122.9	94.5	92.4	75.2
Zone A	94.0	65.3	89.1	61.9	66.9	52.1
Zone B	134.0	93.7	115.2	91.4	88.3	70.5
Zone C	159.4	110.8	145.1	109.0	107.7	90.4
Zone D	186.9	129.8	175.7	124.5	129.2	114.9

Ακολουθεί ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για την περίπτωση της χρήσης ενεργειακού τζακιού για τη θέρμανση της οικίας και της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για την περίπτωση εγκατάστασης κεντρικού συστήματος θέρμανσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Στην συνέχεια υπολογίζεται ενδεικτικά το κόστος των τριών εναλλακτικών.

Η ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά m^2 της οικίας-ξενώνα δίνεται από τον Πίνακα 8.1.

Οπότε, για την περιοχή της Μάνης (zone A) και για μονοκατοικία του 2010 έχουμε:

Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά m^2 92,4 kWh/m^2

Πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό της οικίας (98 m^2):

Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας 9.055,2 kWh

Στον Πίνακα 8.1 η ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας αναφέρεται σε κεντρικό σύστημα θέρμανσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Οπότε, για να υπολογιστεί η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας όλων των πιθανών τρόπων θέρμανσης της οικίας, υπολογίζεται αρχικά το ετήσιο θερμικό φορτίο:

Ισχύει ότι:

Κατανάλωση θερμικής ενέργειας=θερμικό φορτίο×απόδοση συστήματος θέρμανσης (COP)

Όπου: COP(πετρελαίου ή αερίου)=0,8

Άρα με δεδομένη ,από τον Πίνακα 8.1, την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας το ετήσιο θερμικό φορτίο θα είναι:

$$\text{Ετήσιο Θερμικό φορτίο} = \frac{9055,2}{0,8} \text{ kWh} = 11.319 \text{ kWh}$$

Ετήσιο Θερμικό φορτίο =11.319 kWh

Ακολουθεί ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του ενεργειακού τζακιού FLAT minimal 125.

Αρχικά υπολογίζεται η ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας βάσει του ετήσιου θερμικού φορτίου που υπολογίστηκε παραπάνω. Από τον Πίνακα 7.8 δίνεται ότι ο βαθμός απόδοσής του είναι 74%, δηλαδή:

$$\text{COP(ενεργειακού τζακιού)}=0,74$$

Ισχύει ότι:

$$\text{Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας} = \text{ετήσιο θερμικό φορτίο} \times \text{COP}$$

Οπότε θα είναι:

$$\text{Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας} = 11.319 \text{ kWh} \times 0,74 = 8.376 \text{ kWh}$$

Στην συνέχεια υπολογίζονται τα kg βιομάζας ετησίως.

Με δεδομένη την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας και την ισχύ του ενεργειακού τζακιού (Πίνακας 7.8) προκύπτουν οι ώρες λειτουργίας ετησίως:

$$\text{Ώρες λειτουργίας ετησίως} = \frac{8.376 \text{ kWh}}{27 \text{ kW}} = 310,2 \text{ h}$$

Επίσης στον Πίνακα 7.8 αναφέρεται η ωριαία κατανάλωση σε ξύλο του τζακιού:

Ο ρυθμός κατανάλωσης ξύλου με υγρασία 11,78% είναι 8Kg/h.

Συνεπώς η καταναλισκόμενη βιομάζα ετησίως είναι:

$$\text{Βιομάζα ετησίως} = 310,2 \text{ h} \times 8 \text{ Kg/h} = 2.481,8 \text{ Kg}$$

Τέλος υπολογίζεται η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πολλαπλασιάζοντας τα kg βιομάζας ετησίως με τη θερμογόνο της δύναμη (3903 Kcal/Kg) που δίνεται στον Πίνακα 7.8. Οπότε:

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας βιομάζας=

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας =

$$= 2.481,8 \text{ Kg} \times 3903 \text{ Kcal/Kg} = 9.686.465,4 \text{ Kcal} = 11.265,36 \text{ kWh}$$

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ενεργειακού τζακιού= 11.265,36 kWh

Θεωρώντας μέσο κόστος ξυλείας τα 0,12 €/kg το ετήσιο κόστος θέρμανσης με ενεργειακό τζάκι θα είναι:

$$\text{Ετήσιο Κόστος} = 0,12 \text{ €/kg} \times 2.481,8 \text{ Kg} = 298 \text{ €}$$

Ετήσιο Κόστος θέρμανσης με ενεργειακό τζάκι= 298 €

Πίνακας 8.2: Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Πηγή: TOTEE 1 πίνακας 1.2

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

Ακολουθεί ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κεντρικού συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο.

Στον Πίνακα 8.2 δίνεται ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια για πηγή ενέργειας το πετρέλαιο θέρμανσης. Οπότε με δεδομένη, από τον Πίνακα 8.1, την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την περίπτωση εγκατάστασης κεντρικού συστήματος θέρμανσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου θα είναι:

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας = $9.055,2 \text{ kWh} \times 1,10 = 9960,7 \text{ kWh}$

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο = 9960,7 kWh

Για τον υπολογισμό του κόστους θέρμανσης με πετρέλαιο λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου = $11,9 \text{ kWh/Lt}$

Κόστος πετρελαίου = $0,65 \text{ ευρώ ανά λίτρο.}$

Ωριαία κατανάλωση τυπικού λέβητα = $1,313 \text{ Lt}$

Διαιρώντας την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας με την θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου προκύπτει η ετήσια κατανάλωση σε λίτρα:

Ετήσια λίτρα πετρελαίου = $\frac{9.055,2 \text{ kWh}}{11,9 \text{ kWh/Lt}} = 760,94 \text{ Lt}$

Οπότε:

Ετήσιο κόστος = $760,94 \text{ Lt} \times 0,65 \text{ €/Lt} = 494,6 \text{ €}$

Ετήσιο Κόστος θέρμανσης με πετρέλαιο = 494,6 €

Ακολουθεί ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κεντρικού συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο.

Στον Πίνακα 8.2 δίνεται ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια για πηγή ενέργειας το φυσικό αέριο. Οπότε με δεδομένη, από τον Πίνακα 8.1, την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την περίπτωση εγκατάστασης κεντρικού συστήματος θέρμανσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου θα είναι:

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας = $9.055,2 \text{ kWh} \times 1,05 = 9508 \text{ kWh}$

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο = 9508 kWh

Για τον υπολογισμό του κόστους θέρμανσης με φυσικό αέριο λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

Θερμογόνος δύναμη φυσικού αερίου = $11,2 \text{ kWh/ Nm}^3$

Μέσο κόστος(ποικίλει ανάλογα με το μήνα του έτους) φυσικού αερίου= $0,577 \text{ €/Nm}^3$

Ωριαία κατανάλωση φυσικού αερίου= $1,196 \text{ Nm}^3$

Διαιρώντας την ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας με την θερμογόνο δύναμη του φυσικού αερίου προκύπτει η ετήσια κατανάλωση σε Nm^3 :

Ετήσια Nm^3 φυσικού αερίου= $\frac{9.055,2 \text{ kWh}}{11,2 \text{ kWh/ Nm}^3} = 808,5 \text{ Nm}^3$

Οπότε:

Ετήσιο κόστος= $808,5 \text{ Nm}^3 \times 0,577 \text{ €/Nm}^3 = 466,5 \text{ €}$

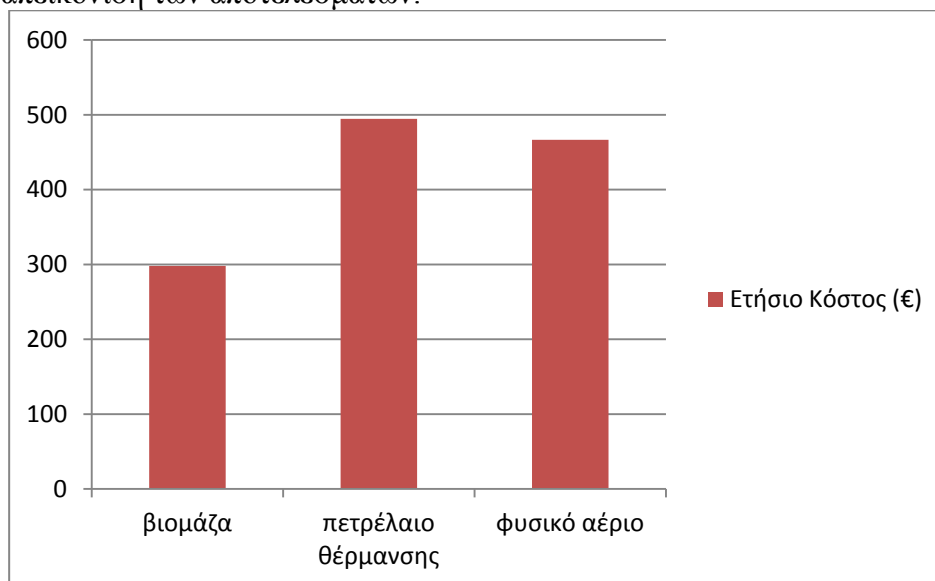
Ετήσιο Κόστος θέρμανσης με φυσικό αέριο=466,5 €

8.2 Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τους διαφορετικούς τρόπους θέρμανσης.

Πίνακας 8.3: Τελικός συγκριτικός πίνακας ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και ετήσιου κόστους για την θέρμανση της οικίας από διαφορετικές πηγές ενέργειας.

Πηγή ενέργειας	Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh)	Ετήσιο Κόστος (€)
βιομάζα	11.265,36	298
πετρέλαιο θέρμανσης	9960,7	494,6
φυσικό αέριο	9508	466,5

Από τον Πίνακα 8.3 παρατηρούμε ότι το ενεργειακό τζάκι (με πηγή ενέργειας τη βιομάζα) είναι και κατά πολύ οικονομικότερο από τα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο με ετήσιο κόστος 298€, ενώ η διαφορά κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ τους είναι σχεδόν αμελητέα. Το ενεργειακό τζάκι είναι, συνεπώς, ο καλύτερος συνδυασμός οικολογικής και οικονομικής επιλογής. Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 8.1: Ραβδόγραμμα ετήσιου κόστους για θέρμανση της οικίας με βιομάζα, πετρέλαιο θέρμανσης και φυσικό αέριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Φωτισμός

9.1 Μελέτη φωτισμού

Για την πραγματοποίηση της πλήρους μελέτης φωτισμού ενός χώρου απαιτείται η γνώση των ακόλουθων πληροφοριών:

- I. Η χρήση του χώρου
- II. Το είδος των φωτιστικών σωμάτων
- III. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο
- IV. Οι οπτικές ιδιότητες του χώρου
- V. Η καθαρότητα του χώρου
- VI. Η επιφάνεια του χώρου

Με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίζεται η απαιτούμενη τιμή της φωτεινής ροής Φ (Lm) και ο απαιτούμενος αριθμός λαμπτήρων.

Ανάλογα με το είδος του χώρου και τη χρήση του, απαιτείται διαφορετικό επίπεδο φωτισμού, το οποίο εκφράζεται μέσω της έντασης φωτισμού E (Lux).

Το Lux είναι η μονάδα SI (International System) της έντασης του φωτισμού. Χρησιμοποιείται στην φωτομετρία ως μέτρο της έντασης του φωτός, που πέφτει ή διέρχεται σε μία επιφάνεια, ανά τετραγωνικό μέτρο, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι.

$$\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$$

Το Lumen είναι η μονάδα SI της φωτεινής ροής. Μετρά την ισχύ του φωτός όπως γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι. Η φωτεινή ροή διαφέρει από τη ροή ακτινοβολίας, Μετρά την εκπεμπόμενη συνολική ισχύ του φωτός.

Η επιλογή λαμπτήρων απαιτεί ανάλυση των προδιαγραφών και χαρακτηριστικών του κάθε λαμπτήρα. Οι προδιαγραφές επιδόσεων περιλαμβάνουν την ισχύ του λαμπτήρα (σε Watt), τη διάρκεια ζωής, το μήκος του λαμπτήρα, τη θερμοκρασία του χρώματος του εκπεμπόμενου φωτός, και τη μέση απόδοση του λαμπτήρα. Μερικοί λαμπτήρες διατίθενται με επιπλέον κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, που είναι διαθέσιμα από ορισμένους κατασκευαστές.

Στο εσωτερικό του σπιτιού αλλά και στον εξωτερικό χώρο θα χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες LED.

Για την συγκεκριμένη μελέτη φωτισμού, στόχος είναι να υπολογιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την χρήση LED σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης, οπότε δεν θα αναλυθεί η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο.

9.2 Εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την χρήση LED σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης

Χρησιμοποιούνται οι παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 9.1: Τυπικές τιμές φωτεινής δραστηριότητας λαμπτήρων. Πηγή: TOTEE 1

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή δραστηριότητα [lm/W]
Πυρακτώσεως	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγείς φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	50 - 70
Γραμμικοί φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	65 - 110
Φωτοδιόδοι (LED) (συμπεριλαμβανομένου του οδηγού (driver))	30 - 60

Πίνακας 9.2: Τυπικές τιμές του αριθμού ωρών λειτουργίας ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (T_d) και κατά τη διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (T_N), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό ανά κατηγορία κτιρίου. Πηγή: TOTEE 1

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ωρες λειτουργίας ημέρας (T_D)	Ωρες λειτουργίας νύκτας (T_N)	Σύνολο ωρών ($T_T = T_N + T_D$)
		[h]	[h]	[h]
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	2912	2912	5824
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	3276	3713	6989
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	1456	2912	4368
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	3276	5460	8736	

Πίνακας 9.3.Ενδεικτικές τιμές της επιθυμητής στάθμης φωτισμού διαφόρων χώρων.

Πηγή: Εφαρμογές κτιριακών και Βιομηχανικών εγκαταστάσεων Π.Γ.Μπούρκας

Εγκατάσταση	Είδος χώρου και εργασία	Ε σε Lux
Κατοικίες και ξενοδοχεία	Υπνοδωμάτιο : γενικός φωτισμός	150
	Υπνοδωμάτιο : τοπικός φωτισμός	250-500
	Λουτρό: γενικός φωτισμός	150
	Λουτρό: ξύρισμα και καλλωπισμός	250
	Καθιστικό : γενικός φωτισμός	150
	Καθιστικό : τοπικός φωτισμός	500-1000
	Κουζίνα : γενικός φωτισμός	250
	Κουζίνα : θέσεις εργασίας	250-500
	Κλιμακοστάσιο	150
	Μηχανοστάσιο	150
	Μπαρ-αναψυκτήριο ξενοδοχείου	150

9.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό

Βάσει του Πίνακα 9.3, για την οικία-ξενώνα στη Μάνη προκύπτει ο παρακάτω πίνακας που δίνει τα απαιτούμενα lm για το σύνολο της οικίας:

Πίνακας 9.4: Υπολογισμός απαιτούμενων lm για τον ξενώνα στη Μάνη

Οροφος	Είδος χώρου	m ²	Ε σε Lux	lm
1 ος	Δωμάτιο	13	150	1950
1 ος	Λουτρό	7,5	150	1125
1 ος	Γραφείο	10	500	5000
1 ος	Καθιστικό Κουζίνα	32	250	8000
1 ος	Σκάλες	7,5	150	1125
2 ος	Λουτρό	7,5	150	1125
2 ος	Δωμάτιο	10,2	150	1530
2 ος	Σκάλες	10,3	150	1545
ΣΥΝΟΛΟ		98	1650	21400

Από τον Πίνακα 9.1 η φωτεινή δραστηριότητα του λαμπτήρα πυρακτώσεως είναι 18 lm/W και των LED 60 lm/W. Οπότε διαιρώντας τα απαιτούμενα lm για την οικία-ξενώνα με την

φωτεινή δραστικότητα κάθε είδους λαμπτήρων, προκύπτουν τα συνολικά απαιτούμενα W λαμπτήρων πυρακτώσεως και LED αντίστοιχα.

Οπότε:

$$\frac{21400 \text{ lm}}{18 \text{ lm/W}} = 1188,8 \text{ W λαμπτήρων πυρακτώσεως}$$

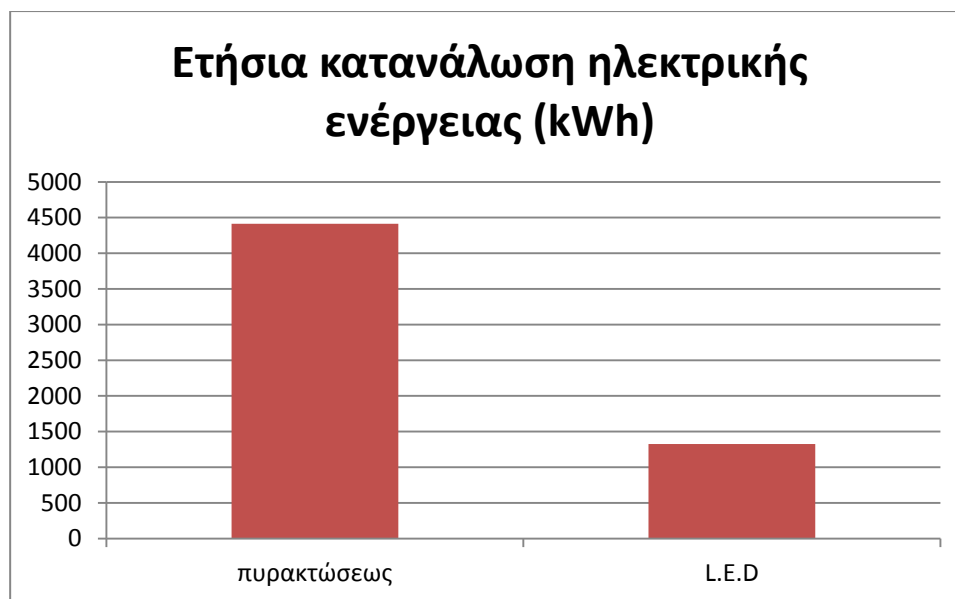
$$\frac{21400 \text{ lm}}{60 \text{ lm/W}} = 356,7 \text{ W λαμπτήρων LED}$$

Για 3713h λειτουργίας κατά τη διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού, βάσει του Πίνακα 9.2, προκύπτει η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 9.5: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) λαμπτήρων LED και πυρακτώσεως.

