

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**“ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ  
ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΕΞΟΧΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ”**



**Επιβλέπων Καθηγητής:**  
**Σπουδαστής:**

Δρ. Γεώργιος Χ. Ιωαννίδης  
Ηλίας Π. Παυλίδης

**ΑΜ:** 27120

**Αθήνα**

**Οκτώβριος 2013**



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακή εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε κάποιους ανθρώπους που βοήθησαν άμεσα ή έμμεσα με το δικό τους τρόπο και έδειξαν εμπιστοσύνη απέναντι στο πρόσωπο μου, σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης.

Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή Δρ. Γεώργιο Χ. Ιωαννίδη για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την παρούσα εργασία και την κατανόηση που έδειξε όλο αυτό το καιρό, καθώς επίσης και τη σημαντική βοήθεια και τις χρήσιμες υποδείξεις που πρόσφερε σε όλη τη διάρκεια της εκπονησής της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή εφαρμογών κ. Σπύρο Τσιώλη, για την σημαντική συμβολή του στην περάτωση της εργασίας.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο μου Νίκο Καφετζή, για τη σημαντική βοήθεια του και το τεχνικό γραφείο «ΜΕΤΟΠΗ» του κ. Αθανάσιου Αγγελόπουλου, για τη τεχνογνωσία σε λογισμικά μελετών Η/Μ και σχεδιασμού και τις πληροφορίες που μου παρείχαν, κατά τη διάρκεια της πρακτική μου άσκηση, όπου αποτέλεσαν σημαντικά εφόδια για την εκπόνησης της εργασίας.

Ολοκληρώνοντας θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου αφιερώνοντας αυτή την εργασία στους γονείς μου Βασιλεία και Παρασκευά και στις αδερφές μου Παρασκευή και Χρύσα, για την υπομονή και την αγάπη τους αλλά και την υλική και ηθική συμπαράσταση, που μου παρείχαν απλόχερα όχι μόνο τη περίοδο των σπουδών μου αλλά και όλα τα χρόνια της ζωής μου.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες .....	i
Περιεχόμενα .....	iii
Λίστα σχημάτων.....	xi
Λίστα πινάκων.....	xvii
Summary .....	xix
Πρόλογος.....	xxi
<b>1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Ηλιακή Ακτινοβολία” .....</b>	<b>1</b>
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ηλιακή σταθερά ( $G_{sc}$ ).....	1
1.3 Φασματική κατανομή .....	2
1.3.1 Επίδραση της ατμόσφαιρας.....	3
1.3.2 Αέρια μάζα ( $M$ ή $AM$ ).....	4
1.4 Άμεση, διάχυτη και ολική ηλιακή ακτινοβολία.....	5
1.4.1 Άμεση ηλιακή ακτινοβολία.....	5
1.4.2 Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.....	5
1.4.3 Ολική ηλιακή ακτινοβολία.....	6
1.5 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού ηλιακής ακτινοβολίας.....	6
1.5.1 Γωνία γεωγραφικού πλάτους ( $\varphi$ ) - Γεωγραφικό μήκος ( $L$ ).....	6
1.5.2 Γωνία ηλιακής ώρας ( $\omega$ ) .....	7
1.5.3 Αληθής ηλιακός χρόνος .....	8
1.5.4 Απόκλιση του ηλίου ή ηλιακή απόκλιση ( $\delta$ ).....	9
1.5.5 Γωνία ηλιακού ζενίθ ( $\theta_z$ ).....	10
1.5.6 Γωνία ηλιακού ύψους ( $\alpha_s$ ).....	11
1.5.7 Γωνία ηλιακού αζιμούθιου ( $\gamma_s$ ) - Αζιμούθια γωνία επιφανείας ( $\gamma$ ).....	11
1.5.8 Κλίση επιφανείας ( $\beta$ ) .....	11
1.5.9 Γωνία πρόσπτωσης ( $\theta$ ).....	11
1.5.10 Ωριαία γωνία δύσης ( $\omega_s$ ) .....	12
1.6 Ηλιακή ακτινοβολία στο όριο της ατμόσφαιρας.....	13
1.7 Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης.....	14
1.7.1 Πίνακες στοιχείων.....	14
1.8 Ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο, στην επιφάνεια της γης .....	19
1.8.1 Μέθοδος υπολογισμού της ηλιακής ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο .....	19
1.8.1.1 Εφαρμογή .....	20
1.8.2 Βέλτιστη γωνία κλίσης επιπέδου .....	21
1.8.2.1 Εφαρμογή .....	21
1.8.3 Ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο, γωνία κλίσης – διερεύνηση .....	23
1.8.3.1 Εφαρμογή .....	23
<b>2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία”.....</b>	<b>25</b>
2.1 Η προέλευση των φωτοβολταϊκών.....	25
2.2 Η τεχνολογική καταγωγή των φωτοβολταϊκών .....	25
2.2.1 Δομή & βασική θεωρία ημιαγωγών.....	25
2.2.2 Ένωση p-n, Δίοδος ημιαγωγών .....	29
2.3 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	30
2.3.1 Περιγραφή λειτουργίας ενός $\varphi/\beta$ στοιχείου.....	30
2.3.2 Η φασματική απόκριση ενός τυπικού $\varphi/\beta$ στοιχείου πυριτίου .....	32
2.3.3 Παράγοντες επίδρασης στην απόδοση της $\varphi/\beta$ μετατροπής.....	32
2.4 Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	35

2.4.1	Κρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία πυριτίου (Si) .....	35
2.4.1.1	Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου ( <i>Single Crystalline Silicon, sc-Si</i> ).....	36
2.4.1.2	Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου ( <i>Multi Crystalline Silicon, mc-Si</i> ).....	36
2.4.1.3	Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου ( <i>Ribbon Silicon</i> ).....	37
2.4.2	Φ/Β στοιχεία λεπτού υμενίου ( <i>Thin film</i> ).....	38
2.4.2.1	Δισεληνιούχος ινδιούχος χαλκός ( <i>CuInSe<sub>2</sub> ή CIS, με προσθήκη γάλλιου CIGS</i> ) .....	38
2.4.2.2	Αμορφου πυριτίου ( <i>Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si</i> ).....	38
2.4.2.3	Τελλουριούχου καδμίου ( <i>CdTe</i> ) .....	39
2.4.2.4	Αρσενικούχο γάλλιο ( <i>GaAs</i> ).....	40
2.4.3	Άλλες τεχνολογίες φ/β στοιχείων .....	40
2.4.3.1	Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.....	40
2.4.3.2	Τύποι ναοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	41
2.4.3.3	<i>Spherical solar cell</i> .....	41
2.5	Φωτοβολταϊκή γεννήτρια.....	43
2.5.1	Φωτοβολταϊκές κυψελίδες ( <i>Photovoltaic cells</i> ).....	43
2.5.2	Φωτοβολταϊκά πλαίσια ( <i>Photovoltaic modules or panels</i> ).....	43
2.5.3	Φωτοβολταϊκή συστοιχία ( <i>string or array</i> ).....	45
2.5.3.1	Σταθερές συστοιχίες.....	46
2.5.3.2	Στρεφόμενες συστοιχίες.....	46
2.5.3.2.1	Στρεφόμενες συστοιχίες ενός άξονα.....	46
2.5.3.2.2	Περιστροφικές συστοιχίες δύο αξόνων .....	46
2.5.3.3	Συστοιχίες με ανακλαστήρες/κάτοπτρα.....	46
2.5.3.4	Στρεφόμενες συστοιχίες με κάτοπτρα .....	47
2.5.3.5	Βέλτιστη διάταξη σταθερών συστοιχιών .....	47
2.6	Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών στοιχείων .....	49
2.6.1	Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών στοιχείων .....	52
2.6.2	Βαθμός απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου .....	53
2.6.2.1	Επίδραση της θερμοκρασίας στην απόδοση.....	53
2.6.2.2	Επίδραση της ρύπανσης στην απόδοση.....	54
2.7	Συνδεσμολογία συστοιχιών φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	55
2.7.1	Σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά.....	56
2.7.2	Σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων παράλληλα.....	56
2.7.3	Μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων .....	57
<b>3<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Εγκαταστάσεις Φ/Β Συστημάτων” .....</b>	<b>59</b>
3.1	Εισαγωγή.....	59
3.2	Κατάταξη Συστημάτων.....	59
3.2.1	Περίοδος λειτουργίας.....	60
3.2.2	Χρόνος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	60
3.2.3	Τύπος φορτίου .....	60
3.2.4	Μέγιστη ισχύς του φορτίου.....	61
3.2.5	Χρήση βοηθητικής πηγής ενέργειας.....	61
3.3	Δομή των διασυνδεδεμένων κτιριακών Φ/Β συστημάτων .....	61
3.4	Κατηγοριοποίηση των διασυνδεδεμένων κτιριακών Φ/Β συστημάτων.....	63
3.5	Διασυνδεδεμένα κτιριακά Φ/Β συστήματα υπό το καθεστώς ανεξάρτητου παραγωγού.....	63
3.6	Διαμόρφωση της σύνδεσης βάσει της μέγιστης ισχύος της Φ/Β εγκατάστασης .....	64
3.7	Επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος .....	64
3.7.1	Προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων.....	64
3.7.2	Προβλήματα σκιασμών.....	67
3.8	Στατική μελέτη & υλικά στήριξης.....	69
3.9	Επιλογή του χώρου έδρασης των ηλεκτρονικών μετατροπέων .....	70
3.10	Σχεδίαση Φ/Β συστήματος .....	71
3.10.1	Χαρακτηριστικές ηλεκτρικές τιμές ενός Φ/Β συστήματος .....	71

3.10.1.1	Τάση.....	71
3.10.1.2	Ένταση.....	71
3.10.1.3	Θερμοκρασία.....	71
3.11	Συνεργασία Φ/Β - Αντιστροφέα.....	72
3.12	Εγκατάσταση συστήματος.....	73
3.12.1	Διερεύνηση σφαλμάτων.....	75
3.12.2	Προστασία.....	76
3.13	Γείωση Αντιστροφέα.....	77
3.14	Καλωδίωση.....	80
3.14.1	Πλευρά D.C.....	80
3.14.2	Πλευρά A.C.....	81
3.14.3	Σημάνσεις.....	82
3.15	Προστασία των κτιριακών Φ/Β συστημάτων από υπερτάσεις – Αντικεραυνική προστασία.....	82
3.16	Διασύνδεση με δίκτυο.....	85
3.16.1	Σύνδεση κτηριακών Φ/Β συστημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο Χαμηλής Τάσης.....	85
3.16.2	Διαμόρφωση της διασύνδεσης των κτηριακών Φ/Β εγκαταστάσεων – Ηλεκτρικού δικτύου.....	87
3.17	Αρμονική Παραμόρφωση & επιτρεπτά όρια έγχυσης αρμονικών συνιστωσών.....	88
3.18	Ανίχνευση καταστάσεων απομονωμένης λειτουργίας – «Φαινόμενο νησίδας».....	91
3.19	Μέτρα Προστασίας.....	92
3.19.1	Γενικές οδηγίες για την ασφάλεια του κοινού.....	92
3.19.2	Μέτρα περιορισμού του κινδύνου ηλεκτροπληξίας κατά την εγκατάσταση Φ/Β.....	93
3.19.3	Προτεινόμενη μεθοδολογία εγκατάστασης:.....	93
3.19.4	Εγκατάσταση με μηδενική ηλιοφάνεια.....	94
3.19.5	Προειδοποιητική σήμανση.....	94
3.19.6	Επιλογή μόνωσης καλωδίων και κιβωτίων σύνδεση.....	94
3.19.7	Επιλογή Φ/Β πλαισίων με προεγκατεστημένο σύστημα σύνδεσης.....	94
3.19.8	Αποφυγή γείωσης της πλευράς Σ.Ρ. κατά την εγκατάσταση.....	94
3.20	Αυτοτελές Φ/Β σύστημα.....	95
3.21	Αποθήκευση παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.....	99
3.21.1	Συσσωρευτές (Μπαταρίες).....	100
3.21.1.1	Ολική χωρητικότητα.....	100
3.21.1.2	Η τάση.....	100
3.21.1.3	Το βάθος εκφόρτισης.....	100
3.21.1.4	Το κόστος για κάθε KWh.....	101
3.21.1.5	Θερμοκρασία λειτουργίας.....	102
3.21.1.6	Χρόνος ζωής.....	102
3.22	Ρυθμιστής τάσης.....	102
3.23	Καταναλωτής.....	103
3.24	Μετατροπέας.....	105
3.24.1	Μετατροπέας αυτοτελούς συστήματος.....	105
3.24.2	Μετατροπέας φ/β συστήματος ενωμένο με δίκτυο.....	107
<b>4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο</b>	<b>“Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης Νερού”</b> .....	<b>111</b>
4.1	Εισαγωγή.....	111
4.2	Είδη ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού.....	111
4.2.1	Θερμοσιφωνικό σύστημα.....	112
4.2.2	Ολοκληρωμένη ηλιακή συσκευή ICS.....	113
4.2.3	Ηλιακά θερμικά συστήματα διαφορικού ελέγχου.....	113
4.3	Κατηγορίες ηλιακών συλλεκτών.....	114
4.3.1	Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (Flat plate solar collectors).....	115
4.3.2	Συλλέκτες σωλήνων κενού (Evacuated tube collectors).....	116
4.3.3	Συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες (Concentrating solar collectors).....	116

4.3.4	Υβριδικοί φωτοβολταϊκοί/θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες (Photovoltaic/Thermal Solar Collectors, PV/T solar collectors).....	117
4.4	Μοντέλα θερμικών ηλιακών συλλεκτών.....	118
4.4.1	Μοντέλο σταθερής κατάστασης (steady-state model).....	118
4.4.2	Δυναμικά μοντέλα (dynamic models).....	118
4.5	Αποθήκευση θερμότητας σε ηλιακές δεξαμενές.....	118
<b>5<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Αιολική Ενέργεια”.....</b>	<b>121</b>
5.1	Ήλιος και Άνεμος.....	121
5.2	Τα χαρακτηριστικά των ανέμων.....	122
5.2.1	Η ταχύτητα.....	122
5.2.2	Η διεύθυνση των ανέμων.....	124
5.2.2.1	Επικρατούσα διεύθυνση.....	124
5.2.2.2	Προσήνεμη περιοχή.....	124
5.2.2.3	Υπήνεμη περιοχή.....	125
5.2.3	Μέτρηση της έντασης του ανέμου.....	126
5.3	Ιστορική Αναδρομή - Ανεμομηχανές.....	127
5.4	Ισχύς του Ανέμου - Ωφέλιμη αιολική ισχύς.....	128
5.5	Συστήματα αποθήκευσης αιολικής Ενέργειας.....	133
5.5.1	Συστοιχίες συσσωρευτών.....	133
5.5.2	Υδροδυναμικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....	133
5.5.3	Συστήματα παραγωγής υδρογόνου.....	133
5.5.4	Αποθήκευση ενέργειας σε σφόνδυλο.....	133
5.5.5	Υβριδικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....	134
5.6	Κοινωνικό κόστος και πηγές ενέργειας.....	134
5.7	Προοπτικές ανάπτυξης Αιολικής Ενέργειας Στην Ελλάδα.....	137
<b>6<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Αιολικές Μηχανές”.....</b>	<b>143</b>
6.1	Κατάταξη αιολικών μηχανών.....	143
6.1.1	Ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα.....	143
6.1.2	Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα.....	144
6.2	Μηχανές Οριζοντίου άξονα.....	146
6.3	Περιγραφή Μηχανής Οριζοντίου Άξονα.....	148
6.3.1	Ο πύργος στήριξης.....	149
6.3.2	Ο θάλαμος μηχανισμών.....	149
6.3.3	Η περωτή.....	150
6.3.4	Η πλήμη.....	150
6.3.5	Ο άξονας περιστροφής.....	151
6.3.6	Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.....	151
6.3.7	Το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας ή διαφορετικά ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας.....	152
6.3.7.1	Αυτόματη έναρξη λειτουργίας.....	152
6.3.7.2	Αυτόματη θέση ρυθμίσεως και ελέγχου.....	152
6.3.7.2.1	Συστροφή καλωδίων.....	153
6.3.7.2.2	Πέδη συγκρατήσεως (φρένο).....	153
6.3.7.2.3	Μείωση – Απόρριψη ισχύς.....	153
6.3.7.2.4	Ανιχνευτής ταλάντωσης.....	153
6.3.8	Η ηλεκτρική γεννήτρια.....	153
6.3.8.1	Τύποι γεννητριών.....	154
6.3.8.1.1	Ασύγχρονη γεννήτρια.....	154
6.3.8.1.2	Σύγχρονη γεννήτρια.....	154
6.3.8.1.3	Σύγχρονη γεννήτρια με μαγνητικούς πόλους.....	155
6.3.8.1.4	Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος.....	155
6.3.9	Το σύστημα προσανατολισμού προσανεμισμού της μηχανής.....	156
6.3.10	Αυτόματοι διακόπτες και ηλεκτρικές συσκευές.....	156
6.3.10.1	Ρυθμιστής τάσης.....	156



6.3.10.2	Συσσωρευτές.....	156
6.3.10.3	Μετατροπέα DC-AC (Inverter).....	156
6.3.10.4	Μετατροπέα AC-DC.....	157
6.4	Τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη των αιολικών μηχανών .....	157
6.4.1	Η διάμετρος της πτερωτής.....	157
6.4.2	Το ύψος τοποθέτησης .....	158
6.4.3	Το πλήθος των πτερυγίων .....	158
6.4.4	Το είδος των πτερυγίων.....	158
6.4.5	Η ονομαστική ταχύτητα περιστροφής.....	158
6.4.6	Το βήμα της πτερωτής .....	158
6.4.7	Ο συντελεστής ισχύος.....	159
6.4.8	Η ονομαστική ισχύς.....	159
6.4.9	Ο βαθμός απόδοσης.....	159
6.5	Σύγκριση Συμπεριφοράς Αιολικών μηχανών .....	159
6.6	Χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας ανεμογεννήτριας .....	160
6.7	Διείδυση και Ποιότητα Αιολικής ισχύος.....	162
6.7.1	Διαταραχές πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης.....	162
6.7.2	Διακυμάνσεις τάσης.....	163
6.7.3	Μεταβατικά φαινόμενα .....	165
6.7.4	Αρμονικές.....	167
6.7.5	Διακυμάνσεις Συχνότητας.....	167
<b>7<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Εγκαταστάσεις Μικρών Ανεμογεννητριών” .....</b>	<b>169</b>
7.1	Προδιαγραφές μικρών Α/Γ για αυτόνομα ενεργειακά συστήματα .....	169
7.1.1	Εισαγωγή.....	169
7.1.2	Βασικές αρχές.....	170
7.1.3	Μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες.....	171
7.1.4	Εξωτερικές συνθήκες.....	171
7.1.5	Ονομαστικά μεγέθη .....	171
7.1.6	Υποσυστήματα .....	172
7.1.7	Πτερύγωση .....	172
7.1.8	Προσανατολισμός.....	173
7.1.9	Γεννήτρια .....	174
7.1.10	Πυλώνας.....	175
7.1.11	Συστήματα ελέγχου και ασφαλείας.....	175
7.1.11.1	Ενεργητικό σύστημα ελέγχου και ασφαλείας .....	176
7.1.11.2	Παθητικό σύστημα ελέγχου και ασφαλείας .....	176
7.1.12	Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....	177
7.1.13	Χρήσιμες οδηγίες.....	177
<b>8<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Αντικεραυνική προστασία εγκατάστασης” .....</b>	<b>179</b>
8.1	Αξιολόγηση της συχνότητας πτώσης κεραυνού .....	179
8.2	Επιλογή αποτελεσματικότητας Σ.Α.Π (Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας) ...	185
8.3	Προσδιορισμός της περιοχής προστασίας .....	186
8.3.1	Μέθοδος της κεραυνικής ή της κυλιόμενης σφαίρας.....	186
8.3.2	Μέθοδος του κλωβού.....	187
8.3.3	Μέθοδος της γωνίας προστασίας «φ».....	187
<b>9<sup>ο</sup></b>	<b>Κεφάλαιο “Βιοκλιματικός Σχεδιασμός” .....</b>	<b>193</b>
9.1	Εισαγωγή.....	193
9.2	Περιεχόμενα διαδικασίας.....	193
9.2.1	Προσανατολισμός του κτιρίου .....	194
9.2.2	Χωροθέτηση των δωματίων .....	195
9.2.3	Θερμική προστασία/μόνωση .....	195
9.2.4	Μορφή του κτιρίου .....	196
9.2.5	Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων .....	196