είδος λαμπτήρων	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε W	Ετήσια κατανάλωση σε kWh
πυρακτώσεως	1188,8	4414
L.E.D	356,7	1324,4

Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 9.1 Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh λαμπτήρων LED και πυρακτώσεως

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με τη χρήση λαμπτήρων LED σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι της τάξης του 70%. Η επιλογή, κρίνεται συνεπώς συμφέρουσα παρά το υψηλότερο κόστος των λαμπτήρων LED.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας της οικίας-ξενώνα

Τέλος, υπολογίσθηκε η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας με βάση την παρακάτω σχέση, η οποία ισχύει για τις περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας:

$$\text{Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας} = \text{Θερμική ενέργεια} + 2,7 \cdot \text{Ηλεκτρική Ενέργεια}$$

10.1 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής, θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας της οικίας του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού

Στον Πίνακα 10.1 παρουσιάζονται η κατανάλωση θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση της οικίας-ξενώνα και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το δροσισμό, το φωτισμό και τις οικιακές συσκευές της. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ισοδύναμη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας της οικίας ανά κατηγορία και προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 17.276 kWh.

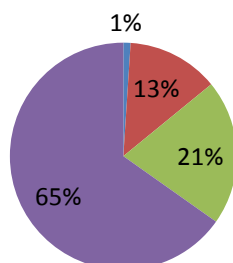
Πίνακας 10.1: Κατανάλωση ηλεκτρικής, θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και οικιακές συσκευές του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού.

Κατηγορία	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	Κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh/έτος)	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/έτος)
θέρμανση	0	11.265,36	11.265,36
δροσισμός	65,4	0	176,58
οικιακές συσκευές	836,24	0	2.257,848
φωτισμός	1.324,4	0	3.575,88
ΣΥΝΟΛΟ	2.226,04	11.265,36	17.275,668

Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:

Τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

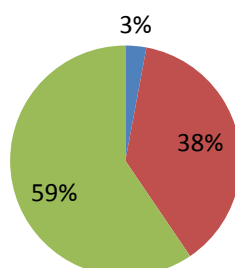
■ δροσισμός (kWh/έτος) ■ οικιακές συσκευές (kWh/έτος)
■ φωτισμός (kWh/έτος) ■ θέρμανση (kWh/έτος)



Σχήμα 10.1: Κατανομή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και οικιακές συσκευές του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού.

Τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

■ δροσισμός (kWh/έτος) ■ οικιακές συσκευές (kWh/έτος)
■ φωτισμός (kWh/έτος)



Σχήμα 10.2: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για δροσισμό, φωτισμό και συσκευές του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού.

Από τα Σχήματα 10.1 και 10.2 παρατηρείται ότι στον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό το μεγαλύτερο ποσοστό της πρωτογενούς ενέργειας απαιτείται για τη θέρμανση της οικίας. Επίσης στην τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ο δροσισμός, εξαιτίας της χρήσης των ανεμιστήρων, έχει το μικρότερο ποσοστό, ενώ ο φωτισμός το μεγαλύτερο (59%).

10.2 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής, θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας της οικίας του σχεδιασμού αναφοράς

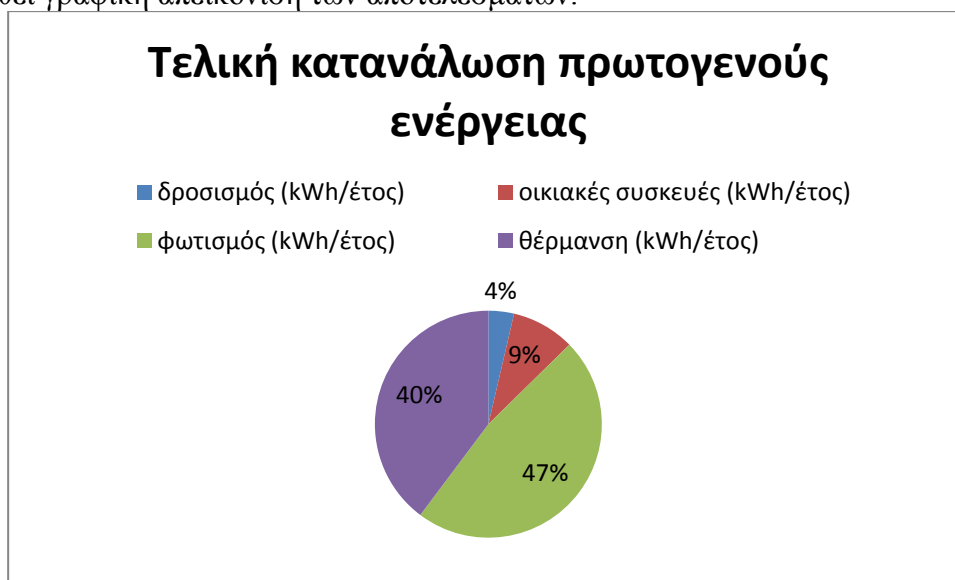
Στον Πίνακα 10.2 παρουσιάζονται η κατανάλωση θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση της οικίας-ξενώνα και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το δροσισμό, το φωτισμό και τις οικιακές συσκευές της. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ισοδύναμη κατανάλωση πρωτογενούς

ενέργειας της οικίας ανά κατηγορία και προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για το σχεδιασμό αναφοράς είναι 25.049 kWh.

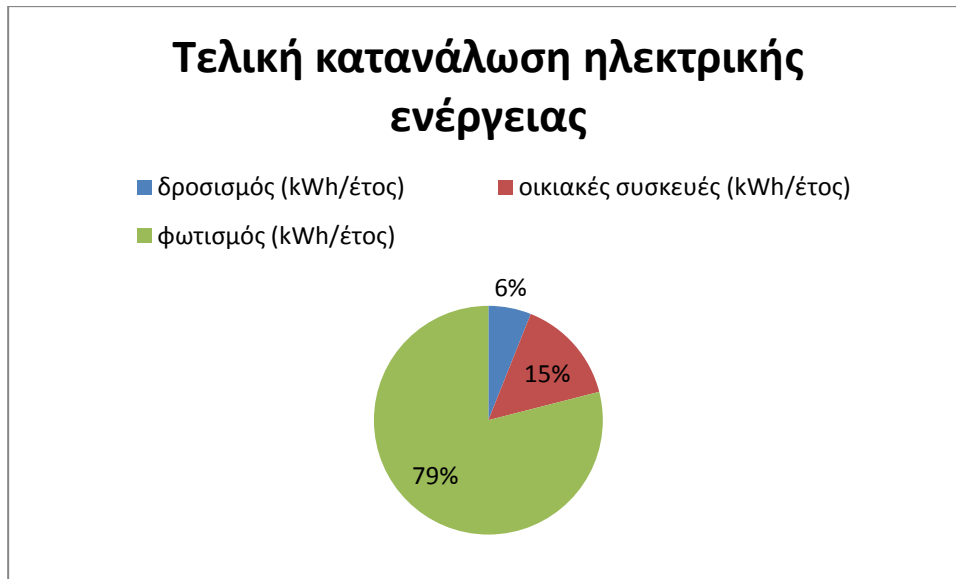
Πίνακας 10.2 :Κατανάλωση ηλεκτρικής, θερμικής και πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και οικιακές συσκευές του σχεδιασμού αναφοράς.

Κατηγορία	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)	Κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh/έτος)	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/έτος)
θέρμανση	0	9960,7	9960,7
δροσισμός	337,85	0	912,195
οικιακές συσκευές	836,24	0	2257,848
φωτισμός	4414	0	11917,8
ΣΥΝΟΛΟ	5588,09	9960,7	25048,543

Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 10.3: Κατανομή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και οικιακές συσκευές του σχεδιασμού αναφοράς.

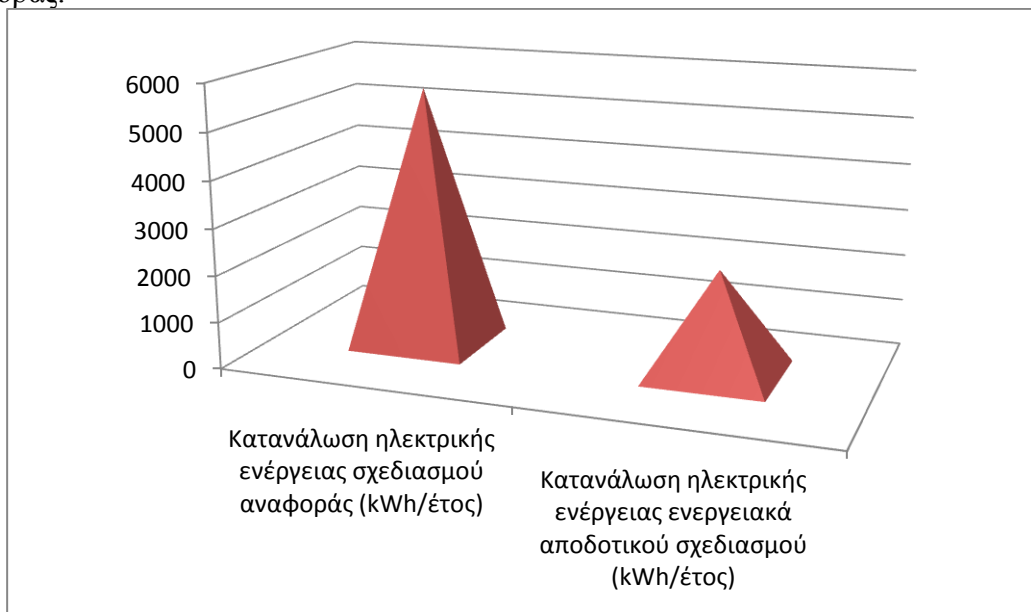


Σχήμα 10.4: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για δροσισμό, φωτισμό και οικιακές συσκευές του σχεδιασμού αναφοράς.

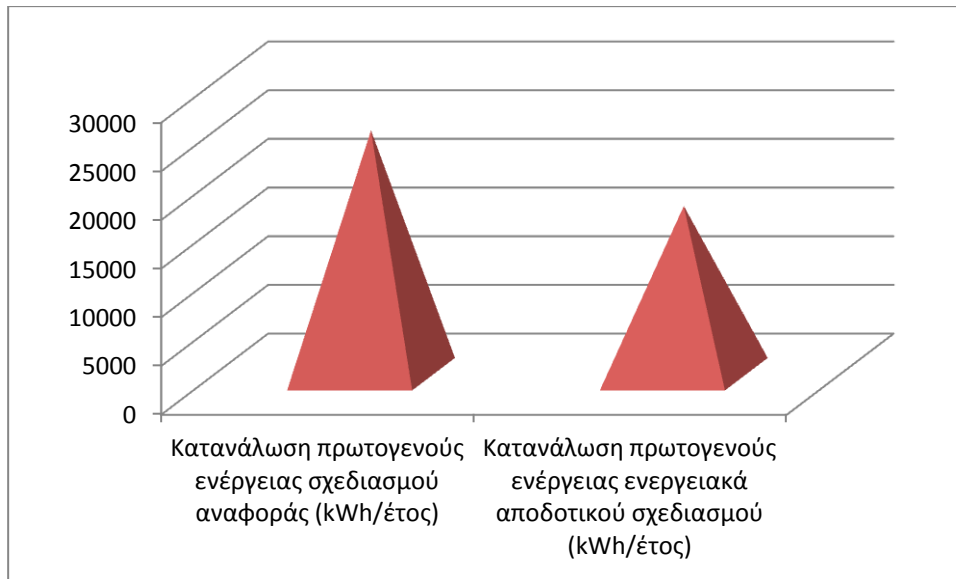
Από τα Σχήματα 10.3 και 10.4 παρατηρείται ότι στον σχεδιασμό αναφοράς το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται στο φωτισμό. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς οι λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι εξαιρετικά ενεργοβόροι.

10.3 Σύγκριση κατανάλωσης ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού και σχεδιασμού αναφοράς

Στα σχήματα 10.5 και 10.6 παρουσιάζονται η κατανάλωση ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας αντίστοιχα του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού και του σχεδιασμού αναφοράς.



Σχήμα 10.5: Σύγκριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού και σχεδιασμού αναφοράς.



Σχήμα 10.6: Σύγκριση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού και σχεδιασμού αναφοράς.

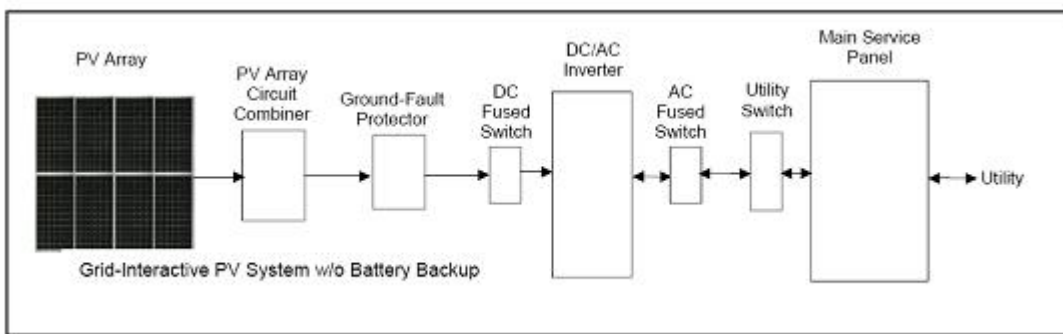
Στον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό παρατηρείται σημαντική μείωση στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και μείωση της τάξης του 50% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που αυξάνει τις δυνατότητες ενεργειακής αυτάρκειας του ξενώνα μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών και ανεμογεννήτριας, που θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: Φωτοβολταϊκά

11.1 Επιλέγοντας αυτόνομο ή διασυνδεδεμένο σύστημα

Τρόπος λειτουργίας του συνδεδεμένου με το δίκτυο φ/β συστήματος

Τα φ/β στοιχεία, τοποθετημένα σε νότια κατεύθυνση, δέχονται το ηλιακό φως και το μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια σε μορφή συνεχούς ρεύματος. Με τη χρήση ενός μετατροπέα, το συνεχές ρεύμα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα και τροφοδοτεί το δίκτυο της ΔΕΗ. Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προσωπική όπως και για επαγγελματική χρήση (ιδιωτικές κατοικίες, γραφεία, εργοστάσια, σταθμούς παραγωγής ρεύματος κλπ). Στο Σχήμα 11.1 παρουσιάζεται το κύκλωμα συνδεδεμένου φ/β συστήματος.



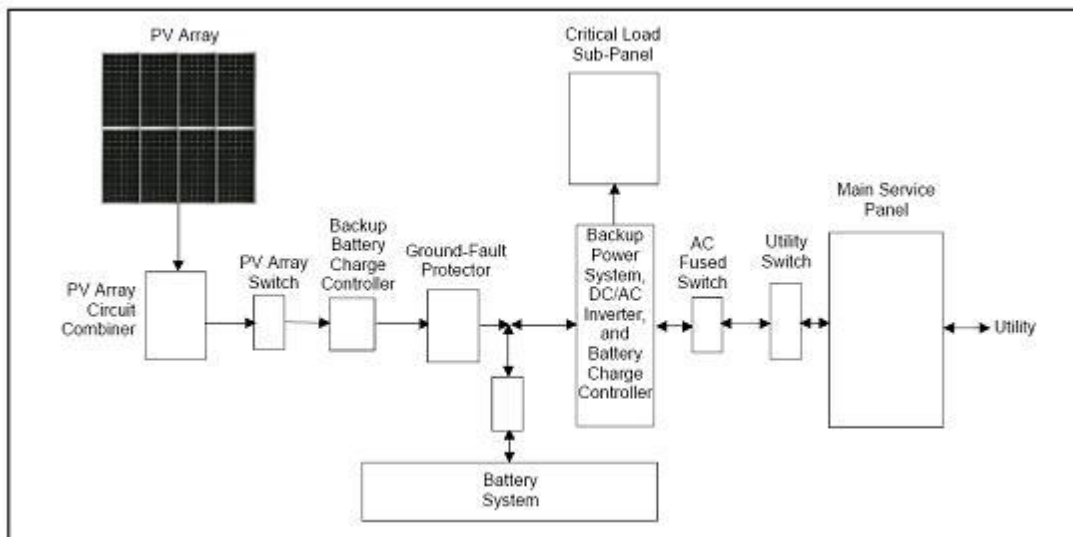
Σχήμα 11.1: Κύκλωμα συνδεδεμένου φ/β συστήματος.