9.2.6	Παθητικά συστήματα για εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών .....	197
9.2.6.1	<i>Το άμεσο ηλιακό κέρδος</i> .....	197
9.2.6.2	<i>Ηλιακοί τοίχοι</i> .....	197
9.2.6.3	<i>Προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακοί χώροι)</i> .....	198
9.2.6.4	<i>Ηλιακά αίθρια</i> .....	199
9.2.7	Φυσικός δροσισμός/αερισμός.....	199
9.2.7.1	<i>Η ηλιοπροστασία (σκίαση)</i> .....	199
9.2.7.2	<i>Ο φυσικός εξαερισμός</i> .....	200
9.2.8	Φυσικός φωτισμός.....	201
9.2.9	Συμπεράσματα.....	201
<b>10</b>	<b>° Κεφάλαιο “Ενεργειακή Κατανάλωση Οικιακών Καταναλωτών” .....</b>	<b>203</b>
10.1	Γενικοί όροι.....	203
10.2	Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης .....	205
10.2.1	Προσδιορισμός παραγόντων .....	205
10.2.2	Πίνακες μέτρησης.....	207
10.3	Συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης & ενεργειακή σήμανση .....	208
10.3.1	Ηλεκτρικές συσκευές – ενεργειακή ετικέτα.....	208
10.3.2	Λαμπτήρες φωτισμού.....	210
10.3.2.1	<i>Λαμπτήρες πυρακτώσεως</i> .....	210
10.3.2.2	<i>Λαμπτήρες φθορισμού</i> .....	211
10.3.2.3	<i>Ηλεκτρονικοί λαμπτήρες φθορισμού</i> .....	211
10.4	Ηλεκτρονικές συσκευές.....	212
10.4.1	Ηλεκτρονικός υπολογιστής .....	212
10.4.2	Εκτυπωτής ή σαρωτής .....	213
10.5	Κατανάλωση σε φάση αναμονής .....	213
10.6	Συμπεράσματα.....	214
<b>11</b>	<b>° Κεφάλαιο “Εφαρμογή της Συνδυασμένης Χρήσης Ηλιακής και Αιολικής</b>	
	<b>Ενέργειας για την Ενεργειακή Αυτονομία Εξοχικής Κατοικίας”.....</b>	<b>215</b>
11.1	Περιγραφή της τοποθεσίας και της υπό μελέτη εξοχικής κατοικίας.....	215
11.2	Σχεδιασμός της εξοχικής κατοικίας.....	216
11.3	Επιλογή οικιακών καταναλώσεων .....	217
11.3.1	Εσωτερικός & εξωτερικός φωτισμός.....	219
11.3.2	Ηλεκτρικές & ηλεκτρονικές οικιακές συσκευές.....	221
11.3.3	Θέρμανσης εσωτερικών χώρων – Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) .....	222
11.3.4	Ψύξη εσωτερικών χώρων.....	226
11.4	Υπολογισμός της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας.....	229
11.5	Σχεδιασμός εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	230
11.5.1	Αντικεραυνική προστασία κατοικίας.....	230
11.6	Σχεδιασμός αυτόνομου υβριδικού συστήματος.....	232
11.6.1	Συνδεσμολογία αυτόνομου υβριδικού συστήματος.....	233
11.6.2	Ανεμογεννήτρια.....	234
11.6.2.1	<i>Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού</i> .....	234
11.6.2.2	<i>Επιλογή ανεμογεννήτριας και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια</i> .....	248
11.6.2.3	<i>Αντικεραυνική προστασία ανεμογεννήτριας</i> .....	252
11.6.2.4	<i>Συντήρηση ανεμογεννήτριας</i> .....	253
11.6.3	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια .....	254
11.6.3.1	<i>Αξιολόγηση του ηλιακού δυναμικού</i> .....	254
11.6.3.1.1	<i>Συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα</i> .....	256
11.6.3.1.2	<i>Απώλειες IAM ή οπτικού τύπου</i> .....	257
11.6.3.1.3	<i>Βέλτιστη κλίση και προσανατολισμός</i> .....	258
11.6.3.2	<i>Επιλογή φωτοβολταϊκού δομοστοιχείου και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια</i> .....	262
11.6.3.3	<i>Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκής γεννήτριας</i> .....	264
11.6.3.4	<i>Χωροθέτηση και διάταξη φωτοβολταϊκών συστοιχιών</i> .....	268
11.6.3.5	<i>Επιλογή βάσεως στήριξης φ/β πλαισίων</i> .....	270

11.6.3.6	Αντικεραυνική προστασία φ/β γεννήτριας.....	271
11.6.3.7	Συντήρηση φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	273
11.6.4	Αντιστροφέας (Inverter).....	273
11.6.4.1	Επιλογή αντιστροφέα (Inverter).....	273
11.6.4.2	Συμβατότητα συνδεσμολογίας φ/β συστοιχίας - αντιστροφέα.....	275
11.6.5	Συσσωρευτές.....	277
11.6.5.1	Αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.....	277
11.6.5.2	Καθορισμός της αυτοδυναμίας του συστήματος.....	277
11.6.5.3	Επιλογή χωρητικότητας συσσωρευτών.....	278
11.6.6	Ρυθμιστής Φόρτισης Συσσωρευτών.....	281
11.6.6.1	Επιλογή του Ρυθμιστή Φόρτισης.....	281
11.6.7	Αυτόνομος μετατροπέας DC/AC.....	283
11.6.7.1	Επιλογή του αυτόνομου μετατροπέα.....	283
11.6.7.2	Συνεργασία αυτόνομου μετατροπέα - αντιστροφέα.....	285
11.6.8	Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.....	286
11.6.8.1	Επιλογή ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.....	287
11.7	Διαστασιολόγηση καλωδίων - αγωγών.....	288
11.7.1	Επιλογή τύπου αγωγών σύνδεσης.....	288
11.7.2	Επιλογή της διατομής των αγωγών.....	289
11.7.2.1	Σύνδεση Φ/Β συστοιχίας – Αντιστροφέα DC/AC (Sunny Boy).....	289
11.7.2.2	Σύνδεση Αντιστροφέα DC/AC (Sunny Boy) – Υποπίνακα AC.....	291
11.7.2.3	Σύνδεση Υποπίνακα AC – Κεντρικού Πίνακα AC.....	292
11.7.2.4	Σύνδεση Αυτόνομου Μετατροπέα (Sunny Island) – Πίνακα AC.....	293
11.7.2.5	Σύνδεση Αυτόνομου Μετατροπέα (Sunny Island) – Συστοιχία Συσσωρευτών.....	294
11.7.2.6	Σύνδεση Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους - Πίνακα H/Z.....	295
11.7.2.7	Σύνδεση Πίνακα H/Z – Αυτόνομου Μετατροπέα (Sunny Island).....	297
11.7.2.8	Σύνδεση Ανεμογεννήτριας (Whisper 500) – Ρυθμιστή Φόρτισης (Whisper Controller).....	298
11.7.2.9	Σύνδεση Ρυθμιστή Φόρτισης (Whisper Controller) – Συστοιχία Συσσωρευτών.....	299
11.8	Εκτίμηση κόστους αυτόνομου υβριδικού συστήματος.....	300
11.9	Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση του αυτόνομου συστήματος.....	300
11.10	Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση εναλλακτικού αυτόνομου συστήματος.....	312
11.11	Ανεκμετάλλευτη παραγόμενη ενέργεια.....	316
11.12	Το ετήσιο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ.....	317
11.13	Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις.....	318
<b>Βιβλιογραφία.....</b>		<b>321</b>
<b>Παράρτημα Α' – Φωτοτεχνία εσωτερικών &amp; εξωτερικών χώρων κατοικίας.....</b>		<b>323</b>
<b>Παράρτημα Β' – Θερμικές απώλειες.....</b>		<b>325</b>
<b>Παράρτημα Γ' – Ολοκληρωμένο σύστημα ηλιακής θέρμανσης και παραγωγής ZNX.....</b>		<b>327</b>
<b>Παράρτημα Δ' – Ψυκτικά φορτία.....</b>		<b>329</b>
<b>Παράρτημα Ε' – Ενεργειακές απαιτήσεις &amp; κατανάλωση κλιματιστικού συστήματος.....</b>		<b>331</b>
<b>Παράρτημα ΣΤ' – Υπολογισμός της ετήσιας καταναλισκομένης ενέργειας.....</b>		<b>333</b>
<b>Παράρτημα Ζ' – Ηλεκτρολογική Μελέτη Κατοικίας.....</b>		<b>335</b>
<b>Παράρτημα Η' – Αξιολόγηση Αιολικού Δυναμικού &amp; Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.....</b>		<b>337</b>
<b>Παράρτημα Θ' – Αξιολόγηση Ηλιακού Δυναμικού &amp; Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.....</b>		<b>339</b>
<b>Παράρτημα Ι' – Εξοπλισμός Αυτόνομου Υβριδικού συστήματος.....</b>		<b>341</b>
<b>Παράρτημα ΙΑ' – Ηλεκτρολογικά Σχέδια.....</b>		<b>343</b>
<b>Παράρτημα ΙΒ' – Κοστολόγιο Έργου, Κόστος Αγοράς Ενέργειας από το Δίκτυο της ΔΕΗ.....</b>		<b>345</b>

<b>Παράρτημα ΙΓ' – Ενεργειακή &amp; Οικονομική Ανάλυση Αυτόνομου Υβριδικού Συστήματος .....</b>	<b>347</b>
---	------------

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 – Γεωμετρία ήλιου - γης .....	2
Σχήμα 1.2 – Κατανομή φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας στη μέση απόσταση ήλιου-γης .....	3
Σχήμα 1.3 – Η επίδραση της ατμόσφαιρας στη κατανομή φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας ..	4
Σχήμα 1.4 – Άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία .....	6
Σχήμα 1.5 – Η εξίσωση του χρόνου .....	9
Σχήμα 1.6 – Ουράνια σφαίρα με τη φαινόμενη ετήσια κίνηση του ήλιου .....	10
Σχήμα 1.7 – Γεωμετρικές παράμετροι θέσης ήλιου – κεκλιμένης επιφάνειας .....	12
Σχήμα 1.8 – Οι μετεωρολογικές ζώνες της χώρας .....	18
Σχήμα 1.9 – Η γραφική παράσταση της μηνιαία ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένη επιφάνεια στη περιοχή της Πάτρας. (KWh/m <sup>2</sup> ·month) .....	24
Σχήμα 2.1 – Η κρυσταλλική δομή των ημιαγωγών .....	26
Σχήμα 2.2 – Σχηματική παράσταση των ατόμων Si με τους ομοιοπολικούς δεσμούς τους μέσα στον κρύσταλλο. ....	26
Σχήμα 2.3 – Σχηματική παράσταση της απομάκρυνσης των ηλεκτρονίων από κάποιους δεσμούς των ατόμων Si .....	27
Σχήμα 2.4 – Η περιοχή μεταξύ του ημιαγωγού τύπου p και του ημιαγωγού τύπου n στη κατάσταση ισορροπίας. ....	29
Σχήμα 2.5 – Επαφή p-n χωρίς πόλωση(α), με ανάστροφη (β) και ορθή (γ) πόλωση.....	30
Σχήμα 2.6 – Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	32
Σχήμα 2.7 – Η φασματική απόκριση ενός τυπικού φ/β στοιχείου πυριτίου. ....	32
Σχήμα 2.8 – Ενεργειακό κατώφλι ημιαγωγών. ....	33
Σχήμα 2.9 – Επιρροή αποδοτικότητας PV σε σχέση με τη θερμοκρασία του. ....	34
Σχήμα 2.10 – Φ/Β πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc-Si) .....	36
Σχήμα 2.11 – Φ/Β πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si) .....	37
Σχήμα 2.12 – Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon).....	37
Σχήμα 2.13 – Φ/Β πλαίσιο ταινίας λεπτού υμενίου δισεληνιούχου ινδιούχου χαλκού (Ribbon Silicon) .....	38
Σχήμα 2.14 – Φ/Β στοιχείο ταινίας άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si) .....	39
Σχήμα 2.15 – Φ/Β στοιχείο ταινίας τελλουριούχου καδμίου (CdTe).....	39
Σχήμα 2.16 – Φ/Β στοιχείο ταινίας αρσενικούχου γάλλιου (GaAs) .....	40
Σχήμα 2.17 – Φ/Β πλαίσιο με σφαιρικά στοιχεία (spherical solar cell) .....	42
Σχήμα 2.18 – Η εξέλιξη της απόδοσης των φ/β στοιχείων στη πάροδο του χρόνου.....	42
Σχήμα 2.19 – Σύμβολο παράστασης φωτοβολταϊκού πλαισίου.....	45
Σχήμα 2.20 – Η δομή μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας (PV Array). ....	45
Σχήμα 2.21 – Η διάταξη των φ/β συστοιχιών σε κεκλιμένη επιφάνεια, με νότιο προσανατολισμό. ....	48
Σχήμα 2.22 – Το διάγραμμα Monegon (1980).....	48
Σχήμα 2.23 – Ισοδύναμο κύκλωμα φωτοβολταϊκού στοιχείου που φωτίζεται.....	49
Σχήμα 2.24 – Οι καμπύλες ρεύματος-τάσης (I-V) και ισχύος-τάσης (P-V) φωτοβολταϊκού στοιχείου που βρίσκεται σε θερμοκρασία μηδέν βαθμούς °C για διάφορες τιμές της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. ....	50
Σχήμα 2.25 – Οι καμπύλες ρεύματος-τάσης (I-V) και ισχύος-τάσης (P-V) φωτοβολταϊκού στοιχείου με σταθερή προσπίπτουσα ακτινοβολία (E=1000 W/m <sup>2</sup> ) για διάφορες τιμές της θερμοκρασία (°C).....	51
Σχήμα 2.26 – Σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά.....	56

Σχήμα 2.27 – Σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκών πλαισίων παράλληλα.....	57
Σχήμα 2.28 – Μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	57
Σχήμα 3.1 – Φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτηριακές εγκαταστάσεις.....	59
Σχήμα 3.2 – Φωτοβολταϊκά συστήματα υπό το καθεστώς ανεξάρτητου παραγωγού.....	63
Σχήμα 3.3 – Η κλίση και η αζιμούθια γωνία ενός φ/β πλαισίου.....	65
Σχήμα 3.4 – Η επίδραση της κλίση και του προσανατολισμού στη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m <sup>2</sup> /έτος) στο επίπεδο των ηλιακών πλαισίων στη περιοχή της Αττικής..	66
Σχήμα 3.5 – Η επίδραση της κλίση και του προσανατολισμού στη ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα ενός φ/β συστήματος.....	66
Σχήμα 3.6 – Η επίδραση της κλίση και της αζιμούθια γωνία ενός φ/β πλαισίου στην απόδοση του συστήματος.....	68
Σχήμα 3.7 - Διερεύνηση πιθανής ανεπιθύμητης κατάστασης εξ αιτίας σφάλματος, με εκ σχεδιασμού γειωμένο τον αρνητικό πόλο των Φ/Β στοιχειοσειρών.....	75
Σχήμα 3.8 – Δυνατοί τρόποι γείωσης διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος.....	78
Σχήμα 3.9 – Τυπική μορφή των συστημάτων γείωσης και προστασίας από υπερτάσεις της εγκατάστασης.....	83
Σχήμα 3.10 – Ενδεικτικό σχήμα τάσης που επάγεται σε βρόγχο επιφανείας 1m <sup>2</sup> , συναρτήσει της απόστασης του κεραυνικού πλήγματος.....	85
Σχήμα 3.11 – Τυπική μορφή της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός διασυνδεδεμένου οικιακού φ/β συστήματος.....	86
Σχήμα 3.12 – Τυπική απλοποιημένη μορφή σύνδεσης οικιακών Φ/Β συστημάτων με το ηλεκτρικό δίκτυο Χ.Τ.....	87
Σχήμα 3.13 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που αποτελείται μόνο από φ/β πλαίσια και τον καταναλωτή.....	95
Σχήμα 3.14 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που περιλαμβάνει και μπαταρία.....	96
Σχήμα 3.15 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος με παρεμβολή ρυθμιστή τάσεως για αυτόνομη διατήρηση της τάσης της μπαταρίας.....	96
Σχήμα 3.16 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που παρεμβάλλει μετατροπέα για A/C καταναλώσεις. Οι D.C. καταναλώσεις τροφοδοτούνται κατευθείαν από την μπαταρία.....	97
Σχήμα 3.17 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που παραλαμβάνει βοηθητική γεννήτρια και τροφοδοτικό φόρτισης μπαταριών.....	98
Σχήμα 4.1 – Θερμοσιφωνικό σύστημα.....	112
Σχήμα 4.2 – Ολοκληρωμένη ηλιακή συσκευή ICS.....	113
Σχήμα 4.3 – Ηλιακά θερμικά συστήματα διαφορικού ελέγχου.....	114
Σχήμα 4.4 – Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες υγρού τύπου.....	115
Σχήμα 4.5 – Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αέρα.....	115
Σχήμα 4.6 – Συλλέκτες σωλήνων κενού.....	116
Σχήμα 4.7 – Είδη συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών.....	117
Σχήμα 4.8 – Υβριδικοί φωτοβολταϊκοί/θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες.....	117
Σχήμα 5.1 – Ο Αίολος, ο θεός των ανέμων.....	121
Σχήμα 5.2 – Κλίμακα Beaufort (Βαθμός – Φαινόμενο).....	123
Σχήμα 5.3 – Το ανεμολόγιο.....	125
Σχήμα 5.4 – Αναλυτικά μηνιαία πολικά διαγράμματα της μέσης και μέγιστης ταχύτητας του ανέμου.....	126
Σχήμα 5.5 – Ανεμόμετρο ταχύτητας.....	127
Σχήμα 5.6 – Ανεμόμυλοι.....	128
Σχήμα 5.7 – Η κατανομή της ισχύος του ανέμου.....	132
Σχήμα 5.8 – Η πρόοδος της εγκατάστασης αιολικών πάρκων σε χώρες της Ευρώπης.....	138
Σχήμα 6.1 – Ανεμογεννήτριες οριζοντίου & κάθετου άξονα.....	143
Σχήμα 6.2 – Μηχανές μεγάλης στιβαρότητας.....	146

Σχήμα 6.3 – Μηχανές μικρής στιβαρότητας.....	146
Σχήμα 6.4 – Μονόπτερη, δίπτερη και τρίπτερη ανεμογεννήτρια.....	147
Σχήμα 6.5 – Τα βασικά μέρη μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.....	148
Σχήμα 6.6 – Ο θάλαμος μηχανισμών.....	149
Σχήμα 6.7 – Ηλεκτρική γεννήτρια.....	154
Σχήμα 6.8 – Η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική μέσω των Η/Μ διατάξεων. .....	157
Σχήμα 6.9 – Καμπύλες αεροδυναμικής απόδοσης $C_p$ -λ πτερωτών Α/Γ.....	160
Σχήμα 6.10 – Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας $P=P(V)$ .....	160
Σχήμα 6.11 – Απόδοση Α/Γ σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου.....	161
Σχήμα 6.12- Διακύμανση τάσης κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερών στροφών, ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.....	164
Σχήμα 6.13- Διακύμανση ενεργούς ισχύος κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερού ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων και μεταβλητών στροφών.....	164
Σχήμα 6.14 – Διακύμανση τάσης κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, σταθερών στροφών και ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.....	165
Σχήμα 6.15 – Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, μεταβλητών στροφών.....	166
Σχήμα 6.16 – Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, σταθερών στροφών και ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.....	166
Σχήμα 7.1 - Ο προσανατολισμός προς την διεύθυνση του ανέμου με τη βοήθεια της «ουράς». .....	174
Σχήμα 8.1 – Ο ισοκεραυνικός χάρτης με τον ετήσιο αριθμό ημερών καταιγίδας στην Ελλάδα .....	180
Σχήμα 8.2 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια κατασκευής.....	181
Σχήμα 8.3 – Το εμβαδόν της ισοδύναμης συλλεκτήριας επιφάνειας κατασκευής.....	182
Σχήμα 8.4 – Τρισδιάστατη απεικόνιση της ισοδύναμης συλλεκτήριας επιφάνειας κατασκευής .....	182
Σχήμα 8.5 – Παράδειγμα μεθόδου κυλιόμενης σφαίρας ακτίνας $r$ , ανάλογα με την στάθμη προστασίας.....	187
Σχήμα 8.6 – Μέθοδος κλωβού με άνοιγμα «α» ανάλογα με την στάθμη προστασίας.....	187
Σχήμα 8.7 – Υπολογισμός γωνίας προστασίας $\varphi$ , ανάλογα με τη στάθμη προστασία.....	188
Σχήμα 8.8 – Περιοχή προστασίας ράβδου Φράνκλιν, με την μέθοδο της γωνίας προστασίας .....	188
Σχήμα 8.9 – Περιοχή προστασίας δύο συλλεκτήριων ράβδων με την μέθοδο της γωνίας προστασίας.....	189
Σχήμα 8.10 – Συνδυασμός μεθόδου κλωβού και μεθόδου γωνίας προστασίας για την προστασία: 1)Συλλεκτήριος αγωγός, 2) Συλλεκτήρια ράβδος, 3) Μέγεθος πλέγματος, 4) Αγωγός καθόδου, 5)Σύστημα γείωσης με περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης, $\alpha$ : γωνία προστασίας και.....	189
$h$ : ύψος συλλεκτήριας ράβδου από το επίπεδο του εδάφους.....	189
Σχήμα 8.11 – Συνδυασμός μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας και μεθόδου ακτίνας προστασίας για την προστασία κτιρίου. $a$ : απόσταση μεταξύ ιστών, $H$ : ύψος ιστού, $t_f$ : ιδεατός συλλεκτήριος αγωγός.....	190
Σχήμα 8.12 – Τρισδιάστατη απεικόνιση του συνδυασμού της μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας και μεθόδου γωνίας προστασίας $\varphi=45^\circ$ για την προστασία κτιρίου $10 \times 20 \times 5m$ , $a$ : $30m$ , $H$ : $10m$ , $R_b$ : $60m$ (Στάθμη βαθμίδας IV).....	191
Σχήμα 9.1 – Νότιος προσανατολισμός κτηρίου.....	194
Σχήμα 9.2 – Θερμομονωτικά υλικά (Θερμομονωτικό τούβλο, εξηλασμένη πολυστερίνη και πετροβάμβακας).....	195

Σχήμα 9.3 – Ανοίγματα σε κτήρια με σκοπό τον φωτισμό .....	196
Σχήμα 9.4 – Αρχή λειτουργίας του ηλιακού τοίχου. ....	198
Σχήμα 9.5 – Προσαρτησμένα θερμοκήπια σε κτήρια.....	198
Σχήμα 9.6 – Ηλιακά αίθρια σε κτήρια .....	199
Σχήμα 9.7 – Ηλιοστάσια σε κτήρια. ....	200
Σχήμα 9.8 – Φυσικός εξαερισμός σε κτήρια.....	200
Σχήμα 9.9 – Φυσικός φωτισμός σε κτήρια.....	201
Σχήμα 10.1 – Ενεργειακή ετικέτα πλυντηρίου ρούχων. ....	209
Σχήμα 10.2 – Λαμπτήρες Πυρακτώσεως (Αριστερά) – Λαμπτήρες φθορισμού (Δεξιά). ....	211
Σχήμα 10.3 –Αντιστοιχία ισχύος σε λαμπτήρες οικονομίας και σε λαμπτήρες πυρακτώσεως για το ίδιο επίπεδο φωτισμού. ....	211
Σχήμα 11.1 – Η επιλεγμένη τοποθεσία της εξοχική κατοικίας στο χάρτη.....	215
Σχήμα 11.2 - Το οικόπεδο που θα ανεγερθεί η εξοχική κατοικία. ....	216
Σχήμα 11.3- Pellets (συσσωματώματα). ....	223
Σχήμα 11.4- Τροφοδοσία λέβητα με pellets (συσσωματώματα).....	224
Σχήμα 11.5 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια $A_d$ της κατοικίας με τη γραφική μέθοδο .....	231
Σχήμα 11.6 – Τριαφασική συνδεσμολογία υβριδικού αυτόνομου συστήματος.....	234
Σχήμα 11.7 – Ετήσιος Προσανατολισμού του Ανέμου για τη περιοχή του Ηρακλείου. Πηγή E.M.Y 2009 .....	236
Σχήμα 11.8- Η ετήσια βέλτιστη καμπύλη Weibull για την περιοχή του Ηρακλείου .....	240
Σχήμα 11.9- Η ετήσια κατανομή Weibull για την περιοχή του Ηρακλείου .....	241
Σχήμα 11.10 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ισχύς (Ηράκλειο).....	241
Σχήμα 11.11 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ενέργειας (Ηράκλειο).....	242
Σχήμα 11.12 - Επίδραση τραχύτητας στη διανομή ταχύτητας του ανέμου .....	243
Σχήμα 11.13 – Τραχύτητα εδάφους.....	243
Σχήμα 11.14 – Η ετήσια βέλτιστη καμπύλη Weibull (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m.....	245
Σχήμα 11.15 – Η ετήσια κατανομή Weibull (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m .....	246
Σχήμα 11.16 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ισχύς (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m .....	247
Σχήμα 11.17 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ενέργειας (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m.....	247
Σχήμα 11.18 – Οι τεχνικές προδιαγραφές της ανεμογεννήτριας.....	248
Σχήμα 11.19 – Η ηλεκτρική ισχύ της ανεμογεννήτριας Whisper 500.....	249
Σχήμα 11.20 – Ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος $C_p$ της ανεμογεννήτριας Whisper 500 .....	249
Σχήμα 11.21 – Οι χαρακτηριστικές τιμές ισχύος και του συντελεστή $C_p$ της Α/Γ (Whisper 500) .....	250
Σχήμα 11.22 – Η μηχανική & ηλεκτρική ενέργεια της Α-Γ (Whisper 500) σε υψόμετρο 39.0m .....	251
Σχήμα 11.23 – Η μηχανική & ηλεκτρική ενέργεια της Α-Γ (Whisper 500) σε υψόμετρο 12.8m .....	251
Σχήμα 11.24 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια $A_d$ της ανεμογεννήτριας με τη γραφική μέθοδο .....	252
Σχήμα 11.25 – Η ετήσια ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στον Ελλαδικό χώρο .....	254



Σχήμα 11.26 – Η ετήσια τροχιά του ηλίου και η γραμμή του ορίζοντα στη περιοχή του Αγίου Ιωάννη (Solar Time). .....	256
Σχήμα 11.27 – Το γράφημα με τις μηνιαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας, με και χωρίς τη γραμμή του ορίζοντα .....	256
Σχήμα 11.28 – Η γραφική παράσταση με τον ετήσιο συντελεστή απόδοσης για επιφάνειες με κλίση $0^{\circ} \div 90^{\circ}$ και αζιμούθιο $-180^{\circ} \div 180^{\circ}$ .....	258
Σχήμα 11.29 – Η χαρακτηριστική καμπύλη (V-I) για διάφορες τιμές της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.....	263
Σχήμα 11.30 – Η χαρακτηριστική καμπύλη (V-I) για διάφορες τιμές της θερμοκρασίας ....	264
Σχήμα 11.31 – Η χαρακτηριστική καμπύλη της απόδοσης με την προσπίπτουσα ακτινοβολία για διάφορες τιμές της θερμοκρασίας.....	264
Σχήμα 11.32 – Η γραφική παράσταση καταμερισμού της παραγόμενης ενέργειας σε απώλειες και ληφθείσα ενέργεια .....	267
Σχήμα 11.33 – Η γραφική παράσταση καταμερισμού της παραγόμενης ενέργειας σε καταναλισκόμενη, και περισευούμενη ενέργεια και απώλειες. ....	268
Σχήμα 11.34 – Οι ετήσιες απώλειες σκιάσεων από τα παρακείμενα αντικείμενα και κτήρια γύρω από την εγκατάσταση κατά τη διάρκεια της ημέρας (Legal Time).....	269
Σχήμα 11.35 – Βάση στήριξης φ/β πλαισίων PV Max3 της SCHLETTER .....	270
Σχήμα 11.36 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια $A_d$ της φ/β γεννήτριας με τη γραφική μέθοδο .....	271
Σχήμα 11.37 – Συσσωρευτές Hoppecke OPzS solar.power.....	278
Σχήμα 11.38 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του συσσωρευτή Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900.....	281
Σχήμα 11.39 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες της συστοιχίας των συσσωρευτών.....	281
Σχήμα 11.40 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του αυτόνομου μετατροπέα SMA Sunny Island 5048. ....	284
Σχήμα 11.41 – Καμπύλη I-V & P-I φωτοβολταϊκού πλαισίου .....	285
Σχήμα 11.42 – Έλεγχος της ισχύος με μεταβολή της συχνότητας.....	286
Σχήμα 11.43 – Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους Kumatsu GP25000MA.....	288
Σχήμα 11.44 – Αγωγοί τύπου H07RN-F.....	289
Σχήμα 11.45 – Πίνακας διαστασιολόγηση αγωγών σύνδεσης αντιστροφέα Sunny Boy 5000TL-20 – πίνακα AC .....	291
Σχήμα 11.46 – Πίνακας διαστασιολόγηση αγωγών σύνδεσης Α/Γ (Whisper 500) – Ρυθμιστή φόρτισης.....	298
Σχήμα 11.47 – Η επιφάνεια εργασίας του λογισμικού Homer.....	301
Σχήμα 11.48 – Εισαγωγή εξοπλισμού προς ανάλυση.....	301
Σχήμα 11.49 – Εισαγωγή των δεδομένων του προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης της κατοικίας. ....	302
Σχήμα 11.50 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της ανεμογεννήτριας.....	303
Σχήμα 11.51 – Εισαγωγή των χαρακτηριστικών τιμών της ισχύος της Α/Γ.....	303
Σχήμα 11.52 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της Φ/Β γεννήτριας .....	304
Σχήμα 11.53 – Εισαγωγή του κόστους, του πλήθους και του τρόπου σύνδεσης των συσσωρευτών. ....	304
Σχήμα 11.54 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών του συσσωρευτή.....	305
Σχήμα 11.55 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της ντιζελογεννήτριας .....	305

Σχήμα 11.56 – Εισαγωγή των χαρακτηριστικών τιμών της κατανάλωσης της ντιζελογεννήτριας .....	306
Σχήμα 11.57 – Εισαγωγή των μετρήσεων του ηλιακού δυναμικού της περιοχής.....	306
Σχήμα 11.58 – Εισαγωγή των ανεμολογικών μετρήσεων της περιοχής.....	307
Σχήμα 11.59 – Εισαγωγή της τιμής της τραχύτητας του εδάφους .....	307
Σχήμα 11.60 – Εισαγωγή της μέσης τιμής του πετρελαίου 1,448€/L (10/10/2013) .....	308
Σχήμα 11.61 – Εισαγωγή των μετρήσεων της θερμοκρασίας του αέρα της περιοχής.....	308
Σχήμα 11.62 – Εισαγωγή της διάρκειας ζωής του project και το κόστος του υπόλοιπου εξοπλισμού και εργασίας εγκατάστασης .....	309
Σχήμα 11.63 – Ρύθμιση παραμέτρων εξομοίωσης του λογισμικού .....	309
Σχήμα 11.64 – Τα αποτελέσματα της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer.....	310
Σχήμα 11.65 – Εισαγωγή εναλλακτικών τιμών ισχύος Φ/Β γεννήτριας .....	312
Σχήμα 11.66 – Εισαγωγή εναλλακτικού αριθμού Α/Γ .....	313
Σχήμα 11.67 – Εισαγωγή εναλλακτικού αριθμού συστοιχιών με 26 συσσωρευτές.....	313
Σχήμα 11.68 – Εισαγωγή εναλλακτικής τιμής ισχύος του αντιστροφέα .....	314
Σχήμα 11.69 – Τα αποτελέσματα της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης εναλλακτικών αυτόνομων υβριδικών συστημάτων.....	314

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 – Γεωγραφικά πλάτη για διάφορες πόλεις της χώρας.....	7
Πίνακας 1.2 – Ο αύξων αριθμός της 15ής κάθε μήνα.....	10
Πίνακας 1.3 – Ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο.....	15
Πίνακας 1.4 – Ηλιοφάνεια σε ώρες ανά μήνα για διάφορες περιοχές της χώρας.....	16
Πίνακας 1.5 – Μέση θερμοκρασία αέρα (°C) στη διάρκεια της μέρας, για διάφορες περιοχές της χώρας.....	17
Πίνακας 1.6 – Οι κυριότερες πόλεις κάθε ζώνης.....	18
Πίνακας 1.7 – Συντελεστής ανάκλασης για διάφορα είδη επιφανειών.....	20
Πίνακας 1.8 – Βέλτιστη γωνία κλίσης επιφάνειας, για μέγιστη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας, για κάθε μήνα και όλο το έτος, για διάφορες περιοχές της χώρας.....	22
Πίνακας 1.9 – Η μηνιαία ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένη επιφάνεια στη περιοχή της Πάτρας. (KWh/m <sup>2</sup> ·month).....	23
Πίνακας 2.1 – Απώλειες ηλιακής ενέργειας στο φ/β φαινόμενο.....	35
Πίνακας 2.2 – Αποδόσεις διάφορων τύπων φ/β στοιχείων.....	35
Πίνακας 2.3 – Συντελεστής ρύπανσης του περιβάλλοντος.....	55
Πίνακας 3.4 – Απαιτήσεις διασύνδεσης σύμφωνα και με τις οδηγίες του διαχειριστή δικτύου.....	88
Πίνακας 3.5 – Επιτρεπτά όρια συνιστωσών του ρεύματος και τάσης εξόδου Φ/Β μονάδων ισχύος έως 10kW που συνδέονται στο δίκτυο Χ.Τ. σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61727.....	90
Πίνακας 5.1 – Βαθμοί Beaufort – Προσδιορισμός – Ταχύτητα ανέμου.....	123
Πίνακας 5.2 – Η ονοματολογία των ανέμων.....	124
Πίνακας 8.1 – Περιβαλλοντικός συντελεστής.....	183
Πίνακας 8.2 – Κατασκευαστικός συντελεστής C <sub>2</sub> .....	183
Πίνακας 8.3 – Συντελεστής Περιεχομένων C <sub>3</sub> .....	184
Πίνακας 8.4 – Λειτουργικός συντελεστής C <sub>4</sub> .....	184
Πίνακας 8.5 – Συντελεστής συνεπειών C <sub>5</sub> .....	184
Πίνακας 8.6 – Συντελεστής έγκαιρης σωστικής επέμβασης C <sub>6</sub> .....	184
Πίνακας 8.7 – Επιλογή της στάθμης προστασίας, ανάλογα με την αποτελεσματικότητα ....	185
Πίνακας 8.8 – Στάθμες κεραυνικής προστασίας.....	186
Πίνακας 10.1 – Ενεργειακή Κατανάλωση βασικών οικιακών συσκευών.....	206
Πίνακας 10.2 – Αριθμός βασικών οικιακών συσκευών για οικίες 50m <sup>2</sup> & 200m <sup>2</sup> .....	206
Πίνακας 10.3 – Ενεργειακή Κατανάλωση βασικών οικιακών συσκευών για οικίες 50m <sup>2</sup> & 200m <sup>2</sup> .....	207
Πίνακας 11.1 – Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.....	217
Πίνακας 11.2 – Συνοπτ. φωτοτεχνικά αποτελέσματα των εσωτ. χώρων της κατοικίας.....	220
Πίνακας 11.3 – Συνοπτ. φωτοτεχνικά αποτελέσματα των εξωτερ. χώρων της κατοικίας.....	220
Πίνακας 11.4 – Η λίστα των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τις φωτοτεχνικές μελέτες της κατοικίας.....	221
Πίνακας 11.5 – Συνοπτ. αποτελέσμ. της μελέτης των θερμικών απωλειών της κατοικίας. ...	225
Πίνακας 11.6 – Συνοπτ. αποτελέσμ. της μελέτης των ψυκτικών φορτίων της κατοικίας. ....	228
Πίνακας 11.7 – Η μέση ημερήσια, μηνιαία και ετήσια ενεργ. κατανάλωση της κατοικίας. .	230
Πίνακας 11.8 – Τα ανεμολογικά στοιχεία της περιοχής του Ηρακλείου ανά μήνα.....	235
Πίνακας 11.9 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ηλιακής και διάχυτης ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης, του δείκτη αιθριότητας, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και τη ταχύτητας του ανέμου για την περιοχή του Ηρακλείου.....	255

Πίνακας 11.10 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας, με και χωρίς τη γραμμή του ορίζοντα .....	257
Πίνακας 11.11 – Ο ετήσιος συντελεστής απόδοσης για επιφάνειες με κλίση $0^{\circ} \div 90^{\circ}$ και αζιμούθιο $-180^{\circ} \div 180^{\circ}$ .....	259
Πίνακας 11.12 – Ο μηνιαίος συντελεστής απόδοσης για επιφάνειες με κλίση $0^{\circ} \div 90^{\circ}$ και αζιμούθιο $-180^{\circ} \div 180^{\circ}$ .....	259
Πίνακας 11.13 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο $25^{\circ}$ με προσανατολισμό $0^{\circ}$ .....	260
Πίνακας 11.14 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο $25^{\circ}$ με προσανατολισμό $0^{\circ}$ και οι μηνιαίοι συντελεστές απωλειών σκίασης ορίζοντα και IAM .....	261
Πίνακας 11.15 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο $30^{\circ}$ με προσανατολισμό $0^{\circ}$ και οι μηνιαίοι συντελεστές απωλειών σκίασης ορίζοντα και IAM .....	261
Πίνακας 11.16 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του φ/β δομοστοιχείου Conergy Power Plus 230P .....	262
Πίνακας 11.17 – Βαθμοί απόδοσης εξοπλισμού αυτόνομου υβριδικού συστήματος .....	266
Πίνακας 11.18 – Ο απαιτούμενος αριθμός φ/β πάνελ σύμφωνα με την ετήσια παραγόμενη και ληφθείσα ηλεκτρική ενέργεια.....	266
Πίνακας 11.19 – Ο καταμερισμός της παραγόμενης ενέργειας .....	266
Πίνακας 11.20 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του αντιστροφέα SB 5000TL-20 .....	274
Πίνακας 11.21 – Συνοπτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer .....	310
Πίνακας 11.22 – Συνοπτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer (Εναλλακτ. Αυτόν. Υβριδ. Συστήματα). .....	315

## SUMMARY

Nowadays electricity is undoubtedly the most widespread form of energy worldwide, where the growing demand and the parallel decrease in stocks of fossil fuels (oil, coal, etc.) on which the production relied, raises concern about future affordability of energy needs.

Electricity generation using conventional fuels, not only creates energy insecurity, but jeopardizes, sometimes irremediably, the future assurance of our living standards as well as the environmental balance.

The only way out of the problems of using conventional fuels for electricity production, is the shift to renewable energy sources which are not depleted and do not pollute the environment. The most enticing of them are solar and wind energy. Surely, renewable energy sources cannot solve the global energy problem of humanity, at least with current technological and financial data, however, if their use is combined with the effort to save conventional energy and rational management of existing energy resources, it is possible the energy nightmare of humanity to be removed.

Renewable energy may not be able to solve the total energy needs of humanity, as mentioned above, but may meet the energy needs of a residence, offering complete energy autonomy. This is accomplished by installing a hybrid autonomous power system, in conjunction with the use of domestic electrical appliances and building materials of good energy efficiency. Certainly, the amount of the cost of installing such a hybrid system seems prima facie prohibitive, but if we analyze and compare the long term costs of all aspects of a hybrid system with the existing electricity network, the results are encouraging for those who want to acquire energy autonomy.

In order for someone to decide between energy autonomy with renewable energy sources and energy dependence on conventional sources of energy should carefully consider all the various operational, financial and environmental parameters of the system in time.

In summary, the reasons that someone would think seriously of an installation of autonomous system of electricity production in residence who lives or even more in holiday accommodation are:

- Continuously increasing price of electricity that comes with those extra charges for the transmission and distribution services of general interest, special charges and Hellenic Radio and Television Network.

- The cost of connection to the electricity network, which in the case of remote residence seems astronomical and even surpasses the cost of the hybrid system.

- The potential problems occurring in the national electrical grid in remote areas at peak times and during heavy weather.

- Reducing our energy imprint, namely, reducing the amount of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) which is emitted into the air from our everyday habits.

Considering the above, we will attempt to study and design all the factors governing the establishment of an autonomous energy system in a country house in order to cover all energy needs for the entire year.

**Keywords:** Energy, Renewable Energy, Solar Energy, Solar Radiation, Photovoltaic Technology, Photovoltaic Module, Wind Energy, Wind Turbine, Off Grid System, Solar & Wind Hybrid Home Power System.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην εποχή μας η ηλεκτρική ενέργεια είναι αναμφισβήτητα η πιο γενικευμένη μορφή ενέργειας παγκοσμίως, όπου η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση της με την παράλληλη μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, κλπ), πάνω στα οποία στηρίχθηκε η παραγωγή της, οδηγεί σε προβληματισμό όσον αφορά τη μελλοντική δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση συμβατικών καυσίμων, δεν δημιουργεί μόνο ενεργειακή ανασφάλεια, αλλά θέτει σε κίνδυνο, πολλές φορές ανεπανόρθωτα, την μελλοντική εξασφάλιση του βιοτικού επιπέδου μας και της ισορροπίας του περιβάλλοντος.

Η μόνη διέξοδος από τα προβλήματα της χρήσης συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι η στροφή προς στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες δεν εξαντλούνται και δε ρυπαίνουν, με πιο ελκυστικές αυτές της ηλιακής και η αιολικής ενέργειας.

Βέβαια οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν μπορούν να επιλύσουν το συνολικό ενεργειακό πρόβλημα της ανθρωπότητας, τουλάχιστον με τα σημερινά τεχνολογικά και οικονομικά δεδομένα, αλλά αν η αξιοποίηση τους συνδυαστεί με την προσπάθεια εξοικονόμησης συμβατικών πηγών ενέργειας και με ορθολογική διαχείριση των υφιστάμενων ενεργειακών πόρων, είναι δυνατή η σταδιακή απομάκρυνση του ενεργειακού εφιάλτη της ανθρωπότητας.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να μην είναι ικανές να καλύψουν τις συνολικές ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας, όπως προαναφέραμε, όμως μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες μια κατοικίας, προσφέροντας έτσι πλήρης ενεργειακή αυτονομία. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση ενός υβριδικού αυτόνομου συστήματος παραγωγής ενέργειας, σε συνδυασμό με τη χρήση οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και οικοδομικών υλικών καλής ενεργειακής απόδοσης. Βέβαια το ύψος του κόστους της εγκατάστασης ενός τέτοιου υβριδικού συστήματος φαίνεται εκ πρώτης όψεως απαγορευτικό, όμως αν αναλύσουμε και συγκρίνουμε μακροπρόθεσμα το κόστος όλων των παραμέτρων ενός υβριδικού συστήματος με το υπάρχον δίκτυο της ΔΕΗ, τα αποτελέσματα θα είναι ενθαρρυντικά για εκείνους που σκέφτονται να αποκτήσουν ενεργειακή αυτονομία.

Για να είναι κάποιος σε θέση να αποφασίσει ανάμεσα στην ενεργειακή αυτονομία με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στην ενεργειακή εξάρτηση με συμβατικές πηγές ενέργειας,

θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη όλες τις επιμέρους λειτουργικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους του εκάστοτε συστήματος στη πάροδο του χρόνου.

Συνοπτικά οι λόγοι που θα σκεφτόταν κάποιος σοβαρά την εγκατάσταση ενός αυτόνομου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην κατοικία που ζει ή ακόμη περισσότερο στην εξοχική του κατοικία είναι οι εξής:

- Η συνεχώς αυξανόμενη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που συνοδεύετε επιπλέον με τις αντίστοιχες χρεώσεις για το δίκτυο μεταφοράς και διανομής, τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, τα ειδικά τέλη και την ΕΡΤ.
- Τα έξοδα σύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία στην περίπτωση σύνδεσης απομακρυσμένης κατοικίας φαντάζουν αστρονομικά και ξεπερνούνε ακόμα και το κόστος του υβριδικού συστήματος.
- Τα πιθανά προβλήματα που εμφανίζονται στο εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο σε απομακρυσμένες περιοχές, σε περιόδους αιχμής και κατά τη διάρκεια έντονων καιρικών φαινομένων.
- Η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος μας, δηλαδή η μείωση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που εκλύεται στην ατμόσφαιρα λόγω των καθημερινών μας συνηθειών.

Αναλογιζόμενοι τα παραπάνω, θα γίνει προσπάθεια να μελετηθούν και να σχεδιαστούν όλες οι παράγοντες που διέπουν μια εγκατάσταση ενός αυτόνομου ενεργειακού συστήματος σε μια εξοχική κατοικία, έτσι ώστε να καλύπτονται όλες οι ενεργειακές ανάγκες της, για όλη τη διάρκεια του έτους.

**Λέξεις κλειδιά:** αυτόνομο υβριδικό σύστημα, συνδυασμός ηλιακής και αιολικής ενέργειας, ενεργειακή αυτονομία, φωτοβολταϊκή γεννήτρια, ανεμογεννήτρια.