Τρόπος λειτουργίας του αυτόνομου φ/β συστήματος

Στην περίπτωση του αυτόνομου φ/β συστήματος η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις φ/β κυψέλες, αποθηκεύεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες). Οι συσσωρευτές προμηθεύουν το σύστημα με ηλεκτρισμό όταν ζητηθεί, πχ τη νύχτα. Ένας ρυθμιστής φόρτισης προστατεύει τους συσσωρευτές από την υπερφόρτιση όπως και από την ολική τους αποφόρτιση. Για τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών με εναλλασσόμενο ρεύμα (220Vac) το σύστημα χρειάζεται έναν μετατροπέα (inverter).

Αυτόνομα φ/β συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε εξοχικά σπίτια, τροχόσπιτα, σκάφη όπως και σε απομακρυσμένα σημεία όπου δεν υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο. Ακόμη, χρησιμοποιούνται για ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών, αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού, συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων, συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού, συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας, αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ. (πηγή ΚΑΠΕ)

Στο Σχήμα 11.2 παρουσιάζεται το κύκλωμα αυτόνομου φ/β συστήματος.



Σχήμα 11.2: Κύκλωμα αυτόνομου φ/β συστήματος.

Στόχος της εργασίας είναι η αυτονομία του πέτρινου οικισμού στη Μάνη. Συνεπώς δεν θα μελετηθεί η διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ. Έστω, όμως, ότι ελέγχεται και αυτή η περίπτωση:

Σύμφωνα με τον Πίνακα 11.1 με κριτήριο τις διαδικασίες αδειοδοτήσεων διακρίνονται οι παρακάτω βασικές κατηγορίες Φωτοβολταϊκών επενδύσεων.

Πίνακας 11.1: Κατηγορίες φ/β επενδύσεων. (Πηγή ΥΠΙΑΝ)

	Ισχύς αιχμής	Χαρακτηριστικό
Οικιακά ΦΒ έργα	<= 10 kW	Μόνο σε στέγες κτιρίων, αφορολόγητα έσοδα, διάρκεια σύμβασης 25 έτη, ειδική ταρίφα (0,55€ / kWh)
Πολύ μικρά επενδυτικά ΦΒ έργα	10kW - 100kW	Εύκολες διαδικασίες αδειοδότησης, υψηλή ταρίφα
Μικρά επενδυτικά ΦΒ έργα	100kW - 500kW	Εξαιρούνται από την Άδεια Παραγωγής και απαλλάσσονται από την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων
Μεσαία επενδυτικά ΦΒ έργα	500kW - 1MW	Εξαιρούνται από την Άδεια Παραγωγής
Μεγάλα επενδυτικά ΦΒ έργα	>=1 MW	Πλήρης διαδικασία αδειοδότησης

Οικιακά έργα (< 10 kWp)

ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ	ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ
- Άδεια Παραγωγής	- Σύμβαση συμφητισμού με τη ΔΕΗ
- Άδεια Εγκατάστασης	
- Άδεια Λειτουργίας	
- Απόφαση Εξαίρεσης της ΡΑΕ	
- Άδεια Δόμησης	
- Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων	
- Έγκριση Εργασιών Μικρής Κλίμακας	

Συνεπώς, για μια μικρή παραγωγή, όπως 3000kWh/ year θα υπάρχουν έσοδα της τάξης των 3000 kWh *0,55 €/ kWh =1650 € ετησίως, οπότε η διασύνδεση δεν κρίνεται ιδιαίτερα προσοδοφόρα, ούτε μέσα στους στόχους της εργασίας.

11.2 Επιλογή φ/β πλαισίων, inverter και μπαταριών

Τα φ/β πλαίσια (πολυκρυσταλλικά) θα τοποθετηθούν στην ταράτσα της οικίας, πάνω από το υπνοδωμάτιο- λουτρό του Α' ορόφου. Προτιμάται για αισθητικούς λόγους να μην τοποθετηθούν στη σκεπή.



Εικόνα 11.1: Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε κατάλληλη κατασκευή υποστήριξης.

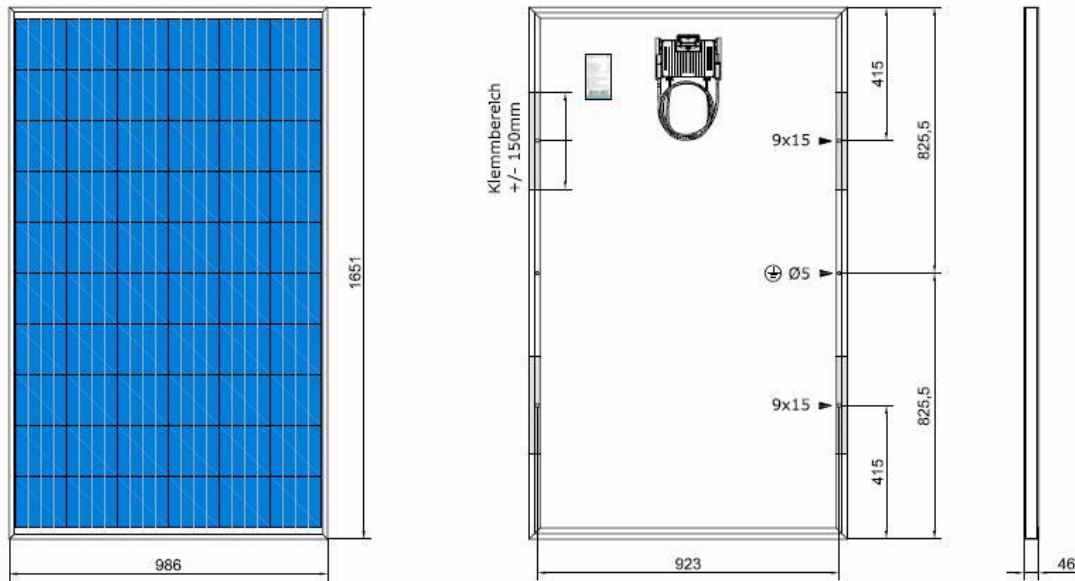
a: Φ/Β πλαίσιο, b: δοκός L τύπου, c: πλάκα μεγάλου βάρους, d: οριζόντιοι και διαγώνιοι βραχίονες στήριξης, e: δοκός στήριξης.

Επιλέγονται φ/β πλαίσια (Power plus 230P, Conergy) 230 Wp έκαστο.

Τα φ/β πλαίσια θα τοποθετηθούν πάνω σε σιδερένια βάση στήριξης με κλίση 35° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και με νοτιοδυτικό προσανατολισμό 30° δυτικά από το νότο.

Η κλίση επιλέχθηκε, με το υπολογιστικό πρόγραμμα PVSYST V4.36 που θα αναλυθεί σε επόμενη παράγραφο, ώστε να υπάρχει βελτιστοποίηση της παραγωγής τη χειμερινή περίοδο. Ο προσανατολισμός επιλέχθηκε βάσει του προσανατολισμού της οικίας, ώστε τα φ/β να τοποθετηθούν παράλληλα με τα τοιχώματα της ταράτσας και να χωρέσουν όσο το δυνατόν περισσότερα σε αυτή.

Στην Εικόνα 11.2 αναφέρονται από τον κατασκευαστή (Conergy) οι διαστάσεις των φωτοβολταϊκών πλαισίων Power plus 230P.



Διαστάσεις πλαισίου (Μ x Π x Υ):	1.651 x 986 x 46mm
Διαστάσεις κυψέλης:	156 x 156 mm
Αριθμός κυψελών:	60
Τύπος κυψέλης:	Πολυκρυσταλλική
NOCT ¹ :	43,4 °C
Μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο:	5.400 Pa ⁴
Πάχος γυαλιού:	4mm
Καλώδια:	2 x 1.000, 4mm ² διατομή
Τύπος βύσματος:	Huber & Suhner με ενσωματωμένο διπλό κλείδωμα
Βάρος:	22kg
Πιστοποιήσεις:	Σύμφωνα με IEC/EN 61215 Ed.2 , IEC/EN 61730

Εικόνα 11.2: Διαστάσεις των φωτοβολταϊκών πλαισίων (Power plus 230P, Conergy).

Στους παρακάτω Πίνακες αναφέρονται οι τεχνικές προδιαγραφές φ/β πλαισίων, μετατροπέων στοιχειοσειράς και μπαταριών Conergy ώστε αυτές να χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια για τη διαστασιολόγηση του φ/β συστήματος.

Πίνακας 11.2: Τεχνικές προδιαγραφές των φωτοβολταϊκών πλαισίων (Power plus 230P,Conergy).

	Conergy PowerPlus 200P	Conergy PowerPlus 205P	Conergy PowerPlus 210P	Conergy PowerPlus 215P	Conergy PowerPlus 220P	Conergy PowerPlus 225P	Conergy PowerPlus 230P
Τεχνικά χαρακτηριστικά:							
Ονομαστική ισχύς στις STC ³	200Wp	205Wp	210Wp	215Wp	220Wp	225Wp	230Wp
Ανοχή ισχύος	+2,5%	+2,5%	+2,5%	+2,5%	+2,5%	+2,5%	+2,5%
Απόδοση Φ/Β γεννήτριας	12,29%	12,59%	12,90%	13,21%	13,51%	13,82%	14,13%
Τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος (V_{mp})	28,52V	28,56V	28,652V	28,80V	29,01V	29,23V	29,54V
Ρεύμα στο σημείο μέγιστης ισχύος (I_{mp})	7,09A	7,26A	7,41A	7,54A	7,65A	7,74A	7,82A
Τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc})	35,29V	35,53V	35,77V	36,00V	36,23V	36,43V	36,66V
Ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc})	7,72A	7,83A	7,94A	8,04A	8,15A	8,24A	8,34A
Συντελεστής θερμοκρασίας στο σημείο μέγιστης ισχύος (P_{mp})	-0,45%/°C	-0,45%/°C	-0,45%/°C	-0,45%/°C	-0,45%/°C	-0,45%/°C	-0,45%/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας στην τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc}) - απόλυτος	-0,120V/°C	-0,121V/°C	-0,122V/°C	-0,122V/°C	-0,123V/°C	-0,124V/°C	-0,125V/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας στην τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc}) - ποσοστιαίος	-0,34%/°C	-0,34%/°C	-0,34%/°C	-0,34%/°C	-0,34%/°C	-0,34%/°C	-0,34%/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sc}) - Απόλυτος	3,9mA/°C	3,9mA/°C	4,0mA/°C	4,0mA/°C	4,1mA/°C	4,1mA/°C	4,2mA/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sc}) - Ποσοστιαίος	0,05%/°C	0,05%/°C	0,05%/°C	0,05%/°C	0,05%/°C	0,05%/°C	0,05%/°C
Εγγύηση ισχύος 1	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια	92% για 12 χρόνια
Εγγύηση ισχύος 2	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια	80% για 25 χρόνια

- 1 Ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας της κυψέλης στα 800W/m² ακτινοβολίας, 20°C θερμοκρασία περιβάλλοντος και ταχύτητα ανέμου 1m/sec
- 2 Σχετικά με τους τρέχοντες όρους εγγύησης της Conergy AG. Η επέκταση εγγύησης είναι προϊόν μετά της πώλησης και υπόκεινται στους ισχύοντες κανονισμούς των πωλήσεων της δικιάς σας χώρας.
- 3 Ως STC (Κανονικές συνθήκες λειτουργίας) ορίζονται : 1000W/m² ισχύς ακτινοβολίας φασματικής πυκνότητας AM 1.5 και θερμοκρασία κυψέλης 25°C
- 4 Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61215 Ed. 2

Πίνακας 11.3: Τεχνικές προδιαγραφές του μετατροπέα στοιχειοσειράς.

Μετατροπείς δικτύου Conergy IPG σειράς S			
Είσοδος DC	Conergy IPG 3S	Conergy IPG 4S	Conergy IPG 5S
Εύρος τάσης εισόδου	250-750V	250-750V	275-750V
Μέγιστη τάση εισόδου	900V	900V	900V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	19A	19A	19A
Ρυθμιστής MPPT tracking	1	1	1
Αριθμός εισόδων	1	1	1
Σύνδεση	MCIV compatible	MCIV compatible	MCIV compatible
Συμπεριφορά σε υπερφόρτωση	Το σημείο λειτουργίας αλλάζει σύμφωνα με την χαρακτηριστική καμπύλη V/I του Φ/Β συστήματος		
Έξοδος AC			
Τροφοδοσία	Μονοφασικοί	Μονοφασικοί	Μονοφασικοί
Σύνδεση	Βύσμα (plug)	Βύσμα (plug)	Βύσμα (plug)
Τάση λειτουργίας ¹	184-264V _{AC}	184-264V _{AC}	184-264V _{AC}
Συχνότητα ¹	47,5-50,2Hz	47,5-50,2Hz	47,5-50,2Hz
Μέγιστη ισχύς εισόδου	3kW	4kW	5kW
Ονομαστική ισχύς εισόδου	3kW	4kW	5kW
Παραμόρφωση	<3%	<3%	<3%
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	14A	19A	22A
Απόδοση			
Μέγιστη απόδοση	97,5%	97,6%	97,7%
Απόδοση euro	96,4%	96,8%	97,0%
Προστασία			
Τύπος	IP 65	IP 65	IP 65
Έλεγχος σφάλματος γείωσης	NAI	NAI	NAI
Προστασία υπέρτασης εισόδου	Εκτονωτές υψηλών τάσεων (Varistors) και κενά σπινθηρισμού		
Προστασία αντίστροφης πολικότητας	Δίοδοι βραχυκύκλωσης στην είσοδο		

Πίνακας 11.4: Τεχνικές προδιαγραφές της μπαταρίας (Batteries OPzS range).

Solar type cells with tubular positive plates acc. to DIN 43959 OPzS low-antimony (LA)/low maintenance types							
Cell type	2 V/4 OPzS	2 V/5 OPzS	2 V/6 OPzS	2 V/5 OPzS	2 V/6 OPzS	2 V/7 OPzS	2 V/6 OPzS
	200	250	300	350	420	490	600
Cell voltage	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V
Standard DIN C-10 at Us=1.80 V/c	200	250	300	350	420	490	600
Solar systems C-100h at Us=1.88V/c	290	370	440	520	620	730	870
Cell dimensions:							
Length	103 mm	124 mm	145 mm	124 mm	145 mm	166 mm	145 mm
Width	206 mm	206 mm	206 mm	206 mm	206 mm	206 mm	206 mm
Height	395 mm	395 mm	395 mm	515 mm	515 mm	515 mm	695 mm
Weight ± 5	16 kg	21 kg	24.4 kg	27.3 kg	32.1 kg	36.8 kg	45.3 kg
Cell type	2 V/7 OPzS	2 V/8 OPzS	2 V/12 OPzS	2 V/12 OPzS	2 V/16 OPzS	2 V/20 OPzS	2 V/24 OPzS
	700	800	1200	1500	2000	2500	3000
Cell voltage	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V	2 V
Standard DIN C-10 at Us=1,80 V/c	700	800	1,200	1,500	2,000	2,500	3,000
Solar systems C-100h at Us=1,88V/c	1,020	1,160	1,740	2,220	2,960	3,700	4,440
Cell dimensions:							
Length	210 mm	210 mm	210 mm	210 mm	212 mm	212 mm	212 mm
Width	191 mm	191 mm	275 mm	275 mm	399 mm	487 mm	576 mm
Height	695 mm	695 mm	695 mm	845 mm	825 mm	825 mm	825 mm
Weight ± 5	58.5 kg	61.2 kg	88.2 kg	112.6 kg	155.8 kg	195.5 kg	232 kg



Εικόνα 11.3 :Μπαταρίες και inverter.

11.3 Διαστασιολόγηση του αυτόνομου συστήματος με φ/β

11.3.1 Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στη διάρκεια μιας τυπικής μέρας

Η διαστασιολόγηση ξεκινά από την εκτίμηση της μέγιστης στιγμιαίας ισχύος των φορτίων (Pload) και της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στη διάρκεια μιας τυπικής μέρας ($E_{\text{cons}_{\text{day}}} = \text{Energy consumed per day}$).

Παρατίθεται πίνακας εκτίμησης της μέγιστης ηλεκτρικής κατανάλωσης- δηλαδή όταν χρησιμοποιούνται όλες οι συσκευές, ο δροσισμός και ο φωτισμός παράλληλα-της οικίας ανά ημέρα. Χρησιμοποιείται η εγκατεστημένη ισχύς του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού. Σημείωση: Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ανά ημέρα θεωρήθηκε ότι η κατανάλωση είναι σταθερή και ισόποση για χειμώνα και καλοκαίρι.

Πίνακας 11.5: Εκτίμηση μέγιστης κατανάλωσης ενέργειας στον ξενώνα ανά ημέρα.

Κατηγορία	ισχύς σε W	ώρες/ημέρα	κατανάλωση ενέργειας σε Wh
δροσισμός	65	1,5	97,5
κουζίνα	2000	1,5	3000
Η/Υ	63	2	126
πλυντήριο ρούχων	465	2	930
σεσουάρ	40	0,5	20
ψυγείο	18	24	432

ράδιο	48	1,25	60
φωτισμός	356,7	5	1783,5
ΣΥΝΟΛΟ	3055,7		6449

Από τον πίνακα 11.5 προκύπτει:

Pload max= 3 kW

Econs_{day}= 6,5 kWh

Επειδή, όμως, σπάνια τροφοδοτούνται όλα τα φορτία μαζί, θεωρείται ένας συντελεστής εκτίμησης (0,8) ώστε να βρεθεί ένα νέο Pload:

$$Pload = Pload \max \times 0,8 = 2,4 \text{ kW}$$

Από την μέγιστη στιγμιαία ισχύ προκύπτει η ονομαστική ισχύς του inverter.