# 1<sup>Ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ”

### 1.1 Εισαγωγή

Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μια αστείρευτη ενεργειακή πηγή του πλανήτη μας, καθώς ανά πάσα χρονική στιγμή περίπου 171.300 TW ηλιακής ισχύος διασχίζουν τα όρια της γήινης ατμόσφαιρας.

Παράλληλα, η ηλιακή ενέργεια είναι η πλέον αξιοποιήσιμη από τις ήπιες μορφές ενέργειας στον τομέα κάλυψης θερμικών αναγκών, ενώ η αντίστοιχη τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς επιδιώκοντας να καταστεί πλήρως ανταγωνιστική των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Για τη μελέτη και αποδοτική λειτουργία ενός οποιουδήποτε ηλιακού συστήματος είναι απαραίτητη η γνώση της διαδικασίας μέτρησης και υπολογισμού της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας, μέσω του προσδιορισμού της προσπίπτουσας σε μια επιφάνεια ακτινοβολίας συνυπολογίζοντας την κλίση και τον προσανατολισμό αυτής καθώς και τον χρόνο και τον τόπο της μελέτης

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στα στοιχεία εκείνα που είναι απαραίτητα για τη μελέτη των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

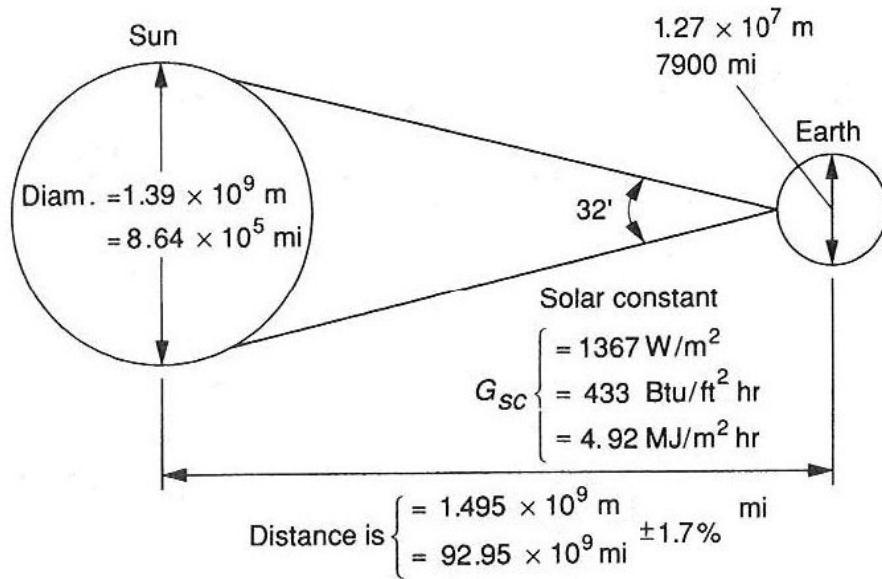
### 1.2 Ηλιακή σταθερά ( $G_{SC}$ )

Ο ήλιος εκπέμπει ενέργεια ακτινοβολίας ισχύος  $E_{sun} = 3,72 \cdot 10^{26}$  W, από την οποία το ένα δισεκατομμυριοστό (περίπου  $1,7 \cdot 10^{17}$  W) φτάνει στη γη. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης, αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό εκείνης που υπάρχει στο ανώτατο όριο της ατμόσφαιρας.

Όταν η γη βρίσκεται στη μέση απόστασή της από τον ήλιο,  $1,495 \cdot 10^6$  Km (1AU) τότε ο ήλιος φαίνεται από τη γη μέσω μιας γωνίας  $32^\circ$ , όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.1. Η συνολική ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην μονάδα του χρόνου σε επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$ , προσανατολισμένη κάθετα στις ακτίνες του ηλίου, έξω από την ατμόσφαιρα της γης όταν αυτή βρίσκεται στη μέση απόσταση από τον ήλιο ονομάζεται ηλιακή σταθερά,  $G_{sc}$ , και ισούται με  $1367 \text{ W/m}^2$ .

Λόγω των διαφορών αποστάσεων μεταξύ γης και ηλίου, ανάλογα με την θέση της περιφοράς στην τροχιά, η τιμή υπόκειται σε διακυμάνσεις  $\pm 3,5\%$ . Το ίδιο συμβαίνει και

λόγω διαταραχών, όπως από ηλιακές κηλίδες, με διακυμάνσεις  $\pm 1,5\%$ . Έτσι τη μέγιστη τιμή της την παίρνει τον Ιανουάριο ενώ την ελάχιστη τον Ιούλιο.



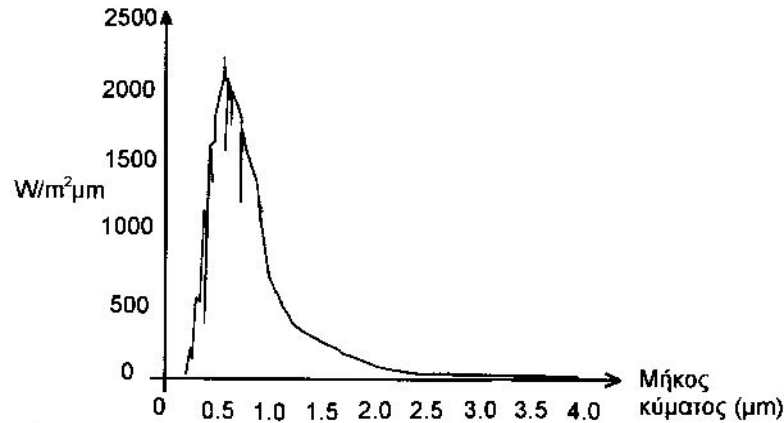
Σχήμα 1.1 – Γεωμετρία ήλιου - γης

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάμετρος της γης είναι 12 36,270 km, και ότι ο ήλιος βλέπει τη γη σαν ένα κύκλο, μια τέτοια τιμή της ηλιακής σταθεράς σημαίνει ότι η επιφάνεια της γης θα έπρεπε να δέχεται ενέργεια ισχύος 171300 TW. Λόγω όμως της εξασθένησης που προκαλεί η ατμόσφαιρα τελικά στην επιφάνεια της γης, στο επίπεδο της θάλασσας, φθάνει μόνο 1 KW/m<sup>2</sup> (στην καλύτερη περίπτωση, συνήθως αρκετά λιγότερο) το οποίο στη διάρκεια του 24ώρου δίνει μια μέση ετήσια ισχύς 126000 TW. Αυτή η ενέργεια τροφοδοτεί και υποστηρίζει τη ζωή πάνω στη γη και διατηρεί το γήινο οικοσύστημα και επιπλέον τροφοδοτεί όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με εξαίρεση τη γεωθερμία και την ενέργεια λόγω παλιροϊκών κυμάτων. Η συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια είναι 10000 φορές μεγαλύτερη από τη συνολική ζήτηση σε ενέργεια σε όλον το πλανήτη, παρά το ότι χαρακτηρίζεται από χαμηλή πυκνότητα και γεωγραφική και χρονική μεταβολή.

### 1.3 Φασματική κατανομή

Εκτός από το ποσό της συνολικής ηλιακής ενέργειας που φθάνει στη γη είναι σημαντικό να γνωρίζουμε και την κατανομή αυτής της ενέργειας ανά μήκος κύματος. Στο σχήμα (1.2) βλέπουμε την τυπική κατανομή φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα όταν η γη βρίσκεται στη μέση απόστασή της από τον ήλιο και η ηλιακή σταθερά έχει την τιμή 1367 W/m<sup>2</sup>. Από το σχήμα προκύπτει ότι το 7% της ακτινοβολίας εμπίπτει στην

υπεριώδη περιοχή ( $\lambda < 0,4 \mu\text{m}$ ), το 47% στην ορατή περιοχή ( $0,4 \mu\text{m} < \lambda < 0,7 \mu\text{m}$ ) και το υπόλοιπο 46% στην υπέρυθη ( $\lambda > 0,7 \mu\text{m}$ ). Η ηλιακή ακτινοβολία που είναι κατάλληλη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από PV βρίσκεται στην περιοχή των  $0,38 - 1,2 \mu\text{m}$ , ενώ η ηλιακή ακτινοβολία που είναι κατάλληλη για θερμικές εφαρμογές βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ  $0,38$  και  $3 \mu\text{m}$ .



Σχήμα 1.2 – Κατανομή φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας στη μέση απόσταση ήλιου-γης

### 1.3.1 Επίδραση της ατμόσφαιρας

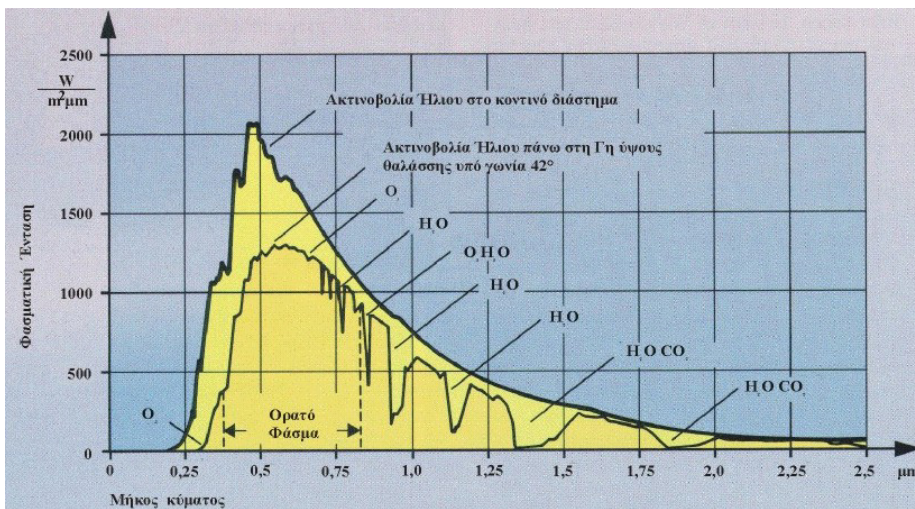
Έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία αντιστοιχεί σε αυτή που θα προερχόταν από την εκπομπή ενός μέλανος σώματος με θερμοκρασία 5762 K.

Υπάρχουν τρεις κύριοι μηχανισμοί οι οποίοι τροποποιούν την ηλιακή ακτινοβολία καθώς αυτή διέρχεται από τη γήινη ατμόσφαιρα: η απορρόφηση, η σκέδαση και η ανάκλαση. Η απορρόφηση περιλαμβάνει μετατροπή της ενέργειας της ακτινοβολίας σε θερμότητα και κατά συνέπεια σε επανεκπομπή της με τη μορφή ακτινοβολίας μεγαλύτερου μήκους κύματος. Η υπεριώδης ακτινοβολία απορροφάται από το όζον και η υπέρυθη από τους υδρατμούς και το CO<sub>2</sub>. Η σκέδαση περιλαμβάνει την εξαρτώμενη από το μήκος κύματος μεταβολή της κατεύθυνσης της ακτινοβολίας λόγω των μορίων αέρα, των υδρατμών και της σκόνης στην ατμόσφαιρα. Καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος του σωματιδίου σε σχέση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Τα μόρια οξυγόνου και αζώτου κυρίως σκεδιάζουν την ακτινοβολία σε πολύ μικρά μήκη κύματος. Αυτός ο μοριακός διασκορπισμός προς όλες τις διευθύνσεις ευθύνεται για το γαλάζιο χρώμα του ουρανού. Η ανάκλαση αφορά τη μη εξαρτώμενη από το μήκος κύματος αλλαγή διεύθυνσης.

Η μικρού κύματος ακτινοβολία απορροφάται στην ιονόσφαιρα από άζωτο, οξυγόνο και άλλα στοιχεία της ατμόσφαιρας. Η απορρόφηση από το οξυγόνο αφορά μια στενή ζώνη περίπου  $\lambda = 0,76 \mu\text{m}$ . Η περισσότερη υπεριώδης ακτινοβολία απορροφάται από το όζον με

σχεδόν πλήρη απορρόφηση για μήκη κύματος μικρότερα των 0.29 $\mu\text{m}$  και σε σημαντικό βαθμό την ακτινοβολία μεταξύ 0.3 – 0.4 $\mu\text{m}$ . Επομένως το στρώμα του όζοντος στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας προστατεύει τα βιολογικά συστήματα της γης από τη βλαβερή για αυτά υπεριώδη ακτινοβολία. Για μήκη κύματος μεγαλύτερα από 2.5 $\mu\text{m}$  υπάρχει ισχυρή απορρόφηση από  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .

Το αποτέλεσμα όλων αυτών των διεργασιών είναι να μεταβάλλεται η κατανομή του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας που τελικά φθάνει στην επιφάνεια της γης. Έτσι η ακτινοβολία που μένει διαθέσιμη για τις εφαρμογές στη γη βρίσκεται μεταξύ 0.29 $\mu\text{m}$  και 2.5 $\mu\text{m}$ . Στο σχήμα (1.3) δίνεται η εξασθένιση της ακτινοβολίας λόγω απορρόφησης στην περιοχή της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας.



Σχήμα 1.3 – Η επίδραση της ατμόσφαιρας στη κατανομή φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας

### 1.3.2 Αέρια μάζα (M ή AM)

Είναι το πηλίκο του οπτικού πάχους της ατμόσφαιρας διαμέσου του οποίου περνά η άμεση ακτινοβολία ως προς το οπτικό πάχος της ατμόσφαιρας όταν ο ήλιος βρίσκεται στο Ζενίθ. Η αέρια μάζα δίνεται από τη σχέση:

$$M = \frac{1}{\cos(\theta_z)} \quad (1.1)$$

Η σχέση είναι ακριβής για  $0^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$  και στο επίπεδο της θάλασσας.

Ως AM0 ορίζεται το κλάσμα μάζας στο διάστημα έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα. Ως AM1 ορίζεται το κλάσμα μάζας που αντιστοιχεί σε γωνία ζενίθ 0 μοιρών, όταν δηλαδή ο ήλιος είναι κάθετα πάνω από έναν τόπο και AM1.5 είναι μια τυπική τιμή του κλάσματος

μάζας αέρα στην επιφάνεια της γης μια καθαρή μέρα και χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των ηλιακών συλλεκτών.

## 1.4 Άμεση, διάχυτη και ολική ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης, χωρίζεται σε άμεση και διάχυτη, ενώ το άθροισμα αυτών είναι η ολική ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία συμβολίζεται με 'G' σε ( $W/m^2$ ) όταν έχουμε στιγμιαία ένταση. Αντίστοιχα με 'I' σε ( $J/m^2$ ) περιγράφεται η ωριαία ποσότητα ηλιακής ενέργειας, ενώ με 'H' σε ( $J/m^2$ ) συμβολίζεται η ημερήσια ή μηνιαία ηλιακή ενέργεια.

### 1.4.1 Άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Είναι η ακτινοβολία που φτάνει κατ' ευθείαν στην επιφάνεια της γης χωρίς σκέδαση κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα και συμβολίζεται με το δείκτη "b".

Από αυτό φαίνεται ότι η ακτινοβολία έχει κάποια διεύθυνση με την οποία προσπίπτει στις επιφάνειες και αυτό σημαίνει ότι αυτές θα πρέπει να προσανατολίζονται κατάλληλα για να δεχθούν το μεγαλύτερο μέρος της.

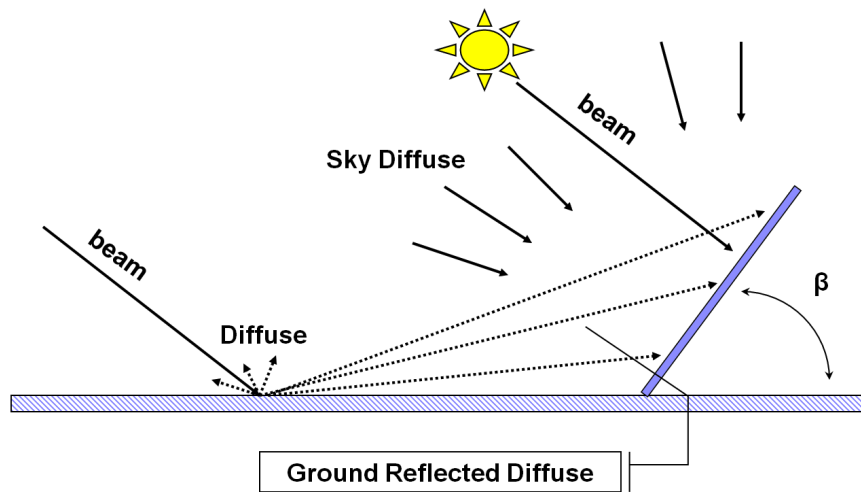
Η αριθμητική τιμή της άμεσης ακτινοβολίας εξαρτάται από την απόσταση ηλίου γης, την ηλιακή απόκλιση 'δ', το ηλιακό ύψος 'α', το γεωγραφικό πλάτος  $\varphi$ , το υψόμετρο του τόπου 'z', την κλίση του εδάφους καθώς και την απορρόφηση και διάχυση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα.

### 1.4.2 Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία

Είναι η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης αφού έχει αλλάξει η διεύθυνση της λόγω ανάκλασης ή σκέδασης μέσα στην ατμόσφαιρα. Το τμήμα αυτό της διάχυτης ακτινοβολίας συμβολίζεται με δείκτη 's', π.χ.  $I_s$  σε ( $J/m^2$ ). Το υπόλοιπο της διάχυτης ακτινοβολίας προέρχεται από ανάκλαση στην επιφάνεια της γης και συμβολίζεται με δείκτη 'r', π.χ.  $I_r$  σε ( $J/m^2$ ). Η συνολική διάχυτη ακτινοβολία, είναι το άθροισμα των επιμέρους 'I<sub>s</sub>' και 'I<sub>r</sub>' και περιγράφεται με δείκτη 'd', π.χ.  $G_d$  ή  $I_d$ .

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος, το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία των σωματιδίων και αερίων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Από αυτό φαίνεται ότι η διάχυτη ακτινοβολία δεν έχει κάποια διεύθυνση με την οποία προσπίπτει στις επιφάνειες. (Για περιοχές εκτός ατμόσφαιρας δεν μπορεί να γίνεται λόγος για διάχυτη ακτινοβολία).



Σχήμα 1.4 – Άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία

### 1.4.3 Ολική ηλιακή ακτινοβολία

Είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια και συμβολίζεται με 'G' ή 'I' ή 'H'.

Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια, τις ηλιόλουστες ημέρες, είναι πολύ μεγαλύτερη της διάχυτης. Αντίθετα τις ημέρες με νέφωση η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια είναι η διάχυτη.

Είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει μια ηλιακή ακτίνα μέσα στην ατμόσφαιρα τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης. Αντίστοιχα όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της.

Σε ένα ηλιακό ενεργειακό σύστημα, γενικά, λαμβάνουμε υπόψη μας την ολική ακτινοβολία.

## 1.5 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού ηλιακής ακτινοβολίας

### 1.5.1 Γωνία γεωγραφικού πλάτους ( $\varphi$ ) - Γεωγραφικό μήκος (L)

Γωνία γεωγραφικού πλάτους,  $\varphi$ , ενός σημείου πάνω στη γη ονομάζεται η γωνία του τόξου του μεσημβρινού που περικλείεται μεταξύ του ισημερινού και του παράλληλου του

τόπου αυτού. Θεωρείται θετική για το βόρειο ημισφαίριο και αρνητική για το νότιο ημισφαίριο.

Αντίστοιχα ορίζεται και το γεωγραφικό μήκος (L), το οποίο είναι η γωνία του τόξου του ισημερινού που περιλαμβάνεται μεταξύ του πρώτου μεσημβρινού (Greenwich) με τον μεσημβρινό του τόπου αυτού.

**Πίνακας 1.1 – Γεωγραφικά πλάτη για διάφορες πόλεις της χώρας**

A/A	ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	A/A	ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ
1	ΑΘΗΝΑ	37° 58'	18	ΜΕΘΩΝΗ	36° 50'
2	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	38° 23'	19	ΜΗΛΟΣ	36° 44'
3	ΑΡΑΞΟΣ	38° 10'	20	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	39° 04'
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	38° 10'	21	ΝΑΞΟΣ	37° 06'
5	ΑΡΤΑ	39° 08'	22	ΠΑΡΟΣ	36° 05'
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	35° 29'	23	ΠΑΤΡΑ	38° 15'
7	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	40° 33'	24	ΠΥΡΓΟΣ	37° 42'
8	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	35° 00'	25	ΡΕΘΥΜΝΟ	35° 22'
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	39° 42'	26	ΡΟΔΟΣ	36° 23'
10	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	37° 04'	27	ΣΑΜΟΣ	37° 44'
11	ΚΕΡΚΥΡΑ	39° 37'	28	ΣΕΡΡΕΣ	41° 04'
12	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	41° 07'	29	ΣΗΤΕΙΑ	35° 12'
13	ΚΟΝΙΤΣΑ	40° 03'	30	ΣΚΥΡΟΣ	38° 54'
14	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	37° 56'	31	ΣΟΥΔΑ	35° 43'
15	ΚΥΘΗΡΑ	36° 09'	32	ΣΥΡΟΣ	37° 27'
16	ΛΑΜΙΑ	38° 54'	33	ΤΥΜΠΑΚΙΟ	35° 00'
17	ΛΑΡΙΣΑ	39° 38'	34	ΧΑΝΙΑ	35° 30'
36	ΛΗΜΝΟΣ	39° 55'	35	ΧΙΟΣ	38° 22'

### 1.5.2 Γωνία ηλιακής ώρας ( $\omega$ )

Γωνία ηλιακής ώρας ( $\omega$ ) ονομάζεται η γωνία που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει τον ήλιο με τη γη στη δεδομένη χρονική στιγμή και στην ευθεία που ενώνει τον ήλιο με τη γη κατά το ηλιακό μεσημέρι ή αλλιώς η γωνία κατά την οποία η γη έχει περιστραφεί από το ηλιακό μεσημέρι και δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\omega = (15^\circ) \times (t_{solar} - 12h) \quad (1.2)$$

Προκειμένου να σχολιασθεί η παραπάνω εξίσωση θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι η γη πραγματοποιεί μια πλήρη περιστροφή 360° σε 24h που σημαίνει ότι σε κάθε ώρα περιστρέφεται κατά 15°. Στην παραπάνω εξίσωση  $t_{solar}$  είναι η τοπική ηλιακή ώρα, η οποία δεν ταυτίζεται με την τοπική ωρολογιακή ώρα,  $t_{zone}$ , η οποία είναι η συμβατική ώρα που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη περιοχή.

Η τιμή της γωνίας  $\omega$ , το μεσημέρι είναι 0. Για τις ώρες πριν το ηλιακό μεσημέρι η γωνία  $\omega$  παίρνει αρνητικές τιμές ενώ αντίθετα για τις απογευματινές ώρες, παίρνει θετικές τιμές. Για παράδειγμα, στις 11:00 έχουμε  $\omega = -15^\circ$ , ενώ στις 13:00 έχουμε  $\omega = +15^\circ$ .

### 1.5.3 Αληθής ηλιακός χρόνος

Ο αληθής ηλιακός χρόνος διαφέρει από τον τοπικό ωρολογιακό χρόνο, το χρόνο δηλαδή στον οποίο είναι συντονισμένα τα ρολόγια σε μια περιοχή. Ο τελευταίος καθορίζεται ως ο ηλιακός χρόνος του μεσημβρινού που χαρακτηρίζει την περιοχή. Η γη είναι χωρισμένη σε 24 μεσημβρινούς οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους κατά γεωγραφικό μήκος  $15^\circ$ . Η αληθής ηλιακή ώρα κάθε μεσημβρινού καθορίζει και την τοπική ωρολογιακή ώρα την οποία κατά συνθήκη ακολουθούν και όλες οι περιοχές που βρίσκονται σε μια λωρίδα που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο μεσημβρινό και εκτείνεται σε γεωγραφικά μήκη περίπου  $\pm 7,50^\circ$  από το μεσημβρινό αυτό. Σημειώνεται ότι αυτός ο γενικός κανόνας των  $\pm 7,50^\circ$  συχνά καταστρατηγείται προκειμένου όλες οι περιοχές μιας χώρας να έχουν κατά το δυνατό την ίδια ωρολογιακή ώρα.

Για την Ελλάδα η τοπική ωρολογιακή ώρα καθορίζεται από το μεσημβρινό που έχει γεωγραφικό μήκος  $30^\circ$ . Η ακόλουθη εξίσωση χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο αληθής ηλιακός χρόνος από τον τοπικό ωρολογιακό χρόνο και εξαρτάται από τον τοπικό χρόνο  $t_{zone}$ , το μεσημβρινό στον οποίο αναφέρεται η τοπική ώρα  $L_{sc}$ , τον τοπικό μεσημβρινό και τη διορθωτική εξίσωση του χρόνου  $E_t$ , η οποία λαμβάνει υπόψη της ότι η πλήρης περιστροφή της γης δεν πραγματοποιείται ακριβώς σε 24 ώρες, εξαρτώμενη από την εποχή του έτους.

$$t_{solar} = t_{zone} + E_t \pm 4 \times (L_{st} - L_{loc}) \quad (1.3)$$

$$E_t = 9.87 \times \sin(2 \times B) - 7.53 \times \cos(B) - 1.5 \times \sin(B) \quad (1.4)$$

$$B = (n - 81) \times \frac{360}{364} \quad (1.5)$$

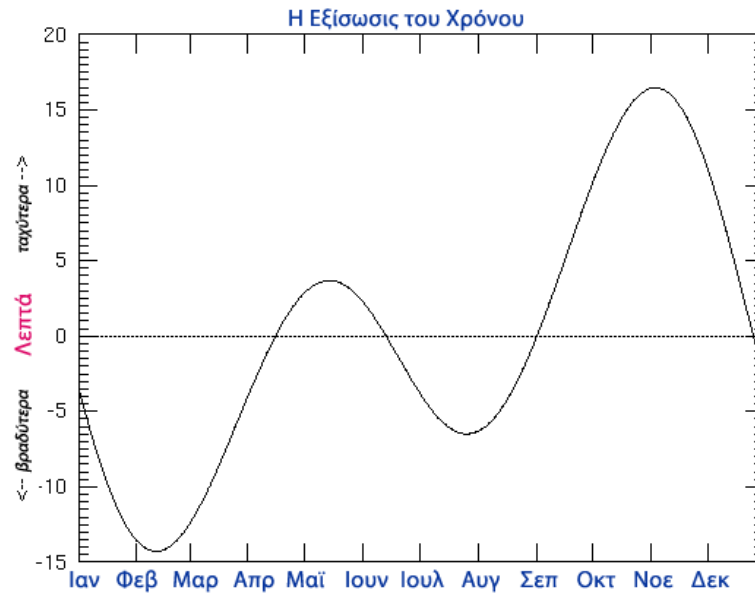
$L_{st}$  : γεωγραφικό μήκος του μεσημβρινού από τον οποίο καθορίζεται ο τοπικός ωρολογιακός χρόνος

$L_{loc}$  : γεωγραφικό μήκος του τόπου

$n$  : Ο αύξων αριθμός της αντίστοιχης ημέρας του έτους (π.χ. για τις 20 Οκτώβρη έχουμε  $n = 293$ )



Η επιλογή + ή - έχει να κάνει με το ημισφαίριο στο οποίο βρισκόμαστε. Αν βρισκόμαστε στο δυτικό ημισφαίριο τότε ισχύει το (+), αν βρισκόμαστε στο Ανατολικό ημισφαίριο, όπως εμείς, ισχύει το (-).



Σχήμα 1.5 – Η εξίσωσις του χρόνου

#### 1.5.4 Απόκλιση του ηλίου ή ηλιακή απόκλιση ( $\delta$ )

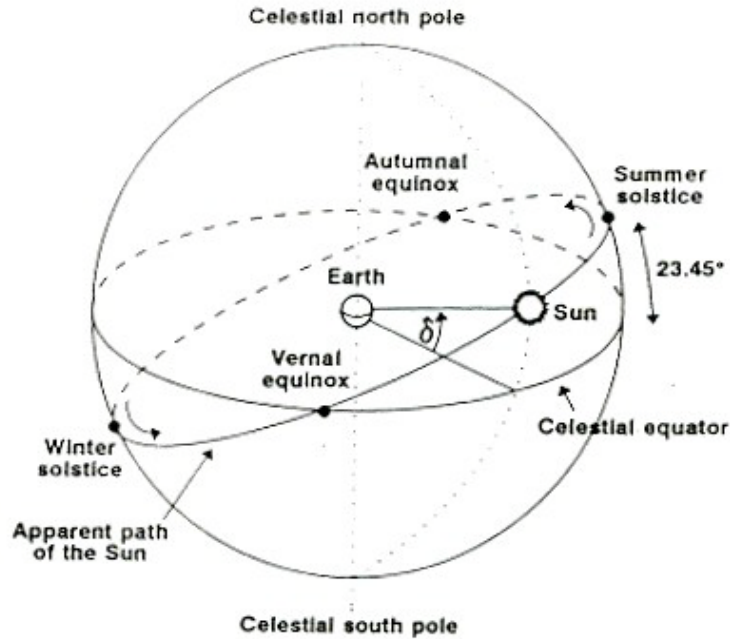
Απόκλιση ( $\delta$ ) είναι η γωνιακή θέση του ηλίου κατά την ηλιακή μεσημβρία σε σχέση με το επίπεδο του ισημερινού. Οι τιμές που παίρνει είναι  $-23,45^\circ \leq \delta \leq 23,45^\circ$ . Αυτή η γωνία και όχι η ελλειπτική τροχιά είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο των εποχών. Συγκεκριμένα το βόρειο ημισφαίριο βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση από τον ήλιο όταν έχουμε χειμώνα. Ο υπολογισμός της ηλιακής απόκλισης βασίζεται στην ανάλυση “Cooper”:

$$\delta = 23,45 \times \sin\left(\frac{360 \times (284 + n)}{365}\right) \quad (1.6)$$

$n$  : Ο αύξων αριθμός της αντίστοιχης ημέρας του έτους (π.χ. για τις 20 Οκτώβρη έχουμε  $n = 293$ )

$\delta$  : Η ηλιακή απόκλιση

Η ηλιακή απόκλιση είναι  $0^\circ$  στις δύο ισημερίες (21 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου) ενώ παίρνει τη μέγιστη (ελάχιστη) τιμή της  $23^\circ 27'$  και  $-23^\circ 27'$  στο θερινό (22 Ιουνίου) και στο χειμερινό ηλιοστάσιο αντίστοιχα (22 Δεκεμβρίου).



Σχήμα 1.6 – Ουράνια σφαίρα με τη φαινόμενη ετήσια κίνηση του ήλιου

Πίνακας 1.2 – Ο αύξων αριθμός της 15ής κάθε μήνα.

A/A	ΜΗΝΑΣ	ΑΥΞΩΝ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΗΣ 15ης ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ (v)
1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	15
2	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	46
3	ΜΑΡΤΙΟΣ	74
4	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	105
5	ΜΑΙΟΣ	135
6	ΙΟΥΝΙΟΣ	166
7	ΙΟΥΛΙΟΣ	196
8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	227
9	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	258
10	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	288
11	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	319
12	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	349

### 1.5.5 Γωνία ηλιακού ζενίθ ( $\theta_z$ )

Γωνία ηλιακού ζενίθ ( $\theta_z$ ) ονομάζεται η γωνία που σχηματίζεται από την κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο σε ένα σημείο και την ευθεία που ενώνει το σημείο αυτό με τον ήλιο κατά το ηλιακό μεσημέρι.

Για μια δεδομένη περιοχή γεωγραφικού πλάτους  $\varphi$ , η ζενίθια γωνία  $\theta_z$  για οριζόντια επιφάνεια υπολογίζεται:

$$\cos(\theta_z) = \sin(\delta) \times \sin(\varphi) + \cos(\delta) \times \cos(\varphi) \times \cos(\omega) \quad (1.7)$$

Για την περίπτωση επιφάνειας η οποία έχει κλίση  $\beta$  και αζιμούθιο μηδέν (νότιος προσανατολισμός) η ζενίθια γωνία  $\theta_z$  είναι:

$$\cos(\theta_z) = \sin(\delta) \times \sin(\varphi - \beta) + \cos(\delta) \times \cos(\varphi - \beta) \times \cos(\omega) \quad (1.8)$$

### 1.5.6 Γωνία ηλιακού ύψους ( $\alpha_s$ )

Γωνία ηλιακού ύψους ( $\alpha_s$ ) ονομάζεται η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο και την ευθεία που ενώνει τον ήλιο με το σημείο του οριζώντιου επιπέδου στο οποίο αναφερόμαστε. Είναι η συμπληρωματική της γωνίας ζενίθ  $\theta_z$ .

### 1.5.7 Γωνία ηλιακού αζιμούθιου ( $\gamma_s$ ) - Αζιμούθια γωνία επιφανείας ( $\gamma$ )

Γωνία ηλιακού αζιμούθιου ( $\gamma_s$ ) ονομάζεται η γωνία που σχηματίζεται από την προβολή της ευθείας που ενώνει τον ήλιο με τη γη στο οριζόντιο επίπεδο και του νότιου προσανατολισμού. Οι γωνίες ανατολικά θεωρούνται αρνητικές και δυτικά θετικές.

Αζιμούθια γωνία επιφανείας ( $\gamma$ ) ονομάζεται η απόκλιση που παρουσιάζει προβολή της κάθετου που άγεται από τον τοπικό μεσημβρινό σε ένα οριζόντιο επίπεδο.

Η γωνία  $\gamma$  είναι 0° για κατεύθυνση του επιπέδου προς το νότο, αρνητική ανατολικά και θετική δυτικά. Στα ηλιακά συστήματα η ενεργός επιφάνειά τους είναι στραμμένη προς το νότο, άρα έχουμε  $\gamma = 0^\circ$ .

### 1.5.8 Κλίση επιφανείας ( $\beta$ )

Κλίση ( $\beta$ ) μιας επιφάνειας είναι η γωνία μεταξύ της επιφάνειας και του οριζοντίου επιπέδου ( $0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$ ).

### 1.5.9 Γωνία πρόσπτωσης ( $\theta$ )

Είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην άμεση ακτινοβολία σε ένα επίπεδο και την κάθετη στο επίπεδο.

Η σχέση που συνδέει τη γωνία πρόσπτωσης της άμεσου ακτινοβολίας ( $\theta$ ) με τις άλλες προαναφερθείσες γωνίες είναι:

$$\cos(\theta) = \left[ \begin{array}{l} \sin(\delta) \times \sin(\varphi) \times \cos(\beta) - \sin(\delta) \times \cos(\varphi) \times \sin(\beta) \times \cos(\gamma) \\ + \cos(\delta) \times \cos(\varphi) \times \cos(\beta) \times \cos(\omega) + \cos(\delta) \times \sin(\beta) \times \sin(\gamma) \times \sin(\omega) \\ + \cos(\delta) \times \sin(\varphi) \times \sin(\beta) \times \cos(\gamma) \times \cos(\omega) \end{array} \right] \quad (1.9)$$

Για οριζόντιες επιφάνειες ( $\beta = 0^\circ$ ) η Σχέση (1.9) γίνεται:

$$\cos(\theta) = \cos(\delta) \times \cos(\varphi) \times \cos(\omega) + \sin(\delta) \times \sin(\varphi) \quad (1.10)$$

### 1.5.10 Ωριαία γωνία δύσης ( $\omega_s$ )

Ωριαία γωνία δύσης η ανατολής του ηλίου  $\omega_{ss}$  ή  $\omega_{sr}$ , αντίστοιχα καλείται η ωριαία γωνία  $\omega$  όταν το ύψος του ήλιου είναι  $\alpha=0$  ή όταν η ζενίθια γωνία είναι  $\theta_z=90^\circ$ .

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \times \tan(\delta)) \quad (1.11)$$

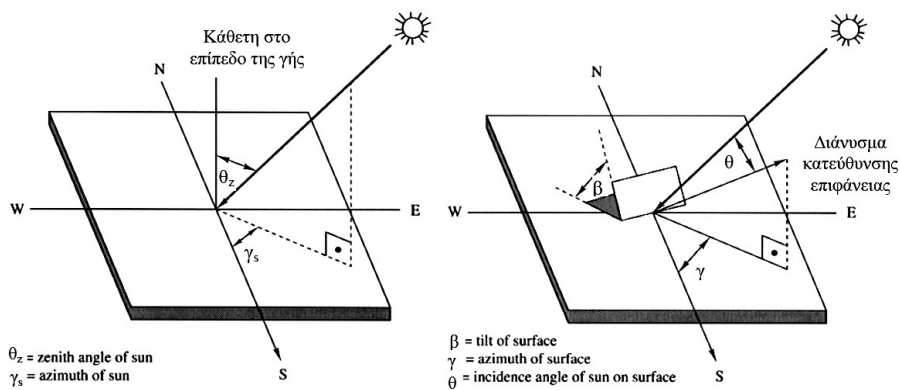
Ωριαία γωνία δύσης ή ανατολής ηλίου  $\omega'_s$  για ένα κεκλιμένο επίπεδο, καλείται η ωριαία γωνία  $\omega$  κατά την οποία ο ήλιος δύει η ανατέλλει για το επίπεδο αυτό, όταν το θεωρήσουμε ως εκτεινόντα απέραντα και είναι η μικρότερη των ακολούθων δύο μεγεθών: α) της ωριαίας γωνίας δύσης-ανατολής  $\omega_s$  για το οριζόντιο επίπεδο και β) της γωνίας  $\omega'_s$ :

$$\omega'_s = \min \left\{ \omega_s, \cos^{-1}(-\tan(\varphi - \beta) \times \tan(\delta)) \right\} \quad (1.12)$$

Ο ημερήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας  $N_s$  για τελείως ανέφελο ουρανό προκύπτει ότι είναι:

$$N_s = \frac{2 \times \omega_s}{15} \quad (1.13)$$

$N_s$  : Ο ημερήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας για τελείως ανέφελο ουρανό



Σχήμα 1.7 – Γεωμετρικές παράμετροι θέσης ήλιου – κεκλιμένης επιφάνειας

## 1.6 Ηλιακή ακτινοβολία στο όριο της ατμόσφαιρας

Για να υπολογίσουμε ακριβώς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας εκτός της γήινης ατμόσφαιρας σε συγκεκριμένη μέρα το  $n$  χρόνο  $n$  θα έπρεπε να λάβουμε υπόψη μας τη μεταβολή της μεταξύ τους απόστασης. Παρατίθενται δύο σχέσεις που συνδέουν την τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας σε επίπεδο κάθετο στην κατεύθυνση της στα όρια της ατμόσφαιρας:

$$G_o = G_{sc} \times E_o \quad (\text{Spencer } 1971) \quad (1.14)$$

$$E_o = 1 + 0.033 \times \cos\left(\frac{360 \times n}{365}\right) \quad (1.15)$$

Για μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιούμε την παρακάτω εξίσωση:

$$G_o = G_{sc} \left( \begin{array}{l} 1.000110 + 0.034221 \times \cos(B) + 0.001280 \times \sin(B) \\ + 0.000719 \times \cos(2B) + 0.000077 \times \sin(2B) \end{array} \right) \quad (\text{Iqbal } -1983) \quad (1.16)$$

$n$  : ο αύξων αριθμός της εξεταζόμενης μέρας ξεκινώντας από την αρχή του έτους

$B$  : μια βοηθητική μεταβλητή που δίνεται από τη σχέση:

$$B = (n-1) \times \frac{360}{365} \quad (1.17)$$

Η αντίστοιχη εξίσωση ηλιακής ακτινοβολίας  $G_o$  σε  $W/m^2$  για μια οριζόντια επιφάνεια στα όρια της ατμόσφαιρας είναι:

$$G_o = G_{sc} \times E_o \times \cos(\theta_z) \quad (1.18)$$

Θεωρητικά, είναι δυνατόν να υπολογίσουμε την ακτινοβολία (και συνεπώς την ενέργεια) ανά μονάδα επιφανείας που προσπίπτει σε ένα οριζόντιο επίπεδο, κατά την διάρκεια μιας μέρας, στα όρια της ατμόσφαιρας. Αυτό γίνεται με την βοήθεια της σχέσης, όπου  $H_o$  : ( $KWh/ m^2 \cdot day$ ):

$$H_o = \left(\frac{24}{\pi}\right) \times G_{sc} \times E_o \times \left[ \cos(\varphi) \times \cos(\delta) \times \sin(\omega_s) + \left(\frac{\pi \times \omega_s}{180} - \sin(\varphi)\right) \times \sin(\delta) \right] \quad (1.19)$$

Για τον υπολογισμό της μηνιαίας ενέργειας ( $H_{0m}$ ) που προσπίπτει στο επίπεδο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη Σχέση (1.19) για την 15 του μήνα και το αποτέλεσμα να

το πολλαπλασιάσουμε με τις μέρες ( $d_{0m}$ ) του αντίστοιχου μήνα. Έτσι έχουμε την μηνιαία ενέργεια  $H_{0m}$  ( $\text{KWh/m}^2 \cdot \text{mo}$ ) που προσπίπτει στο επίπεδο.

$$H_{0m} = H_0 \times d_{0m} \quad (1.20)$$

## 1.7 Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης

Ο μακροχρόνιος υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης, είναι από δύσκολος έως και αδύνατος. Η δυσκολία αυτή οφείλεται κυρίως στα διάφορα μετεωρολογικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα. Έτσι είμαστε υποχρεωμένοι για τον υπολογισμό των ηλιακών συστημάτων, να χρησιμοποιήσουμε πίνακες ηλιακής ακτινοβολίας που βασίζονται σε μακροχρόνιες μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών.

Συνήθως οι διάφοροι μετεωρολογικοί σταθμοί μετρούν την ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο. Με τα στοιχεία αυτά εν συνεχεία υπολογίζεται η ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο.

### 1.7.1 Πίνακες στοιχείων

Στον Πίνακα 1.3 δίνονται στοιχεία για την ολική ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης, σε οριζόντιο επίπεδο και για διάφορες περιοχές της χώρας σε κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο και μήνα ( $\text{KWh/m}^2 \cdot \text{mo}$ ). Στον Πίνακα 1.4 δίνονται στοιχεία για την ηλιοφάνεια σε ώρες ανά μήνα για διάφορες περιοχές της χώρας και στον Πίνακα 1.5 δίνονται στοιχεία για τη μέση θερμοκρασία αέρα ( $^{\circ}\text{C}$ ) στη διάρκεια της μέρας, για διάφορες περιοχές της χώρας.