Επιλογή : Inverter IPG 3S 3kW

Επιλέγεται η τάση λειτουργίας στη πλευρά DC . Συνηθισμένες τιμές είναι 12V ή 24V ή 48V. Από τα τεχνικά στοιχεία του πάνελου Conergy επιλέγονται 48V. Η τιμή της τάσης λειτουργίας είναι απαραίτητο στοιχείο και για τον αντιστροφέα και τον ρυθμιστή φόρτισης.

Επιλογή : Αντιστροφέας ονομαστικής ισχύος 3kW

Απαιτούμενη χωρητικότητα των μπαταριών (C σε αμπερώρια Ah).

Προκύπτει από την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας Econs_{day} που πρέπει να είναι (σχεδόν) ίση με την παρεχόμενη ενέργεια από τους συσσωρευτές στη διάρκεια μίας ημέρας.

$$C = \frac{Econs_{day}}{V_{syst}} = \frac{6500Wh}{48V} = 135Ah$$

Ο βαθμός εκφόρτισης των παραπάνω μπαταριών της Conergy είναι ιδιαίτερα χαμηλός. Για λόγους ασφάλειας και για μεγαλύτερη διάρκεια της επένδυσης, καθώς οι απώλειες των μπαταριών αυξάνονται σημαντικά με το πέρασμα των ετών, υπολογίζονται τα παραπάνω Ah ως το 30% της ονομαστικής χωρητικότητας.

$$C = \frac{135Ah}{0,3} = 450 \text{ Ah}$$

Η ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών που υπολογίστηκε μπορεί να καλύψει την κατανάλωση ενέργειας μίας ημέρας. Σε περίπτωση κακοκαιρίας όπου τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα αποδίδουν λίγη ή καθόλου ενέργεια οι μπαταρίες δεν θα μπορούν να ανταποκριθούν. Για αυτό επιλέγονται οι απαιτούμενες ημέρες αυτονομίας, δηλαδή οι ημέρες που μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα χωρίς να αποδίδουν ενέργεια τα φωτοβολταϊκά. Μία συνήθης τιμή για τις μέρες αυτονομίας είναι 2 ημέρες. Οπότε τελικά η συνολική χωρητικότητα των συσσωρευτών προκύπτει 900Ah. Βάσει του πίνακα της Conergy:

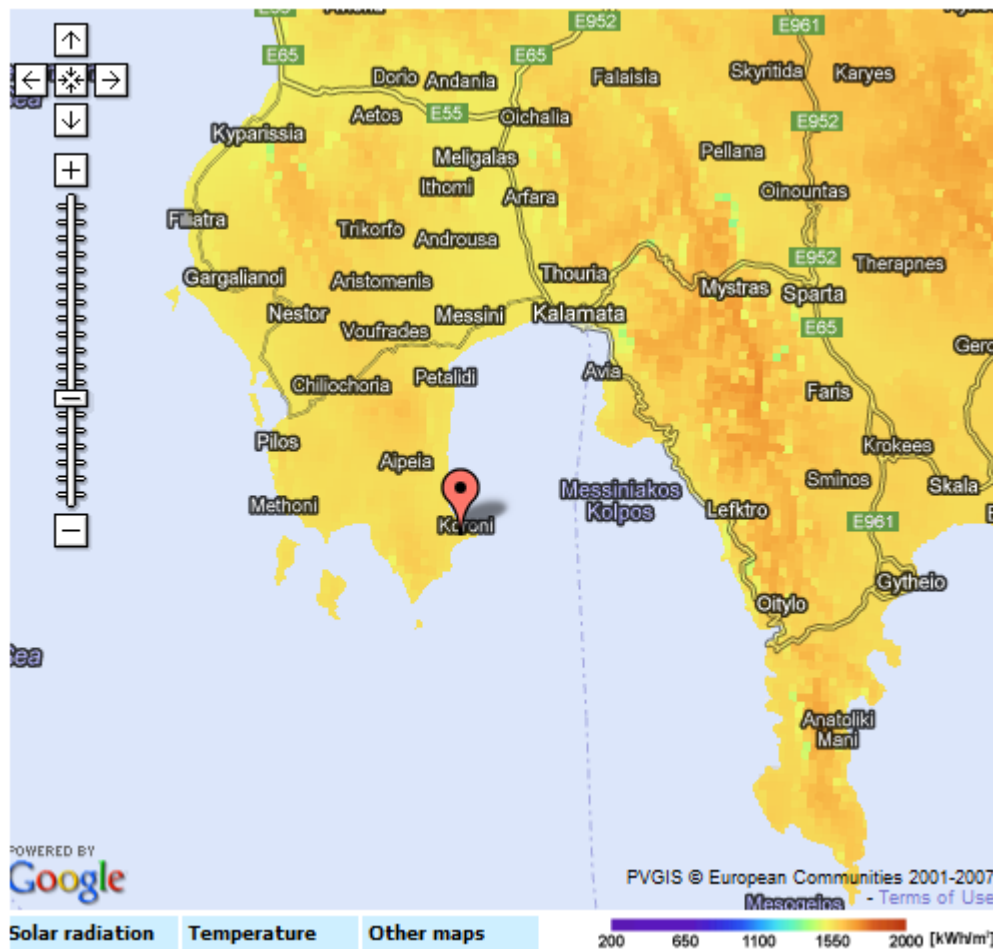
Επιλογή: μπαταρία 1200 Ah – 2V

Θα συνδεθούν 24 δίβολτες μπαταρίες σε σειρά που η καθεμία τους θα έχει χωρητικότητα 1200Ah.

Δεύτερος τρόπος: 24 δίβολτες μπαταρίες σε σειρά χωρητικότητας 600 Ah η κάθε μία, συνδεδεμένες παράλληλα με 24 δίβολτες μπαταρίες σε σειρά χωρητικότητας 600Ah η κάθε μία.

11.3.2 Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φ/β γεννήτριας

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φωτοβολταϊκής γεννήτριας χρειάζεται να εκτιμηθεί η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά ενέργεια ανά ημέρα με βάση την ηλιακή ακτινοβολία στη συγκεκριμένη περιοχή, την θερμοκρασία, τον προσανατολισμό των πλαισίων κ.α. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετοί τύποι υπολογισμού λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους. Ένας απλός και αξιόπιστος τρόπος υπολογισμού της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά ανά ημέρα είναι χρησιμοποιώντας την διαδικτυακή σελίδα PV GIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>). Επιλέγεται στον χάρτη η περιοχή της εγκατάστασης (Σχήμα 11.3), τίθεται για την Ελλάδα κλίση των φωτοβολταϊκών 35°, επιλέγεται αν τα φωτοβολταϊκά θα είναι τοποθετημένα σε βάσεις ή αν θα εφάπτονται στη στέγη κτιρίου (που σχετίζεται με τον αερισμό τους) και ο τύπος των φωτοβολταϊκών (Σχήμα 11.4). Το πρόγραμμα υπολογίζει την μέση παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά ημέρα (Ed) για κάθε μήνα του χρόνου από εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών P=1kWp (Πίνακας 11.6).



Σχήμα 11.3: Εισαγωγή της τοποθεσίας στο PV GIS.

Performance of Grid-connected PV

NOTE: new version of PVGIS available [here](#).
Read about it.

PV technology: Crystalline silicon ▾

Installed peak PV power kWp

Estimated system losses [0;100]
 %

Fixed mounting options:

Mounting position:
 ▾

Slope [0;90]
 ° Optimize slope (Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Azimuth ° Also optimize azimuth

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] ° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] ° Optimize

2-axis tracking

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

Σχήμα 11.4: Εισαγωγή τιμής εγκατεστημένης ισχύος και τεχνικών προδιαγραφών τοποθέτησης φ/β πλαισίων στο PV GIS.

Πίνακας 11.6: Πίνακας αποτελεσμάτων του PV GIS για την περιοχή του ξενώνα (Κορώνη Μάνης) και για εγκατεστημένη ισχύ 1 kWp.

Location: 36°47'45" North, 21°56'42" East, Elevation: 0 m a.s.l.,

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
 Estimated losses due to temperature: 10.4% (using local ambient temperature)
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.7%
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
 Combined PV system losses: 25.0%

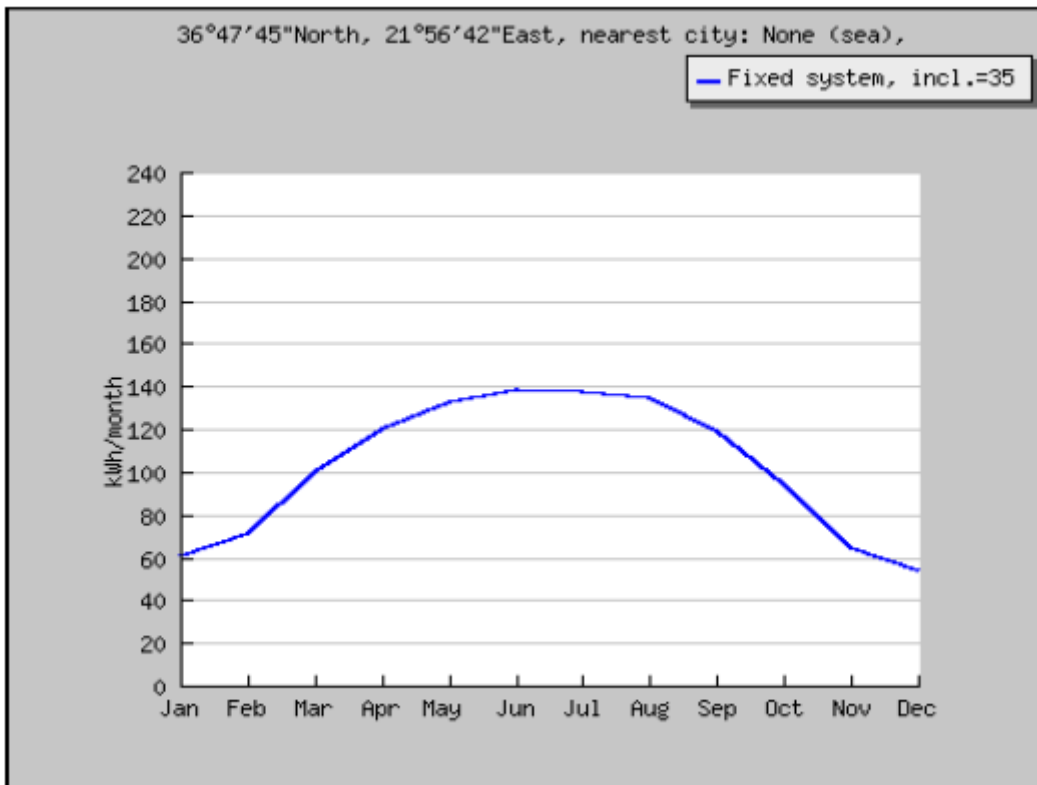
Fixed system: inclination=35°, orientation=30°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	1.94	60.2	2.46	76.3
Feb	2.52	70.7	3.23	90.5
Mar	3.22	99.9	4.18	130
Apr	4.00	120	5.26	158
May	4.29	133	5.77	179
Jun	4.60	138	6.30	189
Jul	4.44	138	6.16	191
Aug	4.34	135	6.02	187
Sep	3.97	119	5.40	162
Oct	3.04	94.3	4.05	126
Nov	2.14	64.3	2.78	83.4
Dec	1.74	54.1	2.22	68.7
Yearly average	3.36	102	4.49	137
Total for year		1230		1640

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

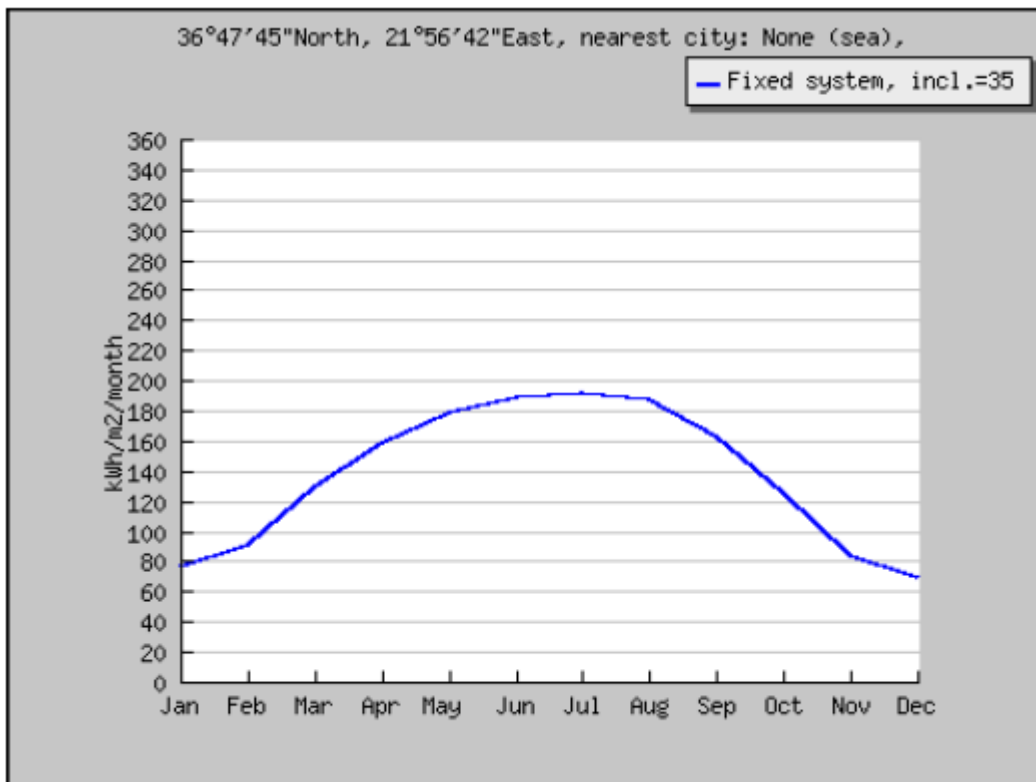
E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Σχήμα 11.5: Μέση μηνιαία παραγωγή ενέργειας για σταθερή γωνία κλίσης από PV GIS.



Σχήμα 11.6: Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στα πάνελα υπό σταθερή γωνία κλίσης από PV GIS.

Οπότε από 1kW εγκατεστημένης ισχύος στην Κορώνη παράγονται ετησίως 1230kWh (Πίνακας 11.6). Ο μήνας με την λιγότερη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι ο Δεκέμβριος με $E_d=1,74kWh$. Τα φ/β θα πρέπει να μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του μήνα αυτού. Οπότε, με τα δεδομένα του μήνα Δεκέμβριου υπολογίζεται η συνολική απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς των φ/β (P_{pv}) βάσει της αναλογίας:

$$\frac{P_{pv}}{1kW} = \frac{E_{cons_{day}}}{E_d}$$

Όπου:

$E_{cons_{day}}= 6,5 kWh$ η απαιτούμενη, από το σύστημα, ηλεκτρική ενέργεια ανά ημέρα ,
 $E_d=1,74kWh$ η παραγόμενη ενέργεια ανά ημέρα το μήνα Δεκέμβριο από εγκατεστημένη ισχύ φ/β 1kW και 1kW η εγκατεστημένη ισχύς φ/β.

Συνολική απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς $P_{pv}= 3,73 kWp$

Οπότε επιλέγοντας πλαίσια Conergy με 230 Wp και $P_{pv}= 3,73 kWp$, θα χρειαστούν 17 πλαίσια για να καλύψουν την συνολική ζητούμενη ισχύ.

Ο ελεύθερος χώρος της ταράτσας είναι $30m^2$ ($7,5m \times 4m$)

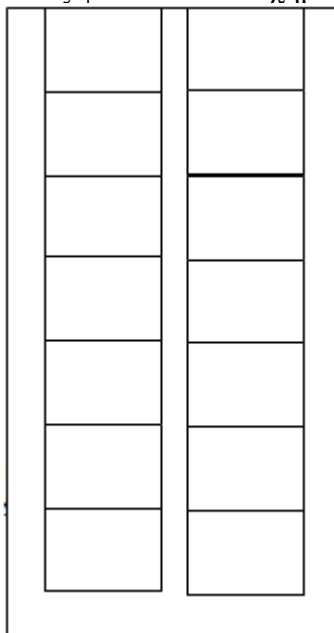
Διαστάσεις πλαισίου Conergy (μήκος= $1,65m \times$ πλάτος= $1m$)

Λαμβάνοντας υπόψη την κλίση το νέο μήκος είναι :

$$1,65 \times \cos 35^\circ = 1,35m$$

Τελικές διαστάσεις πλαισίου Conergy ($1,35m \times 1m$)

Θα τοποθετηθούν 14 πλαίσια (λαμβάνοντας υπόψη το χώρο της ταράτσας δεν υπάρχει χώρος για περισσότερα πλαίσια) όπως φαίνεται στο Σχήμα 11.7:



Σχήμα 11.7: Παράδειγμα τοποθέτησης των 14 πλαισίων στην ταράτσα σε κλίμακα 1:100 (λαμβάνοντας υπόψη την κλίση 35° των πλαισίων).

Οπότε 14 πλαίσια $\times 230 Wp = 3,22 kWp$.

Δηλαδή:

Η τελική εγκατεστημένη ισχύς είναι $3,22 kWp$.

Από το PV GIS για 3,2 kWp προκύπτει:

Πίνακας 11.7: Πίνακας αποτελεσμάτων του PV GIS για την περιοχή του ξενώνα (Κορώνη Μάνης) και για εγκατεστημένη ισχύ 3,22 kWp.