**Πίνακας 1.3 – Ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης (KWh/m<sup>2</sup> · mo) για διάφορες περιοχές της χώρας.**

Α/Α	ΠΟΛΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο.	ΣΥΝΟΛΟ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	ΑΘΗΝΑ	58	74	110	147	190	204	219	202	149	104	70	54	132	1581
2	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	48	64	102	139	182	197	205	210	138	91	61	47	124	1484
3	ΑΡΑΞΟΣ	59	71	111	143	181	189	207	195	147	103	68	52	127	1526
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	61	72	111	137	190	207	217	198	146	102	67	52	130	1560
5	ΑΡΤΑ	60	68	109	130	178	193	208	192	141	100	65	52	125	1496
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	59	75	110	151	196	214	226	205	157	105	75	58	136	1631
7	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	49	64	96	135	174	186	205	178	131	87	55	44	117	1404
8	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	72	85	127	155	195	216	227	211	164	120	87	69	144	1728
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	48	59	95	124	165	177	196	177	127	91	56	42	113	1357
10	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	66	76	116	135	192	209	217	198	149	106	75	55	133	1594
11	ΚΕΡΚΥΡΑ	54	65	103	137	178	201	217	193	140	97	60	48	124	1493
12	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	50	61	92	128	165	183	194	177	130	91	55	45	114	1371
13	ΚΟΝΙΤΣΑ	52	61	100	118	163	174	193	176	126	89	59	49	113	1360
14	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	54	69	110	139	185	199	208	194	145	101	69	54	127	1527
15	ΚΥΘΗΡΑ	67	77	114	143	190	212	218	200	153	109	74	59	135	1616
16	ΛΑΜΙΑ	51	62	105	137	180	198	204	187	135	92	63	52	122	1466
17	ΛΑΡΙΣΑ	47	62	100	138	179	189	202	186	135	91	61	44	120	1434
18	ΛΗΜΝΟΣ	45	62	101	140	184	200	206	192	142	96	58	44	123	1470
19	ΜΕΘΩΝΗ	59	73	113	136	186	202	213	194	147	107	73	55	130	1558
20	ΜΗΛΟΣ	53	60	107	159	200	227	241	220	168	102	72	49	138	1658
21	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	51	65	102	138	189	207	222	200	150	101	64	49	128	1538
22	ΝΑΞΟΣ	54	69	107	142	183	199	207	192	150	105	70	54	128	1532
23	ΠΑΡΟΣ	58	75	114	151	198	216	223	202	155	108	72	56	136	1628
24	ΠΑΤΡΑ	53	67	113	129	177	199	203	185	141	99	62	51	123	1479
25	ΠΥΡΓΟΣ	64	73	117	138	191	206	216	198	149	106	74	59	133	1591
26	ΡΕΘΥΜΝΟ	59	76	106	145	194	206	222	203	149	95	76	56	132	1587
27	ΡΟΔΟΣ	64	77	122	155	196	214	227	211	166	117	79	61	141	1689
28	ΣΑΜΟΣ	60	74	111	144	188	210	221	202	158	111	72	54	134	1605
29	ΣΕΡΡΕΣ	47	60	97	130	170	185	196	178	129	87	56	45	115	1380
30	ΣΗΤΕΙΑ	60	75	115	149	195	212	224	202	156	107	77	58	136	1630
31	ΣΚΥΡΟΣ	45	61	95	139	187	205	215	194	142	93	59	45	123	1480
32	ΣΟΥΔΑ	59	75	112	149	196	206	221	208	156	102	74	57	135	1615
33	ΣΥΡΟΣ	56	75	109	154	198	208	226	204	155	112	70	55	135	1622
34	ΤΥΜΠΑΚΙΟ	69	83	128	152	193	213	223	213	162	118	83	66	142	1703
35	ΧΑΝΙΑ	59	75	112	149	196	215	229	210	154	101	74	56	136	1630
36	ΧΙΟΣ	53	67	108	144	195	214	226	205	155	107	67	52	133	1593

Πίνακας 1.4 – Ηλιοφάνεια σε ώρες ανά μήνα για διάφορες περιοχές της χώρας

Α/Α	ΠΟΛΕΙΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΣΥΝΟΛΟ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	ΑΘΗΝΑ	123	139	180	233	303	335	373	357	277	211	162	127	2820
2	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	86	109	159	212	286	317	337	379	246	171	128	97	2527
3	ΑΡΑΞΟΣ	129	132	186	222	283	298	344	339	271	208	155	121	2688
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	138	133	184	207	303	341	367	347	269	204	153	120	2766
5	ΑΡΤΑ	145	128	183	193	277	308	348	337	259	204	150	127	2659
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	109	128	170	235	314	353	385	357	285	197	162	121	2816
7	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	106	121	153	209	269	293	342	306	239	171	120	101	2430
8	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	157	162	214	244	309	359	386	370	302	239	202	165	3109
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	94	98	146	177	244	269	320	299	223	179	117	87	2253
10	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	149	143	194	199	308	344	366	344	272	210	176	122	2827
11	ΚΕΡΚΥΡΑ	120	119	168	212	278	330	372	341	257	199	135	112	2643
12	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	113	111	143	192	248	287	317	304	237	186	124	110	2372
13	ΚΟΝΙΤΣΑ	117	105	161	163	242	263	312	299	220	173	136	123	2314
14	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	109	124	180	211	292	322	344	335	263	199	157	124	2660
15	ΚΥΘΗΡΑ	146	139	185	215	300	350	365	345	278	213	165	131	2832
16	ΛΑΜΙΑ	104	106	170	210	281	321	336	321	242	175	143	124	2533
17	ΛΑΡΙΣΑ	89	110	159	213	280	300	333	323	244	176	141	96	2464
18	ΔΗΜΝΟΣ	82	111	162	222	294	327	345	338	265	198	128	95	2567
19	ΜΕΘΩΝΗ	121	129	184	200	291	326	354	332	265	211	165	120	2698
20	ΜΗΛΟΣ	94	88	167	260	327	389	424	399	321	195	162	96	2922
21	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	103	116	161	213	305	344	383	357	285	207	147	111	2732
22	ΝΑΞΟΣ	101	118	168	216	286	320	341	327	274	206	156	118	2631
23	ΠΑΡΟΣ	111	135	183	237	320	360	378	350	282	212	154	120	2842
24	ΠΑΤΡΑ	105	117	191	186	272	323	334	314	254	194	132	117	2539
25	ΠΥΡΓΟΣ	148	137	199	207	306	339	365	345	275	215	177	147	2860
26	ΡΕΘΥΜΝΟ	111	132	157	218	309	335	373	350	264	166	166	113	2694
27	ΡΟΔΟΣ	136	142	206	247	315	356	387	373	314	240	184	142	3042
28	ΣΑΜΟΣ	129	139	183	225	299	349	378	356	301	231	168	122	2880
29	ΣΕΡΡΕΣ	102	108	158	199	260	293	321	308	236	173	128	111	2397
30	ΣΗΤΕΙΑ	113	129	183	229	309	349	378	348	283	200	166	119	2806
31	ΣΚΥΡΟΣ	77	101	140	214	300	338	364	342	261	181	124	93	2535
32	ΣΟΥΔΑ	113	132	177	230	313	336	372	366	284	187	162	121	2793
33	ΣΥΡΟΣ	111	142	175	249	322	342	387	362	290	231	157	128	2896
34	ΤΥΜΠΑΚΙΟ	146	152	218	235	305	352	377	374	296	236	187	151	3029
35	ΧΑΝΙΑ	112	129	174	229	314	358	392	368	276	184	158	115	2809
36	ΧΙΟΣ	108	120	176	225	319	359	391	367	294	223	154	119	2855



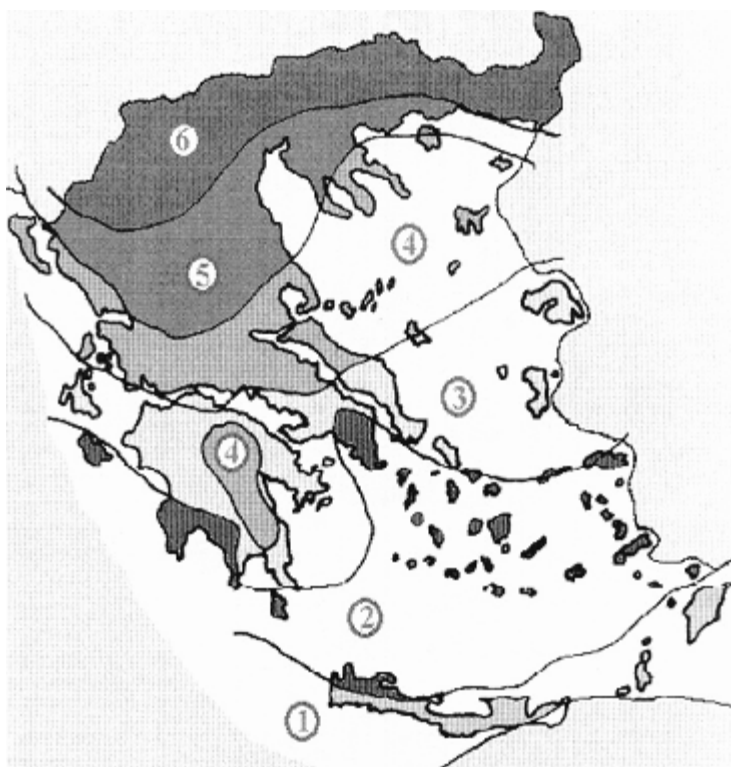
**Πίνακας 1.5 – Μέση θερμοκρασία αέρα (°C) στη διάρκεια της μέρας, για διάφορες περιοχές της χώρας.**

A/A	ΠΟΛΕΙΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ΑΘΗΝΑ	11	12	13	17	22	27	29	30	25	20	16	13
2	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	7	10	11	16	21	26	27	27	23	18	13	9
3	ΑΡΑΞΟΣ	11	12	13	17	21	26	28	29	25	21	16	13
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	12	13	14	17	21	25	28	28	25	21	17	14
5	ΑΡΤΑ	10	11	14	17	22	26	29	29	25	21	16	12
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	13	14	15	18	21	25	27	27	25	21	18	16
7	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	6	8	11	16	21	26	28	28	24	18	13	8
8	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	14	14	16	18	22	27	30	29	26	23	19	16
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	7	8	10	15	19	24	27	27	23	17	12	8
10	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	13	13	15	18	21	26	28	29	26	22	18	14
11	ΚΕΡΚΥΡΑ	11	12	13	17	21	25	28	28	24	20	16	12
12	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	6	7	10	15	20	25	28	27	23	17	12	9
13	ΚΟΝΙΤΣΑ	7	8	10	14	16	23	26	26	22	17	13	8
14	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	11	12	13	17	22	26	29	29	26	21	16	13
15	ΚΥΘΗΡΑ	12	12	13	16	20	24	27	27	24	20	17	14
16	ΛΑΜΙΑ	9	10	13	17	22	27	29	29	25	19	15	10
17	ΛΑΡΙΣΑ	7	9	11	16	22	27	30	29	25	19	13	8
18	ΜΕΘΩΝΗ	13	13	14	17	21	24	26	27	25	21	18	14
19	ΜΗΛΟΣ	12	12	13	17	21	25	26	26	24	20	17	14
20	ΜΥΤΗΛΙΝΗ	10	11	13	17	22	26	28	28	24	20	16	12
21	ΝΑΞΟΣ	13	13	14	17	20	24	26	26	23	21	18	15
22	ΠΑΡΟΣ	13	13	14	18	21	25	26	27	24	20	18	14
23	ΠΑΤΡΑ	11	12	14	17	21	25	28	28	25	21	16	13
24	ΠΥΡΓΟΣ	12	13	14	17	22	26	29	29	26	21	17	13
25	ΡΕΘΥΜΝΟ	14	14	15	18	22	26	28	28	25	22	19	16
26	ΡΟΔΟΣ	13	13	15	18	22	26	29	29	26	22	18	14
27	ΣΑΜΟΣ	12	12	14	17	22	25	28	28	25	21	17	14
28	ΣΕΡΡΕΣ	5	8	11	16	21	26	29	27	24	18	12	7
29	ΣΗΤΕΙΑ	14	14	15	18	22	26	27	27	25	22	19	13
30	ΣΚΥΡΟΣ	11	11	12	16	20	24	26	26	23	29	16	12
31	ΣΟΥΔΑ	12	12	14	17	21	26	28	27	24	20	17	14
32	ΣΥΡΟΣ	12	13	14	17	21	25	27	27	24	21	17	14
33	ΤΥΜΠΑΚΙΟ	13	14	15	18	22	26	29	29	26	22	18	15
34	ΧΑΝΙΑ	13	13	15	18	22	26	28	28	25	21	18	15
35	ΧΙΟΣ	11	12	13	17	22	27	28	28	24	20	16	13
36	ΔΗΜΝΟΣ	9	10	11	18	20	25	27	27	24	19	15	12

Στην περίπτωση που στο  $\alpha$  πίνακες με τα μετεωρολογικά στοιχεία δεν βρίσκουμε την περιοχή που μας ενδιαφέρει, τότε καταφεύγουμε στη βοήθεια του χάρτη που παρουσιάζεται παρακάτω, όπου έχο  $\mu$ ε χωρίσει τη χώρα σε έξι ζώνες που οι περιοχές της κάθε ζώνης χαρακτηρίζονται από παρόμοιες μετρολογικές συνθήκες.

Στον Πίνακα 1.6 καταγράφονται οι κυριότερες πόλεις κάθε ζώνης. Ανάλογα με την περιοχή που μας ενδιαφέρει, προβαίνουμε στην εκλογή των κατάλληλων στοιχείων, συμβουλευόμενοι τους αντίστοιχους πίνακες και διαγράμματα.

Αν για παράδειγμα μας ενδιαφέρουν τα μετεωρολογικά στοιχεία της πόλης του Αιγίου, συμβουλευόμενοι το χάρτη παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μπορούμε να χρησιμοποιούμε τα στοιχεία των Πατρών.



Σχήμα 1.8 – Οι μετεωρολογικές ζώνες της χώρας

Πίνακας 1.6 – Οι κυριότερες πόλεις κάθε ζώνης

Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3	Ζώνη 4	Ζώνη 5	Ζώνη 6
Γαύδος	Αθήνα	Άραξος	Αγ. Ευστράτιος	Αλεξανδρούπολη	Δράμα
Ηράκλειο	Άνδρος	Αργοστόλι	Άρτα	Βόλος	Ιωάννινα
Ιεράπετρα	Αντικύθηρα	Κόρινθος	Ηγουμενίτσα	Θεσσαλονίκη	Καρδίτσα
Κάρπαθος	Θήρα	Λευκάδα	Κέρκυρα	Καβάλα	Καστοριά
Ρόδος	Καλαμάτα	Μυτιλήνη	Λιβαδειά	Καρπενήσι	Κιλκίς
Σητεία	Κύθηρα	Πάτρα	Λήμνος	Κατερίνη	Κοζάνη
Τυμπάκι	Κως	Πύργος	Σκόπελος	Λαμία	Κομοτηνή
Χανιά	Μεθώνη	Σπάρτη	Τρίπολη	Λάρισα	Κόνιτσα
	Νάξος	Χίος	Χαλκίδα		Ξάνθη
	Πάρος				Σέρρες
	Σάμος				Τρίκαλα
	Σύρος				Φλώρινα

## 1.8 Ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο, στην επιφάνεια της γης

### 1.8.1 Μέθοδος υπολογισμού της ηλιακής ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο

Πέρα από τα στοιχεία που υπάρχουν σε πίνακες για την ηλιακή ακτινοβολία και αναφέρονται στο οριζόντιο επίπεδο, είναι απαραίτητο να υπολογισθεί η ακτινοβολία και σε κάποιο επίπεδο με κλίση.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για αυτόν τον υπολογισμό, η επικρατέστερη είναι η μέθοδος Liu & Jordan και βασίζεται σε δεδομένα για την ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο. Η μέθοδος περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$H_{\tau} = R \times H \quad (1.21)$$

$$R = \left(1 - \frac{H_d}{H}\right) \times R_b + \left(\frac{H_d}{H}\right) \times \left[ \left(\frac{1 + \cos(\beta)}{2}\right) + \left(\frac{\rho \times (1 - \cos(\beta))}{2}\right) \right] \quad (1.22)$$

$$\frac{H_d}{H} = 1.3903 - 4.0273 \times K_{\tau} + 5.5215 \times K_{\tau}^2 - 3.108 \times K_{\tau}^3 \quad (1.23)$$

$$K_{\tau} = \frac{H}{H_{0m}} \quad (1.24)$$

$$R_b = \frac{C_{\tau}}{C_z} \quad (1.25)$$

$$C_{\tau} = \cos(\varphi - \beta) \times \cos(\delta) \times \sin(\omega_{s_{\min}}) + \left(\pi \times \frac{\omega_{s_{\min}}}{180}\right) \times \sin(\varphi - \beta) \times \sin(\delta) \quad (1.26)$$

$$C_z = \cos(\varphi) \times \cos(\delta) \times \sin(\omega_s) + \left(\pi \times \frac{\omega_s}{180}\right) \times \sin(\varphi) \times \sin(\delta) \quad (1.27)$$

Όπου:

$H_{\tau}$  : Η μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία σε επίπεδο κλίσης ( $\beta$ ) στην επιφάνεια της γης. (KWh/m<sup>2</sup>·mo)

$H$  : Η ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης. (KWh/m<sup>2</sup>·mo)

$H_d$  : Η διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για κάθε μήνα.. (KWh/m<sup>2</sup>·mo)

$H_{0m}$  : Η μηνιαία ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο εκτός ατμόσφαιρας. (KWh/m<sup>2</sup>·mo)

$\rho$  : Συντελεστής ανάκλασης του εδάφους, προς το κεκλιμένο επίπεδο. Η τιμή του συντελεστή  $\rho$  λαμβάνετε συνήθως 0,2 για κανονικό έδαφος και 0,7 για χιόνι.

$K_{\tau}$  : Ο συντελεστής αυτός λέγεται και δείκτης αιθριότητας..

$\omega_{s_{\min}}$  : Η γωνία δύσης του ηλίου ως προς το κεκλιμένο επίπεδο. (°)

**Πίνακας 1.7 – Συντελεστής ανάκλασης για διάφορα είδη επιφανειών**

Είδος επιφάνειας	Συντελεστής ανάκλασης
Χιόνι (φρέσκο)	0.87
Άμμος (ξηρή)	0.18
Άμμος (υγρή)	0.09
Δάσος κωνοφόρων	0.05
Τσιμέντο (νέο)	0.33
Τσιμέντο (παλιό)	0.23

### 1.8.1.1 Εφαρμογή

Για παράδειγμα η μηνιαία ολική ακτινοβολία που προσπίπτει σε επίπεδο με κλίση  $\beta = 30^\circ$  κατά το μήνα Οκτώβριο, στην περιοχή των Αθηνών ( $\varphi=37^\circ 58'$ ), με συντελεστή ανάκλασης εδάφους  $\rho = 0,20$  προκύπτει ως εξής:

- Ο αύξων αριθμός της 15 Οκτωβρίου από τον Πίνακα 1.2 είναι  $n = 288$  και η μέση τιμή της ηλιακής σταθεράς είναι:  $G_{sc}=1,353 \text{ KW/m}^2$ .
- Η απόκλιση του ηλίου από τη Σχέση (1.6) είναι  $\delta = -9,599^\circ$ .
- Από τη Σχέση (1.11) έχουμε  $\omega_s = 82,416^\circ$ .
- Από τη Σχέση (1.19) προκύπτει ότι  $H_0 = 6,598 \text{ KWh/day} \times \text{m}^2$ .
- Για τον υπολογισμό της μηνιαίας ενέργειας ( $H_{0m}$ ) που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο εκτός ατμόσφαιρας, χρησιμοποιούμε τη Σχέση (1.20) όπου προκύπτει ότι  $H_{0m} = 204,53 \text{ KWh/m}^2 \cdot \text{mo}$ .
- Από τον Πίνακα 1.3 για την Αθήνα και το μήνα Οκτώβριο έχουμε  $H = 104 \text{ KWh/m}^2 \cdot \text{mo}$ .
- Από τη Σχέση (1.12) προκύπτει ότι  $\omega_{cmin} = \omega_c$ .
- Από τη Σχέση (1.27) προκύπτει ότι  $C_z = 0,623$ .
- Από τη Σχέση (1.26) προκύπτει ότι  $C_\tau = 0,935$ .
- Από τη Σχέση (1.25) προκύπτει ότι  $R_b = 1,500$ .
- Από τη Σχέση (1.24) προκύπτει ότι  $K_\tau = 0,508$ .
- Από τη Σχέση (1.23) προκύπτει ότι  $\frac{H}{H_d} = 0,361$ .
- Από τη Σχέση (1.22) προκύπτει ότι  $R = 1,30$ .
- Από τη Σχέση (1.21) προκύπτει ότι  $H_t = 135,21 \text{ Kwh/m}^2 \cdot \text{mo}$ .

## 1.8.2 Βέλτιστη γωνία κλίσης επιπέδου

Από τις παραπάνω εξισώσεις προκύπτει ότι η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται μια επιφάνεια με κλίση εξαρτάται από το γεωγραφικό της πλάτος, τη γωνία κλίσης της και τη χρονική περίοδο. Αυτό σημαίνει ότι για κάποιο χρονικό διάστημα που σε μια επιφάνεια προσπίπτει ηλιακή ακτινοβολία, θα πρέπει να υπάρχει μια γωνία κλίσης της επιφάνειας, τέτοια ώστε η ολική ακτινοβολία να είναι η μέγιστη.

Η γωνία αυτή είναι πολύ σημαντική για τα ηλιακά συστήματα διότι η συλλεκτική τους επιφάνεια τοποθετείται με αυτή τη κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο για να δέχονται το μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς να έχουν τη μέγιστη απόδοση.

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν οι βέλτιστες γωνίες κλίσης της επιφάνειας, για κάθε μήνα καθώς επίσης για όλο το έτος, για διάφορες περιοχές της χώρας. Θεωρητικά μπορούμε να βρούμε τη βέλτιστη κλίση της επιφάνειας για κάθε μήνα, αν βρούμε για ποια γωνία  $\beta$  η τιμή της  $R_b$ , για τη 15<sup>η</sup> μέρα κάθε μήνα, έχει τη μέγιστη τιμή.

Αν είναι απαραίτητο να υπολογισθεί η βέλτιστη γωνία, για κάποιους μήνες του έτους, χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$\beta_{opt. \acute{\epsilon}τους} = \frac{\sum(\beta_{opt. \mu\epsilon\sigma\alpha\varsigma})}{\text{Ο \acute{\alpha}ριθμ\acute{o}\varsigma \mu\acute{\eta}\nu\omega\varsigma}} \quad (1.28)$$

$\sum(\beta_{opt. \mu\epsilon\sigma\alpha\varsigma})$  : Άθροισμα των βέλτιστων γωνιών κλίσης της επιφάνειας για τους μήνες που μας ενδιαφέρει.

**Παρατήρηση:** Επιλέγοντας γωνίες κλίσης μικρότερες των 30 υπάρχει κίνδυνος, ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης, να δημιουργηθεί στρώμα σκόνης στις συλλεκτικές επιφάνειες με άμεσο αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται μέτρα καθαρισμού των επιφανειών κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

### 1.8.2.1 Εφαρμογή

Η βέλτιστη γωνία κλίσης επιφάνειας, για τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο, στην περιοχή των Αθηνών ( $\varphi=37^{\circ}58'$ ) θα είναι:

- Ο αριθμός των μηνών που μας ενδιαφέρει είναι 5 μήνες (προκύπτει από τα δεδομένα).
- Από τον Πίνακα 1.8 προκύπτουν οι γωνίες: Μάιος = 7, Ιούνιος = 0, Ιούλιος = 0, Αύγουστος = 19, Σεπτέμβριος = 39, οπότε από τη Σχέση (1.28) έχουμε:

$$\beta_{opt. \acute{\epsilon}τους} = \frac{\sum(7+0+0+19+39)}{5} = 13^{\circ} \quad (1.29)$$

**Πίνακας 1.8 – Βέλτιστη γωνία κλίσης επιφάνειας, για μέγιστη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας, για κάθε μήνα και όλο το έτος, για διάφορες περιοχές της χώρας.**

Α/Α	ΜΗΝΕΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΗΣΙΑ ΒΕΛΤ. ΓΩΝΙΑ
	ΠΟΛΕΙΣ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	ΑΘΗΝΑ	66°	58°	44°	25°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	68°	37° 58'
2	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	65°	58°	44°	26°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	68°	38° 23'
3	ΑΡΑΞΟΣ	67°	58°	45°	26°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	68°	38° 10'
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	67°	58°	45°	26°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	68°	38° 10'
5	ΑΡΤΑ	68°	59°	46°	26°	8°	0°	1°	20°	40°	56°	66°	69°	39° 08'
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	64°	56°	42°	23°	4°	0°	0°	16°	37°	53°	63°	66°	35° 29'
7	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	69°	61°	47°	29°	10°	0°	3°	22°	42°	57°	67°	70°	40° 33'
8	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	64°	56°	42°	22°	3°	0°	0°	15°	35°	52°	63°	66°	35° 00'
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	67°	59°	46°	26°	9°	0°	2°	20°	40°	56°	66°	69°	39° 42'
10	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	66°	58°	44°	24°	6°	0°	0°	17°	38°	54°	65°	67°	37° 04'
11	ΚΕΡΚΥΡΑ	68°	59°	46°	27°	9°	0°	2°	20°	40°	56°	66°	69°	39° 37'
12	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	69°	61°	48°	29°	11°	0°	4°	22°	42°	58°	68°	71°	41° 07'
13	ΚΟΝΙΤΣΑ	69°	60°	47°	27°	9°	0°	2°	21°	41°	57°	67°	71°	40° 03'
14	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	66°	58°	45°	25°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	69°	37° 56'
15	ΚΥΘΗΡΑ	65°	57°	43°	23°	5°	0°	0°	16°	37°	54°	64°	67°	36° 09'
16	ΛΑΜΙΑ	66°	58°	45°	26°	8°	0°	1°	19°	39°	55°	66°	69°	38° 54'
17	ΛΑΡΙΣΑ	67°	59°	47°	27°	9°	0°	2°	21°	41°	56°	67°	69°	39° 38'
18	ΛΗΜΝΟΣ	67°	60°	47°	28°	9°	0°	2°	21°	41°	57°	66°	69°	39° 55'
19	ΜΕΘΩΝΗ	65°	57°	44°	24°	6°	0°	0°	17°	38°	54°	64°	67°	36° 50'
20	ΜΗΛΟΣ	64°	55°	43°	25°	6°	0°	0°	18°	38°	54°	64°	66°	36° 44'
21	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	67°	59°	46°	27°	8°	0°	1°	20°	40°	56°	66°	69°	39° 04'
22	ΝΑΞΟΣ	65°	57°	44°	24°	6°	0°	0°	17°	38°	54°	64°	67°	37° 06'
23	ΠΑΡΟΣ	64°	56°	43°	23°	5°	0°	0°	16°	37°	53°	63°	66°	36° 05'
24	ΠΑΤΡΑ	66°	58°	46°	25°	7°	0°	0°	19°	39°	55°	65°	69°	38° 15'
25	ΠΥΡΓΟΣ	67°	58°	45°	25°	7°	0°	0°	18°	39°	55°	65°	69°	37° 42'
26	ΡΕΘΥΜΝΟ	63°	55°	41°	22°	4°	0°	0°	15°	35°	51°	63°	65°	35° 22'
27	ΡΟΔΟΣ	65°	57°	44°	24°	5°	0°	0°	17°	38°	54°	64°	67°	36° 23'
28	ΣΑΜΟΣ	66°	58°	45°	25°	7°	0°	0°	18°	39°	56°	65°	68°	37° 44'
29	ΣΕΡΡΕΣ	69°	61°	48°	29°	11°	0°	4°	22°	42°	58°	68°	71°	41° 04'
30	ΣΗΤΕΙΑ	63°	55°	41°	22°	3°	0°	0°	15°	35°	51°	62°	65°	35° 12'
31	ΣΚΥΡΟΣ	65°	58°	45°	26°	8°	0°	1°	20°	40°	56°	65°	68°	38° 54'
32	ΣΟΥΔΑ	63°	55°	42°	23°	4°	0°	0°	16°	36°	52°	63°	66°	35° 43'
33	ΣΥΡΟΣ	66°	59°	45°	26°	7°	0°	0°	19°	39°	56°	65°	69°	37° 27'
34	ΤΥΜΠΑΚΙΟ	64°	55°	42°	22°	3°	0°	0°	15°	35°	52°	63°	66°	35° 00'
35	ΧΑΝΙΑ	64°	55°	42°	23°	4°	0°	0°	16°	36°	52°	63°	66°	35° 30'
36	ΧΙΟΣ	66°	58°	45°	26°	8°	0°	0°	19°	40°	56°	65°	69°	38° 22'

### 1.8.3 Ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο, γωνία κλίσης – διερεύνηση

Όπως φαίνεται με τα μέχρι τώρα στοιχεία που έχουν αναφερθεί, η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε μια επιφάνεια, σε μια χρονική περίοδο, εξαρτάται μεταξύ των άλλων από την κλίση και την εποχή. Επειδή αυτό είναι πολύ χαρακτηριστικό και κρίσιμο σημείο για μια μελέτη, θα διερευνηθεί με την εξής εφαρμογή:

#### 1.8.3.1 Εφαρμογή

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια  $1m^2$  σε περίοδο 1 έτους στην περιοχή των Πατρών (γεωγραφικό πλάτος  $\varphi = 38^\circ 15'$ ) για τις ακόλουθες γωνίες κλίσης:

α) βέλτιστη γωνία έτους, β) βέλτιστη γωνία επιφάνειας για Ιανουάριο-Απρίλιο, γ) βέλτιστη γωνία επιφάνειας για Μάιο-Αύγουστο, δ) βέλτιστη γωνία επιφάνειας για Σεπτέμβριο-Δεκέμβριο, ε) βέλτιστη γωνία επιφάνειας για κάθε μήνα.

Θεωρητικά βρίσκουμε τη βέλτιστη κλίση της επιφάνειας για κάθε μήνα, αν βρούμε για ποια γωνία  $\beta$  η τιμή της  $R_b$ , για τη  $15^{\text{η}}$  μέρα κάθε μήνα, έχει τη μέγιστη τιμή. Στην συνέχεια υπολογίζουμε τα ζητούμενα μεγέθη όπως στις προηγούμενες εφαρμογές και συμπληρώνουμε το παρακάτω Πίνακας 1.9 (Υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια υπολογιστικού φύλλου που κατασκευάστηκε με το παραπάνω τυπολόγιο).

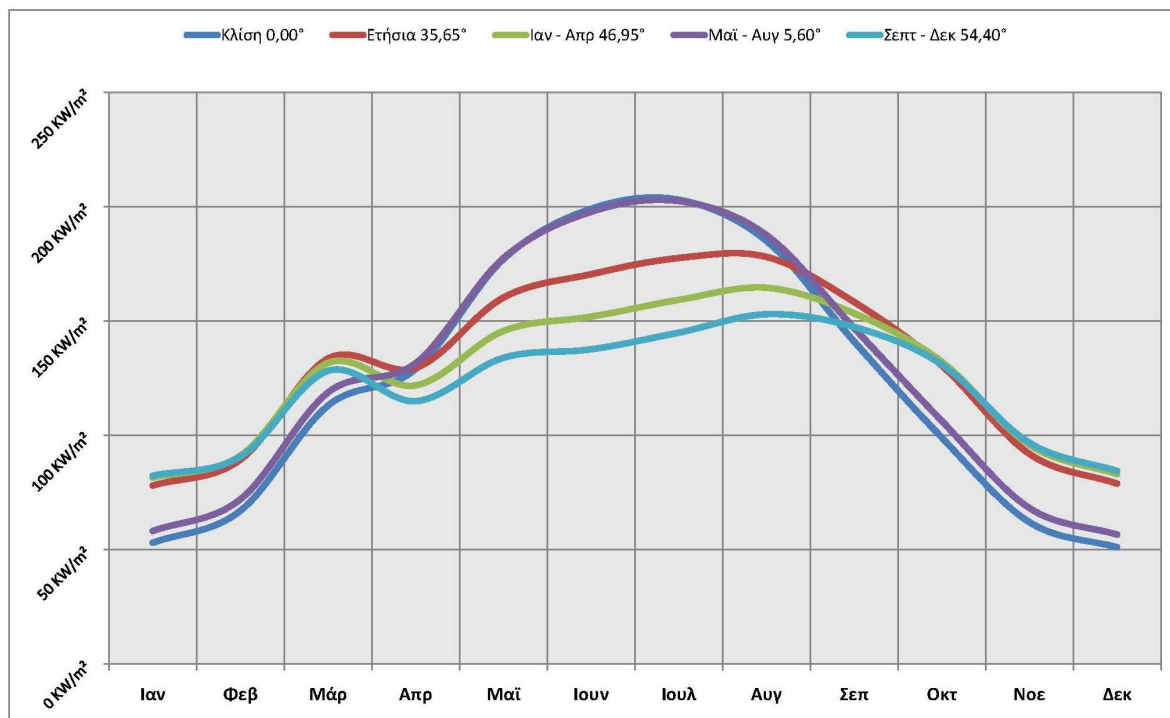
**Πίνακας 1.9 – Η μηνιαία ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένη επιφάνεια στη περιοχή της Πάτρας. (KWh/m<sup>2</sup>·month)**

	Οριζ.	Ετήσια	Ιαν- Απρ	Μαϊ- Αυγ	Σεπτ- Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Μην.	0,0°	35,7°	47,0°	5,6°	54,4°	65,4°	56,6°	42,6°	23,2°	6,4°	0,0°	0,2°	15,8°	34,8°	52,0°	63,2°	67,6°
Ιαν	53	78	81	58	82	82											
Φεβ	67	89	91	72	91		90										
Μάρ	113	134	132	119	128			133									
Απρ	129	129	122	132	115				134								
Μαϊ	177	160	146	177	134					177							
Ιουν	199	170	152	198	138						199						
Ιουλ	203	178	159	202	145							203					
Αυγ	185	178	164	188	153								189				
Σεπ	141	158	153	147	147									158			
Οκτ	99	130	132	106	131										132		
Νοε	62	92	96	68	97											96	
Δεκ	51	79	83	57	84												84
Σύν:	1479	1576	1512	1524	1445												1677

Αναλύοντας τα αποτελέσματα του παραδείγματος, διαπιστώνουμε ότι αυτά συμφωνούν με ότι έχει αναφερθεί μέχρι τώρα. Έτσι έχουμε τα εξής συμπεράσματα:

α) Η μεταβλητή γωνία κλίσης της επιφάνειας για κάθε μήνα (βέλτιστη γωνία μηνός) δίνει τα καλύτερα ετήσια αποτελέσματα.

β) Για σταθερή γωνία κλίσης της επιφάνειας, για να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση, πρέπει να γίνει επιλογή της κατάλληλης γωνίας σύμφωνα με τη χρονική περίοδο λειτουργίας του συστήματος.



Σχήμα 1.9 – Η γραφική παράσταση της μηνιαία ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένη επιφάνεια στη περιοχή της Πάτρας. (KWh/m<sup>2</sup>·month)



## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ”

#### 2.1 Η προέλευση των φωτοβολταϊκών

Αν και οι ηλιακές κυψέλες είναι διαθέσιμες από τα μέσα της δεκαετίας του '50, η επιστημονική έρευνα για τη φωτοβολταϊκό φαινόμενο άρχισε το 1839, όταν ο Γάλλος επιστήμονας, Henri Becquerel ανακάλυψε ότι ηλεκτρικό ρεύμα θα μπορούσε να παραχθεί από τη λάμψη ενός φωτός επάνω σε ορισμένες χημικές ουσίες.

Η επίδραση παρατηρήθηκε αρχικά σε ένα στερεό υλικό (σε αυτήν την περίπτωση το σελήνιο) το 1877. Αυτό το υλικό χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια στα φωτόμετρα, τα οποία απαιτούσαν πολύ μικρά ποσά ενέργειας.

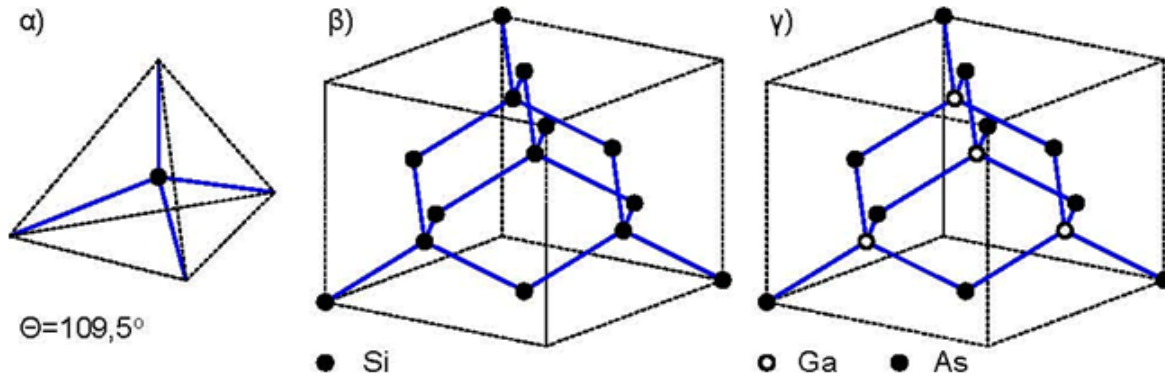
Μια βαθύτερη κατανόηση των φυσικών αρχών που συνδέονται με το φαινόμενο δόθηκε από τον Einstein το 1905 και τον Schottky το 1930. Αυτές οι ερμηνείες ήταν απαραίτητες για να μπορέσουν να γίνουν πιο αποδοτικές οι ηλιακές κυψέλες. Μια τέτοια κυψέλη πυριτίου που μετέτρεπε το 6% της ηλιακής ενέργειας που έπεφτε επάνω της, σε ηλεκτρική ενέργεια αναπτύχθηκε από τους Chapin, Pearson και Fueller το 1954, και χρησιμοποιήθηκε σε εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως οι διαστημικοί δορυφόροι, από το 1958.

Τα σημερινά εμπορικά διαθέσιμα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν αποδοτικότητες μετατροπής της ενέργειας του ήλιου που πέφτει πάνω τους από 5% έως 25% (ανάλογα με τον τύπο, μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό και άμορφου πυριτίου).

#### 2.2 Η τεχνολογική καταγωγή των φωτοβολταϊκών

##### 2.2.1 Δομή & βασική θεωρία ημιαγωγών

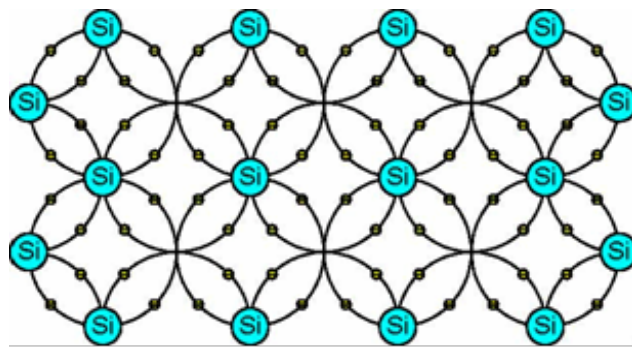
Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες κατασκευάζονται από ημιαγωγούς που αποτελούν σώματα με ενδιάμεση ηλεκτρική αγωγιμότητα, μεταξύ αγωγών (μέταλλα) και μονωτών (πολυμερή, κεραμικά υλικά). Οι κυριότεροι ημιαγωγοί είναι τετρασθενή στοιχεία, όπως το πυρίτιο (Si) και το γερμάνιο (Ge) ή ακόμα και χημικές ενώσεις με τετραεδρική δομή (Σχήμα 2.1), όπως το αρσενιούχο γάλλιο και το θειούχο κάδμιο.



- α) Η κρυσταλλική δομή των κυριότερων ημιαγωγών είναι τετραεδρική, δηλαδή τα γειτονικά άτομα βρίσκονται σε θέσεις του κρυσταλλικού πλέγματος που αντιστοιχούν στο κέντρο και στις κορυφές ενός κανονικού τετραέδρου.
- β) Στους στοιχειακούς αγωγούς (π.χ. Si) όλα τα άτομα του πλέγματος είναι ίδια.
- γ) Στις ημιαγωγικές χημικές ενώσεις (π.χ. Si) τα άτομα που βρίσκονται σε γειτονικές θέσεις είναι διαφορετικά.

Σχήμα 2.1 – Η κρυσταλλική δομή των ημιαγωγών

Συγκεκριμένα το πυρίτιο αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο ημιαγωγού στοιχείου, καθώς η χρήση του έχει επικρατήσει σχεδόν στο σύνολο των ηλεκτρονικών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων και των φωτοβολταϊκών. Όπως φαίνεται από την επίπεδη απεικόνιση του πλέγματος του πυριτίου (Σχήμα 2.2) κάθε άτομο πυριτίου είναι ενωμένο με 4 γειτονικά άτομα με ομοιοπολικούς δεσμούς. (Στο πλέγμα τα ηλεκτρόνια σθένους αλλάζουν συνεχώς θέσεις μεταξύ τους κινούμενα από και προς τους γειτονικούς δεσμούς του Si.)



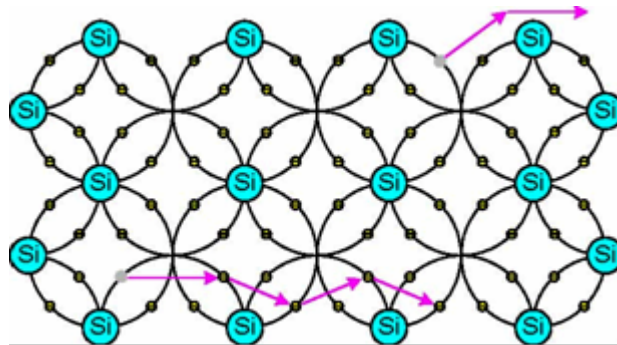
Σχήμα 2.2 – Σχηματική παράσταση των ατόμων Si με τους ομοιοπολικούς δεσμούς τους μέσα στον κρύσταλλο.

Επομένως όλα τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων πυριτίου είναι δεσμευμένα στους ομοιοπολικούς δεσμούς, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ελεύθεροι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος και το σώμα να μη διαθέτει ηλεκτρική αγωγιμότητα. Αυτό συμβαίνει όμως μόνο στην περίπτωση που ο ημιαγωγός βρίσκεται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση, δηλαδή στην κατάσταση εκείνη όπου το ενεργειακό του περιεχόμενο είναι πολύ χαμηλό (θερμοκρασιακή περιοχή απολύτου μηδενός). Στην κατάσταση αυτή οι ημιαγωγοί συμπεριφέρονται σαν μονωτές.

Όταν όμως οι ημιαγωγοί απορροφήσουν κάποιο ποσό ενέργειας, μέσω θερμότητας ή ακτινοβολίας, τότε διαταράσσονται οι ομοιοπολικοί δεσμοί μεταξύ ατόμων πυριτίου. Έτσι σε συνηθισμένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος, η θερμική ενέργεια που παρέχεται στο σώμα και κατανέμεται στα άτομά του προκαλεί την απελευθέρωση πολλών ηλεκτρονίων από τους ομοιοπολικούς δεσμούς. Αναλυτικότερα, η συνεχής ανακατανομή της θερμικής ενέργειας από το ένα άτομο στο άλλο, είναι δυνατό να προκαλέσει, στιγμιαία και σε τυχαίες θέσεις, τη διέγερση δεσμευμένων ηλεκτρονίων (στην κρυσταλλική δομή του πυριτίου), με αποτέλεσμα αυτά να απελευθερωθούν και να αρχίσουν να κινούνται ελεύθερα. Τα ελεύθερα αυτά ηλεκτρόνια απομακρύνονται από την περιοχή του δεσμού τους, χάρη στην κινητική ενέργεια που απέκτησαν από τη θερμότητα. Κατά συνέπεια ο ημιαγωγός διαθέτει πλέον ευκίνητους φορείς ηλεκτρισμού, οι οποίοι και του προσδίδουν αξιόλογη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσό της ελάχιστης απαιτούμενης ενέργειας για την απελευθέρωση ενός ηλεκτρονίου σθένους από το δεσμό στον οποίο ανήκει είναι συγκεκριμένο και ισούται με το ενεργειακό διάκενο  $E_g$  του ημιαγωγού. Ως ενεργειακό διάκενο ορίζεται η ενεργειακή διαφορά μεταξύ των εξής δυο ζωνών:

- της ζώνης αγωγιμότητας η οποία περιλαμβάνει τις ενέργειες των ελεύθερων ηλεκτρονίων που είναι υπεύθυνες για την ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος στον ημιαγωγό, και
- της ζώνης σθένους, η οποία και περιλαμβάνει τις διάφορες ενεργειακές στάθμες των ατόμων των ημιαγωγών στοιχείων.