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power 3.2 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90] 35 ° Optimize slope (Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)

Azimuth 30 ° Also optimize azimuth

Fixed system: inclination=35 deg., orientation=30 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	6.25	194	2.46	76.3
Feb	8.13	228	3.23	90.5
Mar	10.40	322	4.18	130
Apr	12.90	386	5.26	158
May	13.80	428	5.77	179
Jun	14.80	444	6.30	189
Jul	14.30	444	6.16	191
Aug	14.00	433	6.02	187
Sep	12.80	383	5.40	162
Oct	9.79	304	4.05	126
Nov	6.90	207	2.78	83.4
Dec	5.62	174	2.22	68.7
Year	10.80	329	4.49	137
Total for year		3950		1640

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια Conergy έχουν τάση ανοιχτοκύκλωσης 36,66 V. Οπότε όλα τα πλαίσια θα είναι συνδεδεμένα παράλληλα μεταξύ τους (48V συστοιχίας δίβολτων μπαταριών).

Καλώδια και ασφάλειες

Η διατομή των καλωδίων στην DC πλευρά του συστήματος για τα 48V του συστήματος και την ισχύ του αντιστροφέα 3kW υπολογίζεται με βάση το ρεύμα $3000W/48V=62,5A$ από κατάλληλους πίνακες. Το μήκος του καλωδίου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, για να μην υπάρχουν σημαντικές απώλειες.

Μια κατάλληλη ασφάλεια μπαίνει ανάμεσα στον αντιστροφέα και στην μπαταρία, έτσι ώστε να περιορίζει το μέγιστο ρεύμα που θα μπορεί να περάσει από τα καλώδια σε περίπτωση υπερφόρτωσης ή βραχυκυκλώματος, προστατεύοντάς έτσι τα καλώδια από υπερθέρμανση και τον αντιστροφέα. Οι προδιαγραφές για τα παραπάνω δίνονται στο εγχειρίδιο χρήσης του αντιστροφέα.

Παρατηρήσεις:

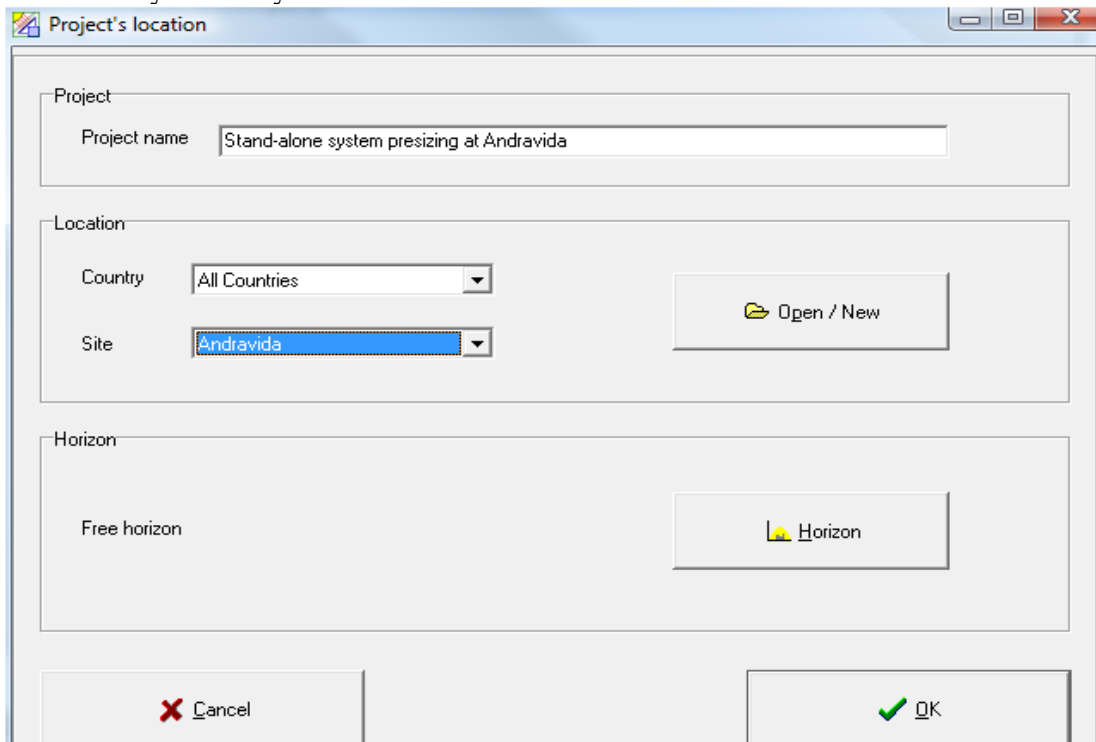
Για τον ξενώνα οι εκτιμώμενες ενεργειακές ανάγκες ανά μέρα είναι, όπως υπολογίστηκε προηγουμένως $E_{\text{cons}_{\text{day}}} = 6,5 \text{ kWh}$. Από τον πίνακα 7.3.3 παρατηρείται ότι για εγκατεστημένη ισχύ $3,22 \text{ kWp}$ η ημερήσια παραγωγή ενέργειας δεν επαρκεί για τους μήνες Ιανουάριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Για τη διερεύνηση περισσότερων συνδυασμών και το ενδεχόμενο χρήσης διαφορετικών πανέλων, θα χρησιμοποιηθεί και το πρόγραμμα PVSYST V4.36 για τη διαστασιολόγηση του φωτοβολταϊκού συστήματος.

11.3.3 Υπολογιστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης φωτοβολταϊκών συστημάτων

PVSYST V4.36- Αναλυτική μελέτη.

Για τον ετήσιο υπολογισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την Φ/Β συστοιχία χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης φωτοβολταϊκών συστημάτων PVSYST V4.36. Για την εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού έχει χρησιμοποιηθεί η βάση δεδομένων Meteonorm σε ωριαία βάση (Σχήμα 11.8) από τη βάση δεδομένων του National Renewable Energy Laboratory (NREL, Facility of the US Department of Energy). Συνολικά έχει συνεκτιμηθεί:

- I. Η μεταβολή της απόδοσης των πλαισίων με την θερμοκρασία
- II. Η αύξηση της θερμοκρασίας των πλαισίων λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας
- III. Η ανάκλαση στην εμπρόσθια επιφάνεια όταν προσπίπτει η ακτινοβολία υπό μεγάλη γωνία
- IV. Οι απώλειες mismatch
- V. Η καμπύλη απόδοσης του αντιστροφέα
- VI. Οι ωμικές απώλειες των καλωδίων
- VII. Η επικάθηση ρύπων
- VIII. Πιθανές διακοπές του δικτύου.



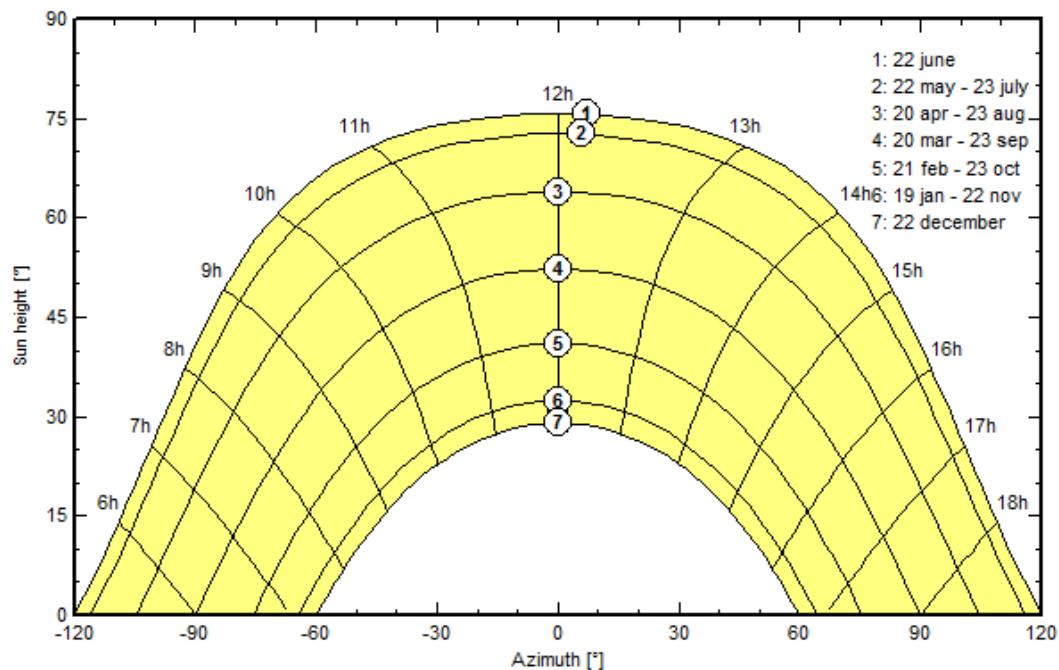
Σχήμα 11.8: Επιλογή κλιματικών δεδομένων για την περιοχή της Κορώνης σε ωριαία βάση (βάση δεδομένων Meteonorm).

Στον Πίνακα 11.8 και στα Σχήματα 11.9 παρουσιάζονται αντίστοιχα τα κλιματικά στοιχεία της Ανδραβίδας ανά μήνα και η πορεία του ήλιου στην Ανδραβίδα κατά τη διάρκεια ενός έτους.

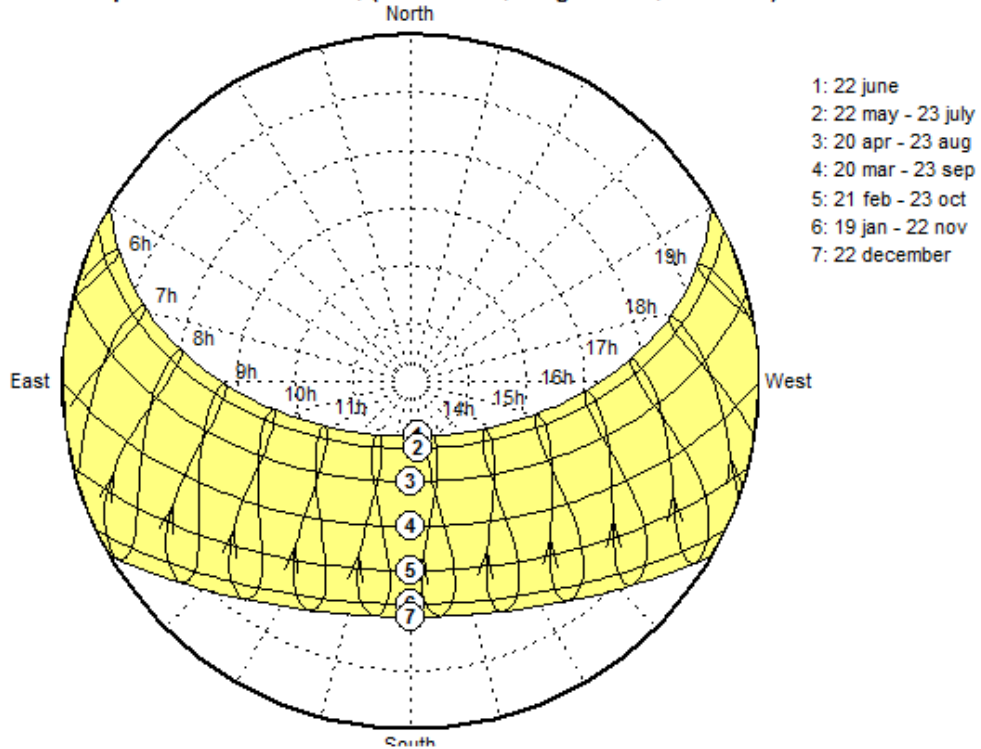
Πίνακας 11.8: Κλιματικά στοιχεία ανά μήνα.

	Global irrad. kWh/m ²	Diffuse kWh/m ²	Temper. °C	Wind vel. m/s
January	51.0	29.8	10.7	2.70
February	67.0	37.0	11.0	3.00
March	106.0	54.5	11.8	3.30
April	150.0	66.3	14.0	2.90
May	196.0	75.6	18.7	2.70
June	216.0	73.5	23.2	2.60
July	219.0	74.4	25.1	2.50
August	190.0	69.8	25.6	2.40
September	144.0	58.2	22.9	2.30
October	92.0	46.8	18.7	2.20
November	55.0	31.7	15.2	3.20
December	42.0	25.8	11.8	3.30
Year	1528.0	643.5	17.4	2.8

Solar paths at Andravida, (Lat. 37.5°N, long. 21.2°E, alt. 12 m)



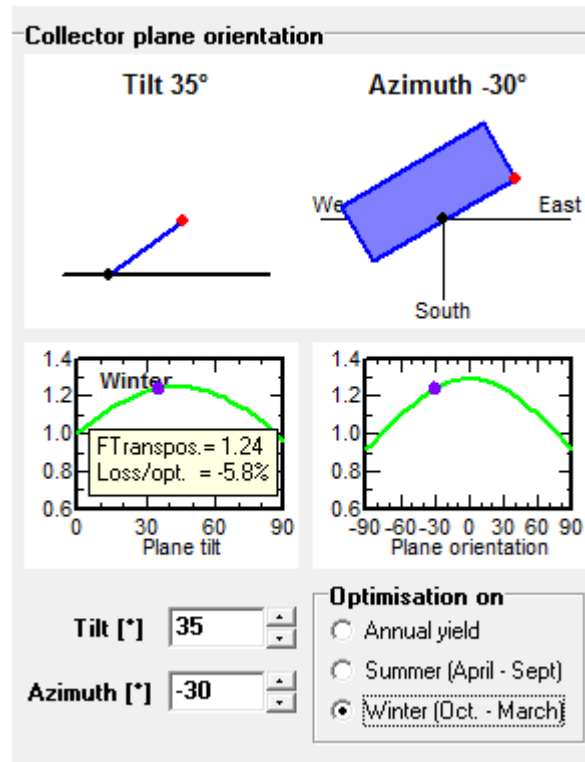
Solar paths at Andravida, (Lat. 37.5°N, long. 21.2°E, alt. 12 m)



Σχήματα 11.9: Πορεία του ήλιου στην Ανδραβίδα κατά τη διάρκεια 1 έτους.

Για την είσοδο των αναγκαίων δεδομένων του υπολογιστικού προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι όπως αναλύθηκαν στις παραπάνω παραγράφους (Πίνακας 11.9 και 11.10). Τα φ/β τοποθετήθηκαν με κλίση 35° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και με νοτιοδυτικό προσανατολισμό (30° δυτικά από το νότο).

Πίνακας 11.9: Ορισμός κλίσης και αζιμούθιου με βελτιστοποίηση για το χειμώνα.



Πίνακας 11.10: Εισαγωγή δεδομένων ενεργειακών απαιτήσεων της οικίας.

Consumption definition by:

- Year
- Seasons
- Months

Week-end use: Use only during 7 days in a week

Model: Load, Save

Number	Power	Mean Daily use	Daily energy
1	356 W/lamp	5.0 h/day	1780 Wh
1	63 W/app.	2.0 h/day	126 Wh
1	0 W/app.	0.0 h/day	0 Wh
1		0.43 kWh/day	430 Wh
1		0.93 kWh/day	930 Wh
	3153 W tot	1.0 h/day	3153 Wh
	0 W tot	24h/day	0 Wh
Total daily energy			6419 Wh/day
Total monthly energy			192.6 kWh/month

Appliances info

Back Cancel OK

Δοκιμάζοντας συνδυασμούς ώστε να ακολουθηθούν οι προτάσεις του προγράμματος, προκύπτει η τελική διαστασιολόγηση του αυτόνομου συστήματος:

Πίνακας 11.11: Τελική διαστασιολόγηση του αυτόνομου συστήματος της οικίας-ξενώνα.

Presizing help

Av. daily needs: Enter accepted LOL 2 %

6.8 kWh/day Enter requested autonomy 3 day(s)

Battery (user) voltage 48 V

Suggested capacity 469 Ah

Suggested PV power 2.5 kWp (nom.)

Select battery set

Sort Batteries by: voltage capacity manufacturer

2V 465 Ah Compact Power Derlikon

24 Batteries in serie

1 Batteries in parallel

Number of batteries 24

Battery pack voltage 48 V

Global capacity 465 Ah

Stored energy 22.3 kWh

Select module(s)

Sort modules by: power technology manufacturer

340 Wp 42V Si-mono SF 340 Solar Fabrik

1 Modules in serie

10 Modules in parallel

10 Modules

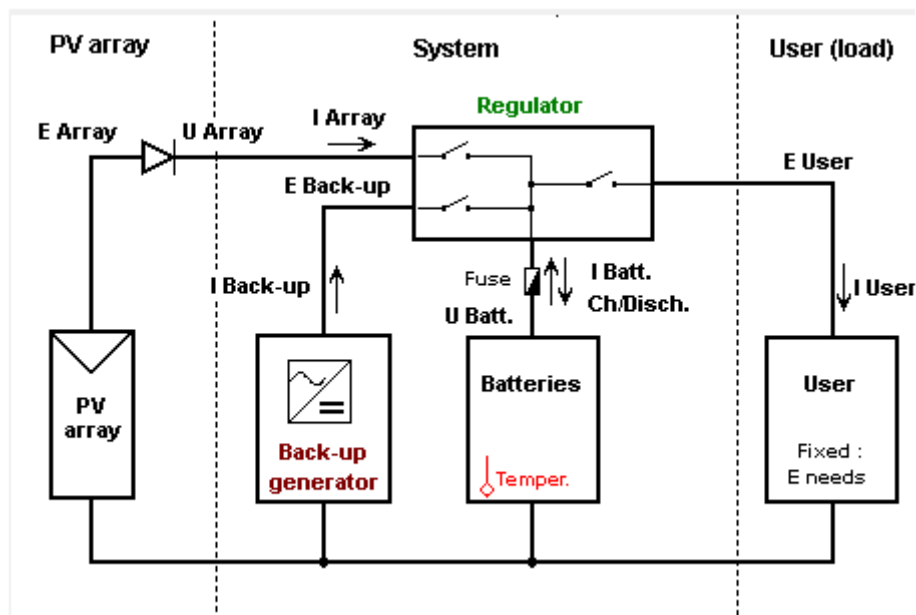
The PV array voltage is slightly undersized

Array voltage at 50°C 43.3 V

Array current 68.8 A

Array nom. power (STC) 3.4 kWp

User's needs Cancel OK Next



Σχήμα 11.10: Σχεδιασμός κυκλώματος του αυτόνομου συστήματος.

Στο παράρτημα παρατίθεται ολόκληρη η αναφορά του PVSYST V4.36.

Παρατηρήσεις:

Ο πίνακας αποτελεσμάτων του PV GIS (Πίνακας 11.7) για την περιοχή του ξενώνα και για εγκατεστημένη ισχύ 3,22 kWp, δίνει ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια 3.950kWh. Σύμφωνα με την αναφορά του PVSYST για εγκατεστημένη ισχύ 3,4 kWp η ετήσια διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια είναι 2.451kWh. Σε αυτή την τιμή θα προστεθούν και οι αχρησιμοποίητες kWh, λόγω πλήρους φόρτισης των μπαταριών (1.424 kWh). Οπότε η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι: $2.451\text{kWh} + 1.424\text{kWh} = 3.875\text{kWh}$.

Συνεπώς, τα πολύ κοντινά αποτελέσματα των δύο προγραμμάτων επαληθεύουν την ορθότητα των υπολογισμών.

Στον πίνακα της δεύτερης σελίδας της αναφοράς του PVSYST φαίνονται οι kWh ενέργειας που λείπουν. Βάσει αυτών θα υπολογιστούν τα kW των α/γ που χρειάζεται το σύστημα. Ακολουθεί ο Πίνακας 11.12 στον οποίο φαίνονται οι ανά μήνα kWh ηλεκτρικής ενέργειας που λείπουν για φορτίο της οικίας-ξενώνα με ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό και για φορτίο της οικίας-ξενώνα με σχεδιασμό αναφοράς (Σημείωση: το φορτίο του σχεδιασμού αναφοράς θεωρήθηκε προσεγγιστικά σταθερό ανά μήνα, βάσει των τιμών του Πίνακα 10.2).

Πίνακας 11.12: Σύγκριση ελλείμματος ηλεκτρικής ενέργειας για τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό και το σχεδιασμό αναφοράς.

Μήνας	Παραγωγή ενέργειας φ/β συστήματος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φορτίου ξενώνα με ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό (kWh)	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φορτίου ξενώνα με σχεδιασμό αναφοράς (kWh)	Έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας για τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό (kWh)	Έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας για τον σχεδιασμό αναφοράς (kWh)
Ιανουάριος	172,1	210,1	465,7	38	293,6
Φεβρουάριος	180,7	189,8	465,7	9,1	285
Μάρτιος	209,8	210,1	465,7	0,3	255,9
Απρίλιος	202,5	203,4	465,7	0,9	263,2
Μάιος	209,8	210,1	465,7	0,4	255,9
Ιούνιος	203,3	203,4	465,7	0,1	262,4
Ιούλιος	210,1	210,1	465,7	0	255,6
Αύγουστος	210,1	210,1	465,7	0	255,6
Σεπτέμβριος	203,3	203,4	465,7	0,1	262,4
Οκτώβριος	205,9	210,1	465,7	4,3	259,8
Νοέμβριος	173,4	203,4	465,7	30	292,3
Δεκέμβριος	133,6	210,1	465,7	76,5	332,1
ΣΥΝΟΛΟ		2474,1	5588,09	159,7	3273,8

Από τον παραπάνω πίνακα είναι φανερό πως εξαιτίας του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού της οικίας-ξενώνα το έλλειμμα ενέργειας, ύστερα από τη διαστασιολόγηση του φ/β συστήματος, είναι κατά πολύ μικρότερο του ελλείμματος ενέργειας για τον σχεδιασμό αναφοράς. Συγκεκριμένα, το έλλειμμα του σχεδιασμού αναφοράς βάσει του μηνιαίου υπολογισμού παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας, είναι εικοσαπλάσιο του ελλείμματος του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού.

Είναι λοιπόν σαφές ότι για ένα αυτόνομο φ/β σύστημα ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός της οικίας είναι απαραίτητος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: Ανεμογεννήτριες

Για την πλήρη ενεργειακή αυτονομία της οικίας-ξενώνα θα τοποθετηθεί στον εξωτερικό χώρο και μια μικρή ανεμογεννήτρια ώστε να καλυφθεί το έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας του Πίνακα 11.12.

12.1 Χωροθέτηση Ανεμογεννητριών

Σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία (ΥΑ 2000/2002), για μία γραμμική ανάπτυξη Α/Γ η ελάχιστη οριζόντια απόσταση του ακροπερυγίου από τα όρια του οικοπέδου πρέπει να απέχει μισή ακτίνα, δηλαδή απόσταση του κέντρου της Α/Γ από τα όρια 1,5 ακτίνα.

12.2 Πηγές για την εκτίμηση της ταχύτητας του ανέμου στη Μάνη

1. Δεδομένα για τιμές ταχύτητας του ανέμου στην Καλαμάτα (9.419 μετρήσεις για ένα έτος). Τα στοιχεία δημοσιεύτηκαν στο συνέδριο « Building Simulation '99». Τίτλος δημοσίευσης: «Improving the weather information available in Simulation programs» από τους D.Crawley, J. Hand και L. Lawrie.

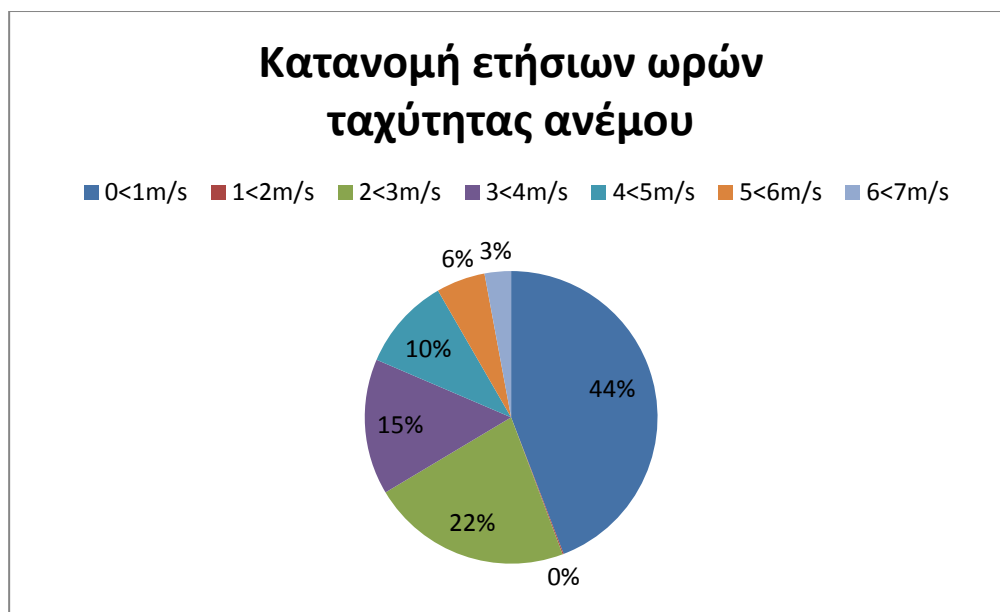
Από την επεξεργασία και ομαδοποίηση στο excel των παραπάνω μετρήσεων προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 12.1: Κατανομή ταχυτήτων ανέμου έως 7 m/s σε ώρες/έτος (ομαδοποίηση ανά 1 m/s).

ταχύτητα ανέμου σε m/s	ώρες/ έτος
0<1	3868
1<2	11
2<3	1940
3<4	1315
4<5	896
5<6	474
6<7	256
ΣΥΝΟΛΟ	8760



Σχήμα 12.1: Κατανομή ταχυτήτων ανέμου έως 7 m/s σε ώρες/έτος(ομαδοποίηση ανά 1 m/s).



Σχήμα 12.2: Κατανομή ταχυτήτων ανέμου έως 7 m/s σε ώρες/έτος(ομαδοποίηση ανά 1 m/s).

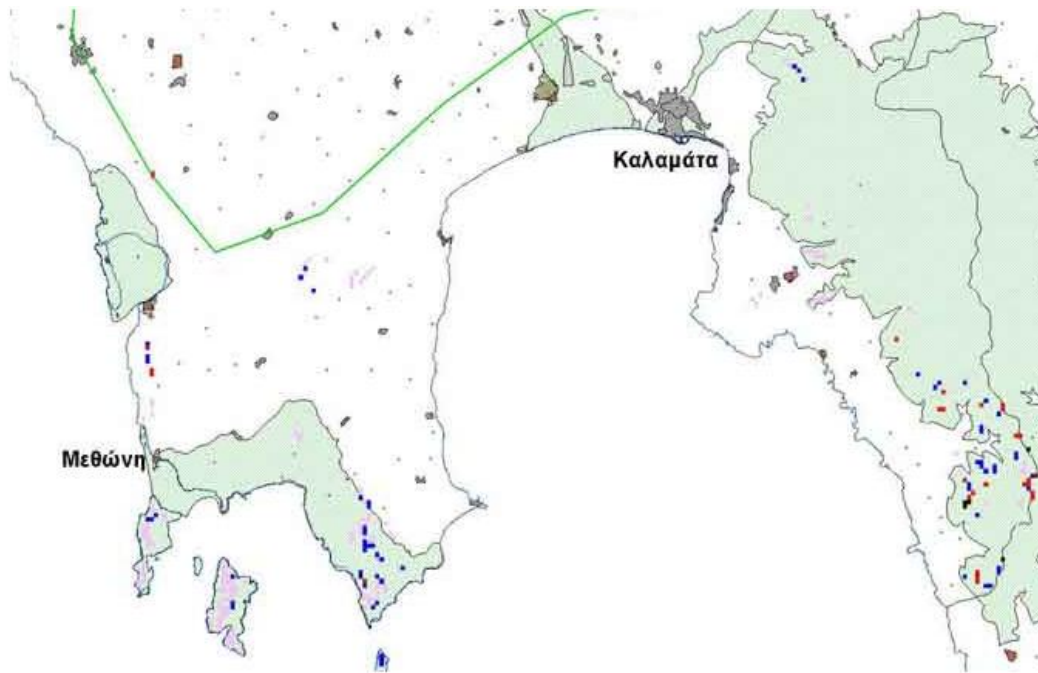
2. Τιμές μέσης ταχύτητας του ανέμου στην Ανδραβίδα για κάθε μήνα από τη βάση δεδομένων Meteonorm.

Μήνας	Μέση ταχύτητα ανέμου σε m/s
Ιανουάριος	2,7
Φεβρουάριος	3
Μάρτιος	3,3
Απρίλιος	2,9
Μάιος	2,7
Ιούνιος	2,6
Ιούλιος	2,5
Αύγουστος	2,4
Σεπτέμβριος	2,3
Οκτώβριος	2,2
Νοέμβριος	3,2
Δεκέμβριος	3,3

Πίνακας 12.2 :Μέση ταχύτητα ανέμου για κάθε μήνα στην Ανδραβίδα.

3.Χάρτης ΚΑΠΕ

Ο χάρτης του ΚΑΠΕ αποτελεί μια πρώτη έκθεση εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού. Ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος δίνεται βάσει του υπομνήματος μια πρώτη ανάλυση σεναρίων αξιοποίησης. Παρατηρείται ότι οι παραθαλάσσιες περιοχές έχουν υψηλότερες μέσες τιμές ταχύτητας ανέμου σε σχέση με την ενδοχώρα.



12.3 Επιλογή ανεμογεννήτριας

Αρχικά, επιλέγεται ανεμογεννήτρια 3kW ώστε να εξεταστεί αν αρκεί για να καλυφθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις για τους μήνες του χειμώνα. Συγκεκριμένα επιλέγεται η α/γ HUMMER Residential Wind Turbine 3 KW – Off Grid System




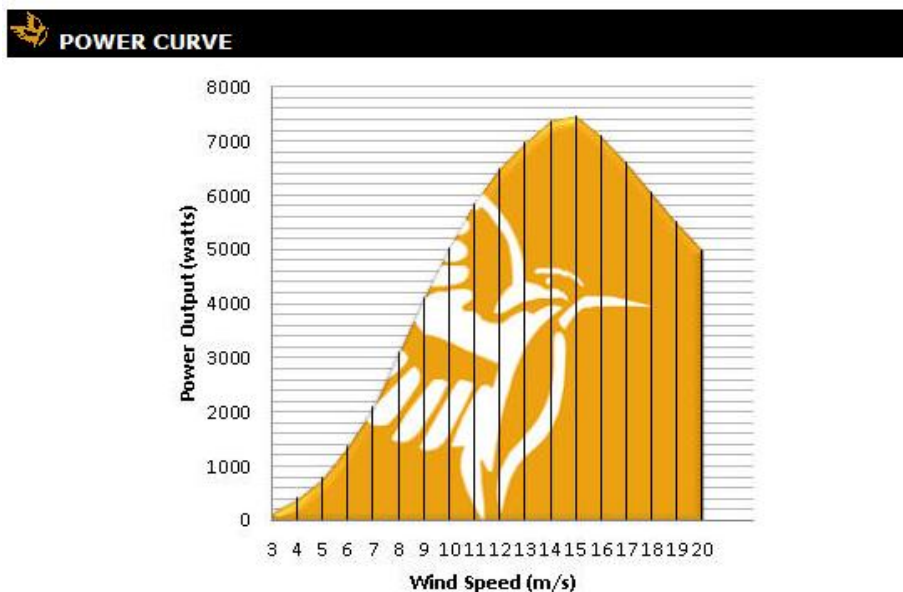
Εικόνα 12.1: Α/γ HUMMER Residential Wind Turbine 3 KW – Off Grid System.

12.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας

Στον Πίνακα 12.3 δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της επιλεγμένης α/γ. Από αυτά θα χρησιμοποιηθεί η παραγόμενη ισχύς της α/γ για κάθε ταχύτητα ανέμου, ώστε να υπολογιστεί στη συνέχεια η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της α/γ, βάσει των προηγούμενων δεδομένων για την κατανομή των ταχυτήτων του ανέμου. Τα ίδια αποτελέσματα θα προέκυπταν και με τη χρήση της καμπύλης ισχύος (Σχήμα 12.3).

Πίνακας 12.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά α/γ HUMMER.

 WIND SPEED & POWER OUTPUT								
Wind Speed (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Wind Speed (mph)	6.7	8.9	11.1	13.4	15.6	17.8	20.1	22.3
Power Output (Watts)	170	420	790	1,360	2,100	3,100	4,100	5,030
Annual Power Output (kWh)	1,489	3,679	6,920	11,914	18,396	27,156	35,916	44,063
Wind Speed (m/s)	11	12	13	14	15	16	17	18
Wind Speed (mph)	24.6	26.8	29.0	31.3	33.5	35.7	38.0	40.2
Power Output (Watts)	5,860	6,500	6,960	7,380	7,460	7,100	6,600	6,050
Annual Power Output (kWh)	51,246	56,940	60,970	64,649	65,350	62,196	57,816	52,998
Wind Speed (m/s)	19	20						
Wind Speed (mph)	42.5	44.7						
Power Output (Watts)	5,500	5,000						
Annual Power Output (kWh)	48,180	43,800						



Σχήμα 12.3: Καμπύλη ισχύος α/γ HUMMER .

12.5 Υπολογισμός παραγόμενης ενέργειας ανά μήνα

Από την καμπύλη ισχύος (Σχήμα 12.3) προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 12.4: Παραγωγή ισχύος α/γ για κάθε ταχύτητα ανέμου, βάσει της καμπύλης ισχύος της.

Ταχύτητα ανέμου σε m/s	Ωρες/ έτος	Ισχύς α/γ HUMMER σε kWh
0<1	3868	0
1<2	11	0
2<3	1940	0
3<4	1315	0,3
4<5	896	0,6
5<6	474	1
6<7	256	1,7
ΣΥΝΟΛΟ	8760	

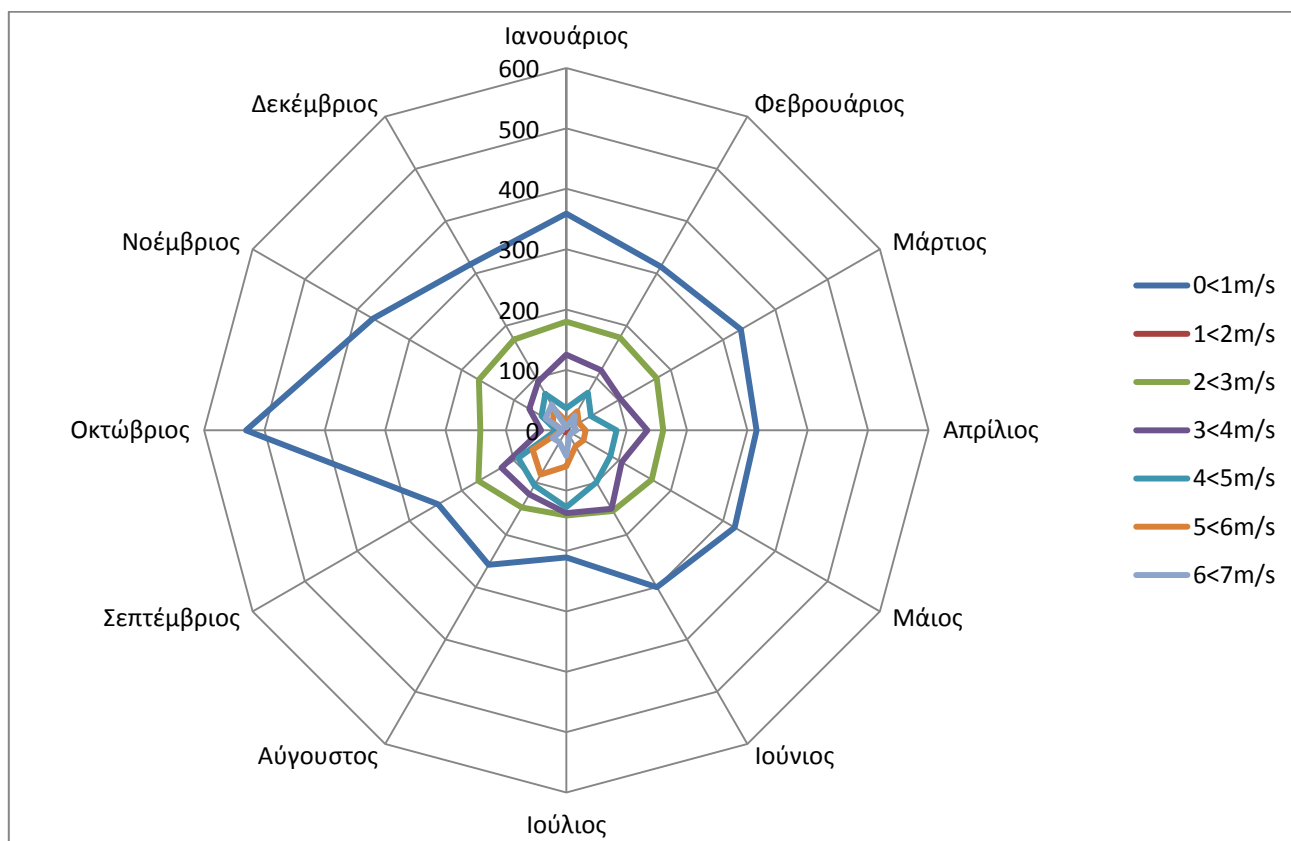
Σημείωση: Για κάθε διάστημα των ταχυτήτων του ανέμου θεωρήθηκε ενδεικτικά ως παραγόμενη ισχύς ο μέσος όρος της παραγόμενης ισχύος για τα άκρα του διαστήματος, σύμφωνα με το σύγγραμμα « Εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης αιολικών πάρκων» του Σταύρου Αθ. Παπαθανασίου.

Από τον Πίνακα 12.4, πολλαπλασιάζοντας τις δύο τελευταίες στήλες προκύπτει η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά έτος, για κάθε ομάδα ταχυτήτων ανέμου (Πίνακας 12.5).

Πίνακας 12.5: Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την α/γ.

Ταχύτητα ανέμου σε m/s	Ωρες/ έτος	Ισχύς α/γ HUMMER σε kW	Παραγόμενη ενέργεια σε kWh/έτος
0<1	3868	0	0
1<2	11	0	0
2<3	1940	0	0
3<4	1315	0,3	394,5
4<5	896	0,6	537,6
5<6	474	1	474
6<7	256	1,7	435,2
ΣΥΝΟΛΟ	8760		1841,3

Στη συνέχεια τα δεδομένα για 9.419 τιμές ταχύτητας του ανέμου στην Καλαμάτα που δημοσιεύτηκαν στο συνέδριο « Building Simulation '99» ομαδοποιούνται ξανά ανά μήνα και προκύπτει το παρακάτω Σχήμα.

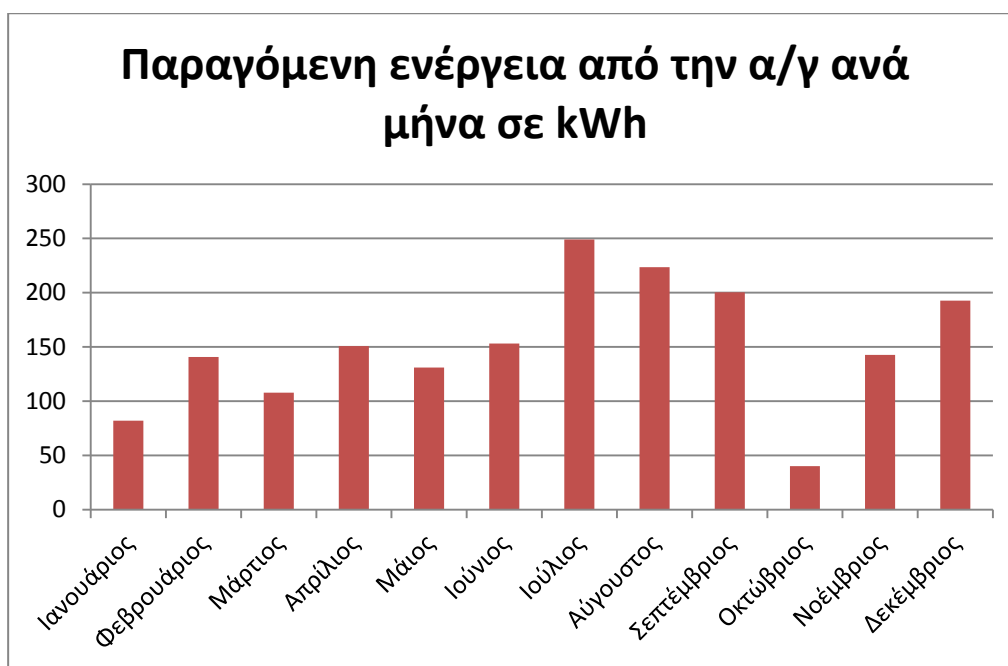


Σχήμα 12.4: Κατανομή ετήσιων ωρών για κάθε διάστημα ταχυτήτων ανέμου ανά μήνα

Οπότε βάσει της κατανομής του σχήματος 12.4 και της καμπύλης ισχύος της α/γ, η παραγόμενη ενέργεια ανά μήνα θα είναι:

Πίνακας 12.6: Παραγόμενη ενέργεια από την α/γ ανά μήνα.

Μήνας	Παραγόμενη ενέργεια (kWh)
Ιανουάριος	82
Φεβρουάριος	140,7
Μάρτιος	107,8
Απρίλιος	150,8
Μάιος	131,1
Ιούνιος	153,2
Ιούλιος	249
Αύγουστος	223,5
Σεπτέμβριος	200,3
Οκτώβριος	40,1
Νοέμβριος	142,7
Δεκέμβριος	192,7



Σχήμα 12.5: Παραγόμενη ενέργεια σε kWh από την α/γ ανά μήνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 : Τελικός έλεγχος αυτονομίας της οικίας-ξενώνα

Από τους Πίνακες 11.12 και 12.5 προκύπτει ο συγκεντρωτικός Πίνακας 13.1. Με τον Πίνακα αυτό βεβαιώνεται ότι το έλλειμμα ενέργειας που υπήρχε κατά το σχεδιασμό του φ/β συστήματος καλύπτεται πλήρως με την εγκατάσταση της α/γ των 3 kW.

Σημείωση: Το ετήσιο έλλειμμα ενέργειας των 3.273kWh του σχεδιασμού αναφοράς (Πίνακας 11.12) δεν θα μπορούσε να καλυφθεί ούτε με την ετήσια παραγόμενη ενέργεια της α/γ που ισούται με 1.841,3 kWh (Πίνακας 12.5).

Πίνακας 13.1: Έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας του ξενώνα με τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό μετά την εγκατάσταση των φ/β και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την α/γ ανά μήνα.

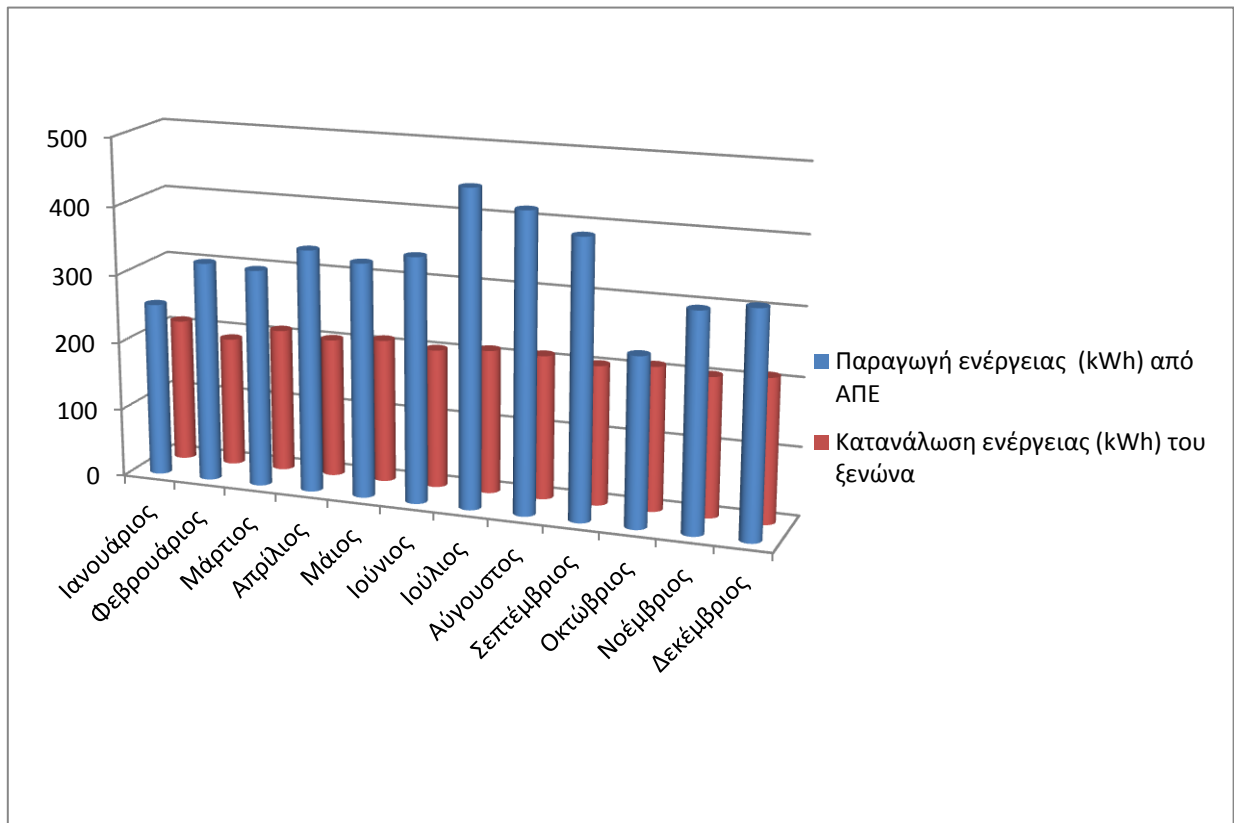
Μήνες	Έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας του ξενώνα	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την α/γ σε kWh
Ιανουάριος	38	82
Φεβρουάριος	9,1	140,7
Μάρτιος	0,3	107,8
Απρίλιος	0,9	150,8
Μάιος	0,3	131,1
Ιούνιος	0,1	153,2
Ιούλιος	0	249
Αύγουστος	0	223,5
Σεπτέμβριος	0,1	200,3
Οκτώβριος	4,2	40,1
Νοέμβριος	30	142,7
Δεκέμβριος	76,5	192,7

Πίνακας 13.2: Συνολική παραγωγή ενέργειας (kWh) από ΑΠΕ και κατανάλωση ενέργειας του ξενώνα ανά μήνα.

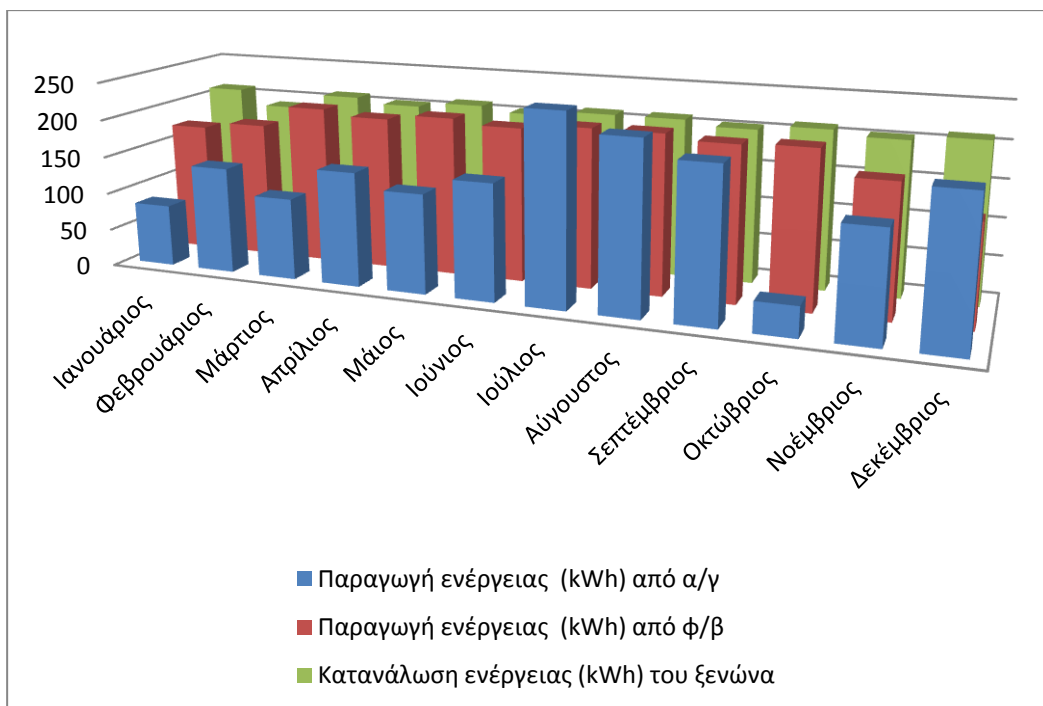
Μήνας	Παραγωγή ενέργειας από α/μ (kWh)	Παραγωγή ενέργειας από φ/β (kWh)	Συνολική παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (kWh)	Κατανάλωση ενέργειας του ξενώνα (kWh)
Ιανουάριος	82	172,1	254,1	210,1
Φεβρουάριος	140,7	180,7	321,4	189,8
Μάρτιος	107,8	209,8	317,6	210,1
Απρίλιος	150,8	202,5	353,3	203,4
Μάιος	131,1	209,8	340,9	210,1
Ιούνιος	153,2	203,3	356,5	203,4

Ιούλιος	249	210,1	459,1	210,1
Αύγουστος	223,5	210,1	433,6	210,1
Σεπτέμβριος	200,3	203,3	403,6	203,4
Οκτώβριος	40,1	205,9	246	210,1
Νοέμβριος	142,7	173,4	316,1	203,4
Δεκέμβριος	192,7	133,6	326,3	210,1
ΣΥΝΟΛΟ			4128,5	2474,1

Ακολουθεί γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Σχήμα 13.1: Συνολική παραγωγή ενέργειας (kWh) από ΑΠΕ και κατανάλωση ενέργειας (kWh) του ξενώνα ανά μήνα.



Σχήμα 13.2: Συνολική παραγωγή ενέργειας (kWh) από ΑΠΕ και κατανάλωση ενέργειας (kWh) του ξενώνα ανά μήνα.

Σημείωση: Το καλοκαίρι μπορεί να αποσυνδέεται η ανεμογεννήτρια για να αποφεύγεται η άσκοπη παραγωγή ενέργειας και μείωση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού (μπαταρίες, inverter κλπ).

Από τα παραπάνω σχήματα φαίνεται ότι με τον κατάλληλο ενεργειακό σχεδιασμό και την εγκατάσταση αυτόνομου συστήματος φ/β και α/γ, καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές ανάγκες του ξενώνα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει στο Σχήμα 13.2, η συμπληρωματικότητα ως προς την παραγωγή ενέργειας των δύο ΑΠΕ, ειδικά τους χειμερινούς μήνες, οπότε η παραγωγή των φ/β είναι μειωμένη λόγω έλλειψης ηλιοφάνειας.

Ο αυτόνομος ενεργειακά σχεδιασμός της οικίας-ξενώνα στη Μάνη που ολοκληρώθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, αποδεικνύει πως μια ενεργειακά αυτόνομη οικία, φιλική προς το περιβάλλον είναι πλέον εφικτή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, που η οικία αυτή θα λειτουργεί και ως ξενώνας, δίνεται η ευκαιρία στους επισκέπτες να γνωρίζουν στην πράξη τα οφέλη του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Stand Alone System: Simulation parameters

Project : maya2

Geographical Site Andravida **Country** Greece

Situation Latitude 37.5°N Longitude 21.2°E
 Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 12 m
 Albedo 0.20

Meteo data : Andravida , synthetic hourly data

Simulation Variant : Simulation variant2222322

Simulation date 08/02/12 02h05

Simulation parameters

Collector Plane Orientation Tilt 51° Azimuth -1°

PV Array Characteristics

PV module	Si-mono	Model	SF 340		
		Manufacturer	Solar Fabrik		
Number of PV modules		In series	1 modules	In parallel	10 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	10	Unit Nom. Power	340 Wp
Array global power		Nominal (STC)	3.4 kWp	At operating cond.	2.98 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	43 V	I mpp	69 A
Total area		Module area	28.8 m²		

PV Array loss factors

Heat Loss Factor	ko (const)	29.0 W/m ² K	kv (wind)	0.0 W/m ² K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (800 W/m ² , Tamb=20°C, wind 1 m/s)			NOCT	45 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	20.6 mOhm	Loss Fraction	3.0 % at STC
Serie Diode Loss	Voltage Drop	0.7 V	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	3.0 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	4.0 % (fixed voltage)
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM = 1-bo (1/cos i - 1)		bo Parameter	0.05

System Parameter System type **Stand Alone System**

Battery Model **Compact Power**

	Manufacturer	Oerlikon		
Battery Pack Characteristics	Voltage	48 V	Nominal Capacity	465 Ah
	Nb. of units	24 in series		
	Temperature	Fixed (20°C)		

Regulator

	Model	Tarom 4110		
	Manufacturer	Steca		
	Technology	uP, Series transistor	Temp coeff.	-5.0 mV/°C/elem.
Converter	Maxi and EURO efficiencies	96.0/94.0 %		
Battery Management Thresholds	Charging	54.8/50.4 V	Discharging	43.7/48.0 V
	Back-Up Genset Command	44.4/51.6 V		

User's needs : Daily household consumers average Constant over the year 6.8 kWh/Day

Stand Alone System: Detailed User's needs

Project : maya2
Simulation Variant : Simulation variant2222322

Main system parameters	System type	Stand alone		
PV Field Orientation	tilt	51°	azimuth	-1°
PV modules	Model	SF 340	Pnom	340 Wp
PV Array	Nb. of modules	10	Pnom total	3.4 kWp
Battery	Model	Compact Power	Technology	sealed, plates
battery Pack	Nb. of units	24	Voltage / Capacity	48 V / 465 Ah
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year	global	2474 kWh/year

Daily household consumers, Constant over the year, average = 6.8 kWh/day

Annual values

	Number	Power	Use	Energy
Fluorescent lamps	1	356 W/lamp	5 h/day	1780 Wh/day
TV / Magnetoscope / PC	1	63 W/app	2 h/day	126 Wh/day
Fridge / Deep-freeze	1		430 Wh/day	430 Wh/day
Dish-washer / Cloth-washer	1		930 Wh/day	930 Wh/day
Other uses	1	3513 W tot	1 h/day	3513 Wh/day
Total daily energy				6779 Wh/day

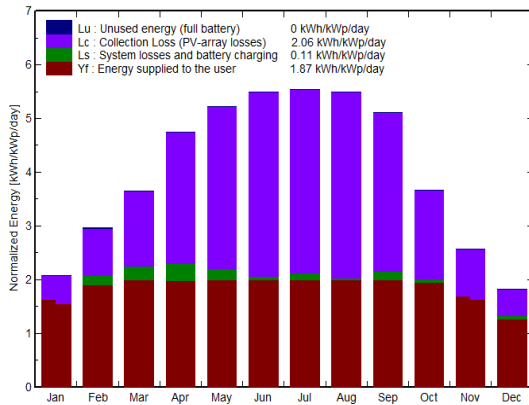
Stand Alone System: Main results

Project : maya2
Simulation Variant : Simulation variant2222322

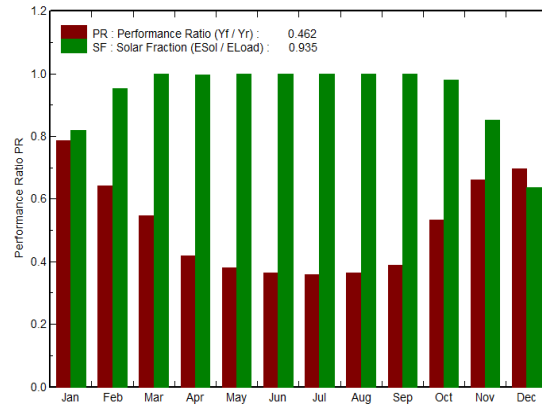
Main system parameters	System type	Stand alone
PV Field Orientation	tilt	51° azimuth -1°
PV modules	Model	SF 340 Pnom 340 Wp
PV Array	Nb. of modules	10 Pnom total 3.4 kWp
Battery	Model	Compact Power Technology sealed, plates
battery Pack	Nb. of units	24 Voltage / Capacity 48 V / 465 Ah
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year global 2474 kWh/year

Main simulation results	Available Energy	2452 kWh/year	Specific	721 kWh/kWp/year
System Production	Used Energy	2315 kWh/year	Excess (unused)	1.4 kWh/year
Loss of Load	Performance Ratio PR	46.2 %	Solar Fraction SF	93.5 %
	Time Fraction	6.3 %	Missing Energy	160 kWh

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 3.4 kWp



Performance Ratio PR and Solar Fraction SF



Simulation variant2222322

Balances and main results

	GlobHor	GlobEff	E Avail	EUnused	E Miss	E User	E Load	SolFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
January	51.0	62.5	163.3	0.086	38.06	172.1	210.1	0.819
February	67.0	80.6	198.4	0.070	9.08	180.7	189.8	0.952
March	106.0	109.7	238.0	0.071	0.33	209.8	210.1	0.998
April	150.0	137.6	234.1	0.125	0.89	202.5	203.4	0.996
May	196.0	155.6	231.6	0.103	0.37	209.8	210.1	0.998
June	216.0	157.9	211.1	0.339	0.10	203.3	203.4	1.000
July	219.0	164.8	223.6	0.138	0.02	210.1	210.1	1.000
August	190.0	164.3	213.3	0.074	0.02	210.1	210.1	1.000
September	144.0	148.8	219.6	0.144	0.05	203.3	203.4	1.000
October	92.0	110.7	211.8	0.049	4.28	205.9	210.1	0.980
November	55.0	75.2	167.2	0.105	29.99	173.4	203.4	0.853
December	42.0	54.9	139.8	0.122	76.53	133.6	210.1	0.636
Year	1528.0	1422.5	2451.8	1.424	159.72	2314.6	2474.3	0.935

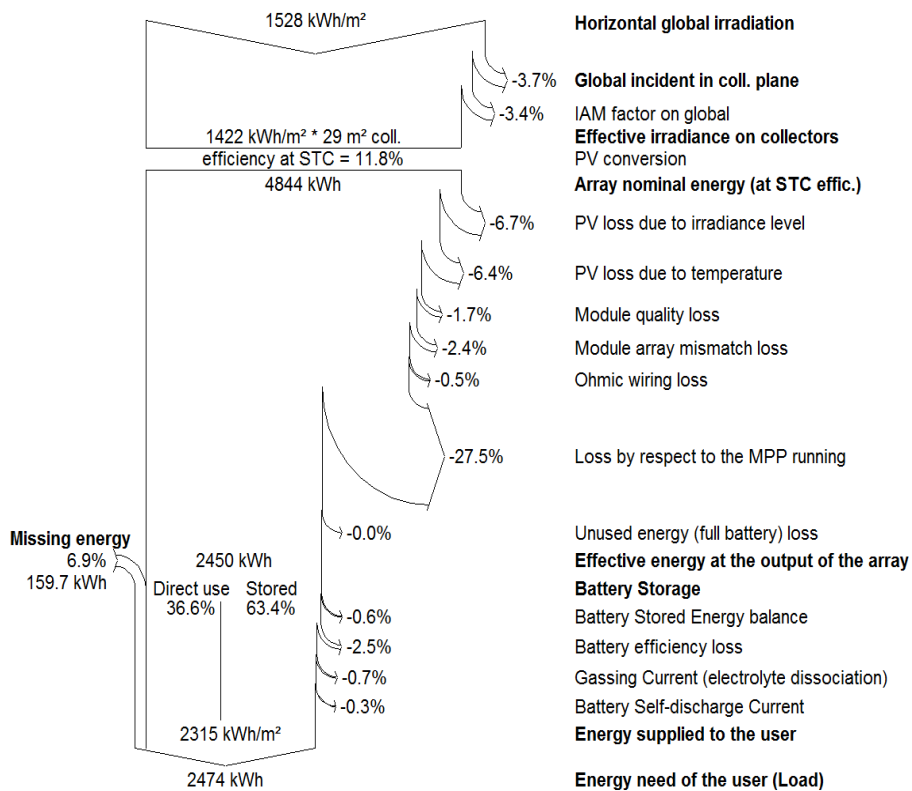
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation E Miss Missing energy
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings E User Energy supplied to the user
 E Avail Available Solar Energy E Load Energy need of the user (Load)
 EUnused Unused energy (full battery) loss SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

Stand Alone System: Loss diagram

Project : maya2
Simulation Variant : Simulation variant2222322

Main system parameters	System type	Stand alone		
PV Field Orientation	tilt	51°	azimuth	-1°
PV modules	Model	SF 340	Pnom	340 Wp
PV Array	Nb. of modules	10	Pnom total	3.4 kWp
Battery	Model	Compact Power	Technology	sealed, plates
battery Pack	Nb. of units	24	Voltage / Capacity	48 V / 465 Ah
User's needs	Daily household consumers	Constant over the year	global	2474 kWh/year

Loss diagram over the whole year



Βιβλιογραφία

Από Διαδίκτυο:

Ecotec. Η τεχνολογία στην υπηρεσία του περιβάλλοντος
Stiebel – Eltron. <http://www.stiebeltron-usa.com>,
Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.).
Ελληνικός Σύνδεσμος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ
(Δ.Ε.Σ.Π.Η.Ε.), <http://www.hellasres.gr>, Γνωρίστε τις ΑΠΕ
California Energy Commission <http://www.energy.ca.gov/geothermal/>
EERE – Energy Efficiency and Renewable Energy www.eere.energy.gov
EGEC – European Geothermal Energy Council www.egec.net
European Geothermal House www.geothermie.de/egec-geothernet/menu/frameset.htm
ENERGIA.gr – Ηλεκτρονική ενημέρωση για θέματα ενέργειας www.energia.gr
GAI – Geothermal Association of Iceland www.jardhitafelag.is/english/
GEA - Geothermal Energy Association <http://www.geo-energy.org/>
GEO - Geothermal Education Office <http://geothermal.marin.org/>
GEOCEN – Geothermal Energy Research Development Test and Education Center
<http://geocen.iyte.edu.tr/>
GEOEXCHANGE www.geoexchange.org/
Geothermal Exchange www.the-gx.com/main.asp
Geo-Heat Center <http://geoheat.oit.edu/>
GeothermalInstitute www.science.auckland.ac.nz/uoa/science/about/research/gei/gei.cfm
GRC – Geothermal Resources Council www.geothermal.org/
INL - Idaho National Laboratory <http://geothermal.id.doe.gov/>
IEA - International Energy Agency Geothermal Energy www.iea-gia.org
IGA – International Geothermal Association <http://iga.igg.cnr.it/index.php>
New Zealand Geothermal Association www.nzgeothermal.org.nz/
NREL – National Renewable Energy Laboratory www.nrel.gov/learning/
Science direct www.sciencedirect.com
Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.), <http://www.deh.gr>
Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠ.ΑΝ.), <http://www.ypan.gr>, Εθνικό πληροφοριακό
σύστημα ενέργειας, Ενεργειακά Ισοζύγια
<http://www.maltezos.gr/el/hlinox.html>
http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/ecological_crisis.htm
http://www.oikoenergeia.gr/images/pdf/geothermia/technology/perivallontikos_odigos_geothermia.pdf
http://www.fhp-mfg.com/?p=geothermal_technology
http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/Analytikos_pinakas_timologiou_deh.pdf
<http://remodece.isr.uc.pt/>
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/PROSEXEIS_EKDHLVSEIS/ENERGEIAKO_PISTOPOIHTIKO_KTIRIWN/Tab1/axarlh.pdf
<http://www.lato.com.gr/F0060783.el.aspx>
<http://www.howat.gr/topothethsh-hliakou-thermosifona.html>
http://www.ecodomima.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=6
http://www.energystar.gov/index.cfm?c=products.pr_pie
<http://www.rehva.eu/projects/interset/interset.html>
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php#>

<http://www.cres.gr>
http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_simansi.htm
http://ec.europa.eu/energy/efficiency/labelling/labelling_en.htm
<http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>
<http://www.newenergylabel.com/>
http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/legislation_en.htm
<http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/>
<http://www.dei.gr/ecpage.aspx?id=1223&nt=18&lang=1>
http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_klimatistika.htm
http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_kouzines.htm
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_kouzines.htm
http://www.mei.gov.on.ca/en/energy/conservation/?page=energy-saving-tips_refrigerator
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_psygeia.htm
<http://www.dei.gr/ecpage.aspx?id=1220&nt=18&lang=1>
<http://www.eea.europa.eu/green-tips/turn-down-your-hot-water-thermostat>
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_thermosifones.htm
<http://www.nef.org.uk/energysaving/labels.htm>
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_plyntiria_piaton.htm
http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_texnitos_fotismos.htm
<http://www.nef.org.uk/energysaving/lowenergylighting.htm>

Βιβλία και άρθρα

Greenpeace. (2005), Πρακτικός οδηγός για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Καγκαράκη Κ. :Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

Νόμος 3851/2010: Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Δέρβος Κ.Θ. : Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκές διατάξεις. Αθήνα 2008.

Αλάσης, Α. (2005), Μικρά Φ/Β συστήματα και η συμβολή τους στο ενεργειακό πρόβλημα της Λέσβου, Ημερίδα με θέμα: «Γεωθερμία, Ανανεώσιμες πηγές & Εξοικονόμηση ενέργειας στην υπηρεσία του περιβάλλοντος στη Λέσβο», Μυτιλήνη, 10 Δεκεμβρίου.

Βλάχου, Α. (2001), Περιβάλλον και φυσικοί πόροι, Οικονομική θεωρία και πολιτική, τόμος Α', Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.

Γεωργόπουλος, Α. (2001), Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης, Αθήνα: Gutenberg.
Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης (Ε.Κ.Π.Α.Α.). (2003), Ενέργεια, Περιβάλλον & Επιχειρηματικότητα, Προτάσεις για τον ενεργειακό τομέα στον ελληνικό χώρο.

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. (2000), Πράσινη Βίβλος - Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Βρυξέλλες.

Ευθυμιάδης Α. (2006), Βελτιώσεις της ενεργειακής και περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των κτιρίων στην Ελλάδα, μετά την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας στην Ελλάδα, Ημερίδα του Κ.Α.Π.Ε, Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα, Αθήνα, 31 Μαΐου.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας. (2006), τεύχος Α΄ /27.06.2006/ Αρ. Φύλλου 129, νόμος υπ' αριθ. 3468, «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».

Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης (I.E.N.E.). (2004), Προτάσεις για την ανάπτυξη ηλιακών εφαρμογών στην Ελλάδα.

Κάπρος, Π. (2006), Σημειώσεις στο μάθημα ενεργειακής οικονομίας, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). (2000β), "Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης"

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). (2001), Οδηγός τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). (2002), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα

ASTM Standards

Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J. Chemistry and Geothermal Systems. Academic Press, London (1977).

Φυτίκας Μ. και Ανδρίτσος, Ν. Γεωθερμία– Γεωθερμικοί πόροι, Γεωθερμικά Ρευστά,

Β. Χατζηαθανασίου, «Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας», εκδόσεις ΑΠΘ

Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK), Υπουργείο Περιβάλλοντος Πρότυπο ISO 13790

Μουστάκα Αναστασία, «Η επιρροή του κελύφους των κτιρίων στην ενεργειακή τους κατανάλωση: Μελέτη του κτιρίου εδρών της πολυτεχνικής σχολής του ΑΠΘ», Διπλωματική εργασία τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, 2007

Μαυρίδης Γρηγόρης, Μιχαηλίδης Χρήστος, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ», Διπλωματική εργασία τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, 2008

Αυγελής Αριστοτέλης, «Ενεργειακή διαχείριση κτιρίων με έμφαση στη ποιότητα αέρα και στο εσωκλίμα», Διδακτορική διατριβή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, 2008

Mendrinou D., Karagiorgas M., and Karytsas C. «Use of Geothermal heat Pumps for heating and cooling of buildings in Greece». OPET – Low Temperature Systems in Existing/Historical Buildings Workshop (OPET – LowExx Workshop), Maastricht, the Netherlands, March 2002.

Παπαγεωργάκης Ι. «Θέρμανση-Ψύξη κτιρίων με αβαθή γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα» (4ο Εθνικό Συνέδριο για τις «Ήπιες μορφές ενέργειας» (Πρακτικά Τόμος Β΄) σελ. 250-263). Ξάνθη 1992

Rybach L. and Sanner B. «Ground-Source Heat Pump Systems - The European Experience». Geo-Heat Center Bulletin Vol. 21, No. 1, p. 16-20 (March 2000)

Sanner B., Kohlsch O. «Examples of Ground Source Heat Pumps (GSHP) from Germany» (www.geothermie.de/egec_geothernet/menu/frameset.htm)

Mendrinou D., Karagiorgas M., and Karytsas C. «Use of Geothermal heat Pumps for heating and cooling of buildings in Greece». OPET – Low Temperature Systems in Existing/Historical Buildings Workshop (OPET – LowExx Workshop), Maastricht, the Netherlands, March 2002.