Σχήμα 2.3 – Σχηματική παράσταση της απομάκρυνσης των ηλεκτρονίων από κάποιους δεσμούς των ατόμων Si.

Η απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από κάποιο δεσμό δεν συνεπάγεται την καταστροφή του κρυσταλλικού πλέγματος (σχήμα 2.3), καθώς τα άτομα των οποίων έσπασε ο δεσμός εξακολουθούν να συνδέονται με τα γειτονικά τους άτομα με τρεις άθικτους δεσμούς καθώς και μεταξύ τους με έναν ατελή δεσμό ενός ηλεκτρονίου. Οι τρεις και ο ήμισυ δεσμός είναι ικανοί να συγκρατήσουν σε συνοχή τον κρύσταλλο και μετά την ελευθέρωση του ηλεκτρονίου. Άλλωστε έχει αποδειχθεί ότι το πλήθος των ελεύθερων ηλεκτρονίων, δηλαδή το

πλήθος των διασπασμένων δεσμών των σωμάτων που μας ενδιαφέρουν, είναι ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των δεσμών των ατόμων του κρυσταλλικού πλέγματος.

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια ( $e$ ) περιφέρονται άτακτα στο κρυσταλλικό σώμα, ανάμεσα στα άτομα και τους δεσμούς τους. Αυτό συμβαίνει για όσο χρονικό διάστημα διατηρούν την αυξημένη τους ενέργεια. Όταν η ενέργεια τους μειωθεί σημαντικά, δεσμεύονται στην κενή θέση κάποιου ατελούς δεσμού, που μπορεί να συναντήσουν στον δρόμο τους και παύουν να είναι ελεύθερα. Ο ατελής δεσμός στον οποίο θα επιστρέψουν τα ηλεκτρόνια δεν είναι απαραίτητο να αντιστοιχεί σε εκείνον από τον οποίο έφυγαν. Όσο χρονικό διάστημα τα ηλεκτρόνια αυτά είναι ελεύθερα, συμβάλλουν στην αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του σώματος, για αυτό και ονομάζονται ηλεκτρόνια αγωγιμότητας.

Οι κενές ηλεκτρονικές θέσεις των χημικών δεσμών, που ονομάζονται οπές ( $h$ ), λειτουργούν σαν παγίδες δέσμευσης για όσα ηλεκτρόνια έχουν χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο. Αλλά ακόμη και αν δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια στην περιοχή γύρω από την οπή, δεν σημαίνει ότι η κενή θέση μένει αμετακίνητη, καθώς μπορεί να προσελκύσει κάποιο ηλεκτρόνιο σθένους γειτονικού δεσμού. Τότε το ηλεκτρόνιο αυτό αποδεσμεύεται από τον δεσμό που άνηκε, δημιουργώντας ταυτόχρονα μια κενή θέση, και συμπληρώνει την κενή θέση της γειτονικής οπής. Η μετατόπιση της οπής μπορεί να εξακολουθεί να πραγματοποιείται, εκτός εάν κάποια στιγμή δεσμευθεί από αυτή ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο. Τότε η οπή εξαφανίζεται, και ο ομοιοπολικός δεσμός γίνεται πλήρης.

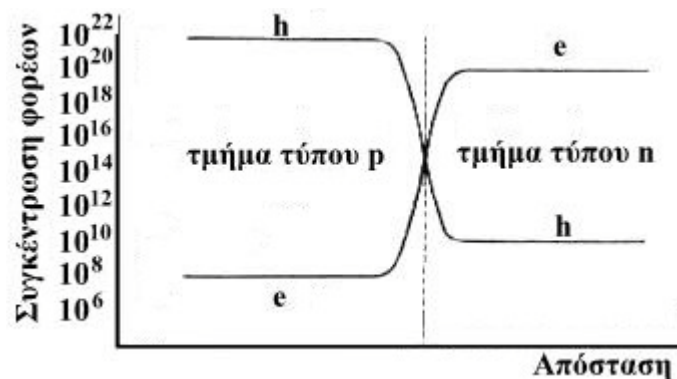
Οι οπές διαγράφουν και αυτές μια άτακτη κίνηση στο σώμα, από ένα δεσμό στον άλλο, αφού είναι τυχαία η κατεύθυνση από την οποία θα έρθει το γειτονικό ηλεκτρόνιο που θα συμπληρώνει τον ατελή δεσμό. Όταν όμως επιβάλλεται εξωτερικό πεδίο, το ηλεκτρόνιο θα προσέλθει από την κατεύθυνση που ευνοείται ενεργειακά. Τότε η κίνηση των οπών είναι προσανατολισμένη και αντίθετη αυτής των ηλεκτρονίων που κατευθύνονται προς υψηλότερα δυναμικά.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι στους ημιαγωγούς εκδηλώνονται δύο μηχανισμοί: η απελευθέρωση των ηλεκτρονίων από τους δεσμούς, με ταυτόχρονη δέσμευση ελεύθερων ηλεκτρονίων στις οπές. Η συγκέντρωση (πλήθος φορέων ανά μονάδα όγκου) των ελεύθερων ηλεκτρονίων ή των οπών ενός ημιαγωγού παραμένει αμετάβλητη και εξαρτάται μόνο από το υλικό και την θερμοκρασία του. Όσο ασθενέστεροι είναι οι δεσμοί μέσα στο υλικό και όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η συγκέντρωση των φορέων του, δηλαδή των ηλεκτρονίων και των οπών του.

## 2.2.2 Ένωση p-n, Δίοδος ημιαγωγών

Όπως προαναφέρθηκε, χαρακτηριστική ιδιότητα των ημιαγωγών ενός στοιχείου είναι η εξίσωση της συγκέντρωσης των ελεύθερων ηλεκτρονίων (e) και της συγκέντρωσης των οπών (h). Όμως σε ημιαγωγούς προσμίξεων η συγκέντρωση του ενός είδους φορέων (φορείς πλειονότητας) είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερη από αυτήν του άλλου είδους (φορείς μειονότητας), με αποτέλεσμα η συμβολή των φορέων μειονότητας στην αγωγιμότητα, συνήθως, να θεωρείται αμελητέα. Όταν οι φορείς πλειονότητας είναι ηλεκτρόνια τότε ο ημιαγωγός χαρακτηρίζεται ως τύπου “n”. Αντίθετα, όταν οι φορείς πλειονότητας είναι οπές τότε ο ημιαγωγός χαρακτηρίζεται ως τύπου “p”.

Ο θεμέλιος λίθος όλων των ημιαγωγών διατάξεων είναι η ένωση p-n. Αυτή η ένωση σχηματίζεται όταν έρθουν σε επαφή ένα τεμάχιο ημιαγωγικού τύπου p με ένα τεμάχιο ημιαγωγικού τύπου n. Εκείνη τη χρονική στιγμή, ένα μέρος από τις οπές του τεμαχίου τύπου p διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου n, όπου οι οπές είναι λιγότερες και συγχρόνως ένα μέρος από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του τεμαχίου n διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου p, όπου τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι λιγότερα. Η ανάμιξη αυτή των φορέων και η αύξηση της συγκέντρωσης των φορέων μειονότητας στις περιοχές κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια των τεμαχίων τύπου p και n, ανατρέπουν την αρχική κατάσταση.



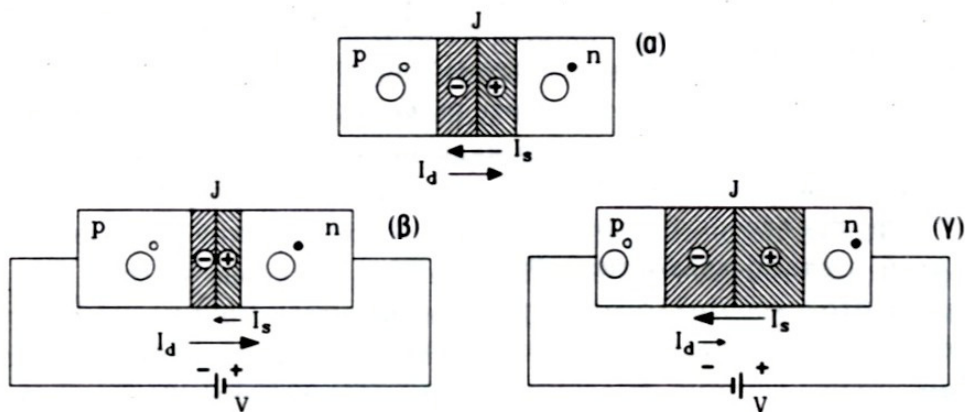
Σχήμα 2.4 – Η περιοχή μεταξύ του ημιαγωγού τύπου p και του ημιαγωγού τύπου n στη κατάσταση ισορροπίας.

Η περιοχή μεταξύ του ημιαγωγού τύπου p και του ημιαγωγού τύπου n, καλείται ζώνη εξάντλησης. Η ζώνη αυτή αποτελεί την δίοδο διέλευσης των οπών και των ηλεκτρονίων από τον ένα ημιαγωγό στον άλλο. Μετά από ένα χρονικό διάστημα και αφού έχουν ολοκληρωθεί οι αντίστοιχες μετατοπίσεις (ροές) φορέων, επέρχεται μια κατάσταση ισορροπίας όπου οι συγκεντρώσεις των οπών και των ηλεκτρονίων έχουν σταθεροποιηθεί (σχήμα 2.4).

Σε αντίθεση με τους ευκίνητους φορές των ημιαγωγών (ελεύθερα ηλεκτρόνια και οπές) που τείνουν να διαχέονται προς τις περιοχές με τη μικρότερη συγκέντρωσή τους, η

συγκέντρωση των αρνητικών ιόντων στα οποία μετατράπηκαν οι αποδέκτες του τμήματος τύπου p και η συγκέντρωση των θετικών ιόντων στα οποία μετατράπηκαν οι δότες στο τμήμα τύπου n, παραμένουν αμετάβλητες, αφού τα ιόντα μένουν ακίνητα στο σώμα. Έτσι το υλικό χάνει τοπικά την ηλεκτρική του ουδετερότητα και οι πλευρές της ένωσης φορτίζονται με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μια διαφορά δυναμικού (συνήθως 0.6- 0.8V), της οποίας το ηλεκτροστατικό πεδίο εμποδίζει την παραπέρα διάχυση των φορέων προς το απέναντι τμήμα της ένωσης.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι ότι η ένωση p-n, παρουσιάζει εντελώς διαφορετική συμπεριφορά στην ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ανάλογα με την φορά αυτού και άρα ανάλογα με την τάση που της επιβάλλεται εξωτερικά. Εξαιτίας αυτής της χαρακτηριστικής συμπεριφοράς της η ένωση p-n ονομάζεται και δίοδος.



Σχήμα 2.5 – Επαφή p-n χωρίς πόλωση(α), με ανάστροφη (β) και ορθή (γ) πόλωση

Υπάρχουν δύο τρόποι επιβολής τάσεως σε μια ένωση p-n (δίοδο). Όταν εφαρμόσουμε τον θετικό πόλο της πηγής στον ημιαγωγό τύπου p και τον αρνητικό στον ημιαγωγό τύπου n, τότε η δίοδος είναι ορθά πολωμένη, οπότε και συμπεριφέρεται σαν κλειστός διακόπτης, ενώ όταν ο θετικός πόλος της πηγής εφαρμοστεί στον ημιαγωγό τύπου n και ο αρνητικός στον p ημιαγωγό, τότε η δίοδος όντας ανάστροφα πολωμένη λειτουργεί σαν ανοικτός διακόπτης (σχήμα 2.5). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, αποτελούν δίοδους που λειτουργούν σε συνθήκες ορθής πόλωσης.

## 2.3 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

### 2.3.1 Περιγραφή λειτουργίας ενός φ/β στοιχείου

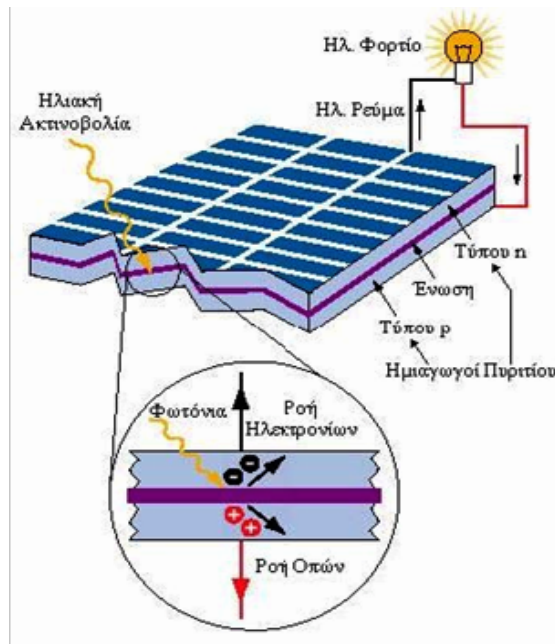
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από δύο πλάκες ημιαγωγών (δίοδοι p-n) συνήθως πυριτίου Si που βρίσκονται σε επαφή. Η χρήση του Si, ως βασικό υλικό παραγωγής,

αποτελεί βασικό πλεονέκτημα της φωτοβολταϊκής μετατροπής διότι το πυρίτιο αφθονεί ( $\approx 25\%$ ) στο φλοιό του πλανήτη μας). Η άνω πλάκα (τύπου n) εμπλουτίζεται με πολύ μικρή ποσότητα (π.χ.  $1:10^6$ ) στοιχείου, το οποίο διαθέτει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο (5 ηλεκτρόνια) στην εξωτερική του στιβάδα, σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο ημιαγωγό. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις πλάκες τύπου n είναι μόρια αρσενικού (As) ή φωσφόρου (P). Αντίστοιχα η κάτω πλάκα (τύπου p) ενισχύεται με προσμίξεις κατάλληλου στοιχείου συνήθως Βόριο (B), που διαθέτει ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο στην εξωτερική του στιβάδα σε σχέση με το υλικό του ημιαγωγού. Η άνω πλάκα με τα επιπλέον ηλεκτρόνια ονομάζεται ημιαγωγός τύπου n (negative - αρνητικό φορτίο), ενώ η κάτω πλάκα με τα λιγότερα ηλεκτρόνια είναι ημιαγωγός τύπου p (positive - θετικό φορτίο).

Κατά την κατασκευή του φωτοβολταϊκού στοιχείου, στην επιφάνεια επαφής των δύο πλακών συγκεντρώνονται τα περίσσια ηλεκτρόνια της πλάκας (τύπου n), τα οποία έλκονται από τις κενές θέσεις (οπές) ηλεκτρονίων της πλάκας (τύπου p). Εάν η πλάκα (τύπου n) δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία, τότε τα φωτόνια που διαπερνούν τον ημιαγωγό ενεργοποιούν ορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων, τα οποία συσσωρεύονται κοντά στην επιφάνεια επαφής των δύο πλακών. Λόγω των απωστικών δυνάμεων μεταξύ ομώνυμων φορτίων εκκενώνονται επιπλέον θέσεις ηλεκτρονίων της πλάκας (τύπου p) οπότε και δημιουργούνται επιπλέον κενές θέσεις (οπές). Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται διαφορά τάσεως μεταξύ των δύο πλευρών, που ονομάζεται τάση ανοικτού κυκλώματος " $U_{oc}$ ". Η τιμή της τάσης " $U_{oc}$ " είναι χαμηλή για μικρής έντασης ηλιακή ακτινοβολία, αλλά παραμένει σχεδόν σταθερή για τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας που υπερβαίνουν ένα προκαθορισμένο όριο. Το εν λόγω όριο εξαρτάται από το υλικό κατασκευής των φωτοβολταϊκών κυψελών.

Κατά τη διάρκεια έκθεσης του φωτοβολταϊκού στοιχείου στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώνοντας με κατάλληλο αγωγό τις δύο πλάκες του στοιχείου (p-n) δημιουργείται κλειστό κύκλωμα, που οδηγεί στην ανάπτυξη κυκλοφορίας των ηλεκτρονίων διαμέσου της επιφάνειας επαφής τους. Στο κλειστό αυτό κύκλωμα (πρακτικά χωρίς φορτίο) η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή και ονομάζεται ένταση βραχυκυκλώσεως " $I_{sc}$ ". Η ένταση βραχυκυκλώσεως μεταβάλλεται σχεδόν γραμμικά με την ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

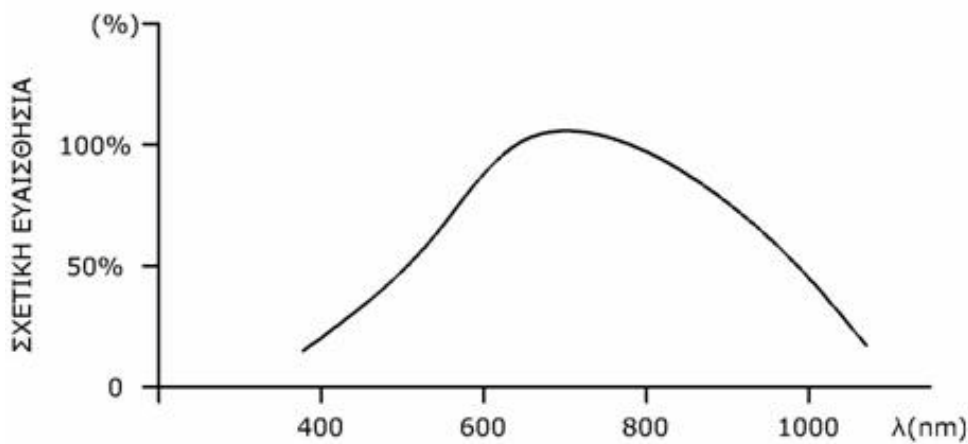
Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στους δύο ακροδέκτες της παρακάτω διάταξης (σχήμα 2.6), η οποία αντιστοιχεί σε ορθή πόλωση της διόδου, ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Στην πρακτική εκμετάλλευση του φαινομένου αυτού, στηρίζεται η λειτουργία του συνόλου των φωτοβολταϊκών διατάξεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 2.6 – Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

### 2.3.2 Η φασματική απόκριση ενός τυπικού φ/β στοιχείου πυριτίου

Στο σχήμα 2.7 φαίνεται η φασματική απόκριση ενός τυπικού φωτοβολταϊκού στοιχείου πυριτίου όπου παρατηρούμε ότι υπάρχει έντονη εξάρτηση της ευαισθησίας του στοιχείου από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτό. Η μεγαλύτερη ευαισθησία παρουσιάζεται στην περιοχή των 800 nm.



Σχήμα 2.7 – Η φασματική απόκριση ενός τυπικού φ/β στοιχείου πυριτίου.

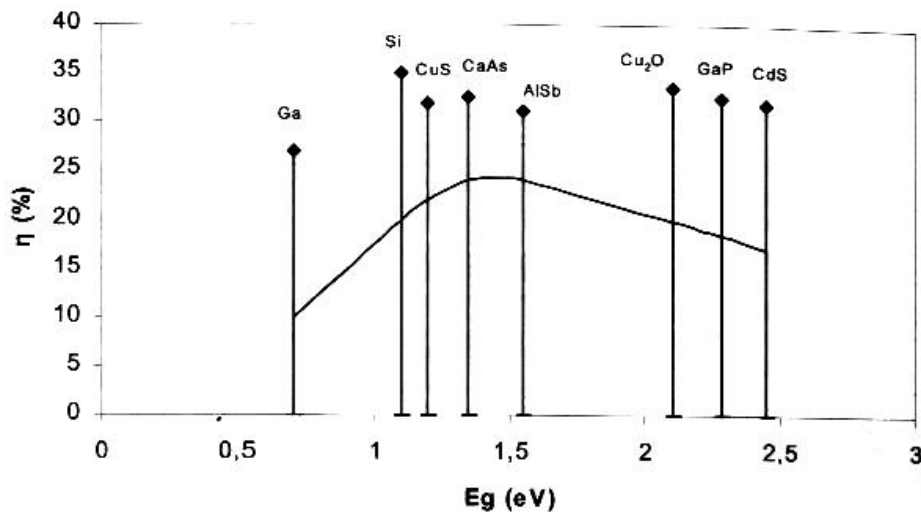
### 2.3.3 Παράγοντες επίδρασης στην απόδοση της φ/β μετατροπής

Κατά την πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην επιφάνεια του φ/β, μόνο ορισμένα φωτόνια συγκεκριμένου μήκους κύματος (ή συχνότητας) μπορούν να



ενεργοποιήσουν τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού. Παράλληλα ένα μέρος της ακτινοβολίας ανακλάται στην επιφάνεια του υλικού, ενώ φωτόνια μεγάλης κινητικής ενέργειας διασχίζουν τον ημιαγωγό. Τα φωτόνια με μικρή κινητική ενέργεια δεν είναι ικανά να συμμετάσχουν στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Σύμφωνα με την κυματική μηχανική κάθε φωτόνιο μπορεί να ενεργοποιήσει και να ελευθερώσει μόνο ένα ηλεκτρόνιο.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια ενός φωτονίου για την ενεργοποίηση και απελευθέρωση ενός ηλεκτρονίου του ημιαγωγού ονομάζεται "ενεργειακό κατώφλι" του ημιαγωγού (σχήμα 2.8). Από την ακτινοβολία που διεισδύει στον ημιαγωγό, εκείνη η ποσότητα η οποία αποτελείται από φωτόνια, των οποίων η ενέργεια είναι μικρότερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, δεν μπορεί να απορροφηθεί. Για τα φωτόνια αυτά ο ημιαγωγός συμπεριφέρεται σαν διαφανές σώμα. Έτσι η ακτινοβολία αυτή περνά το ημιαγωγικό υλικό του στοιχείου και απορροφάται στο μεταλλικό ηλεκτρόδιο, που βρίσκεται στο πίσω μέρος της κυψέλης, με αποτέλεσμα να το θερμαίνει.



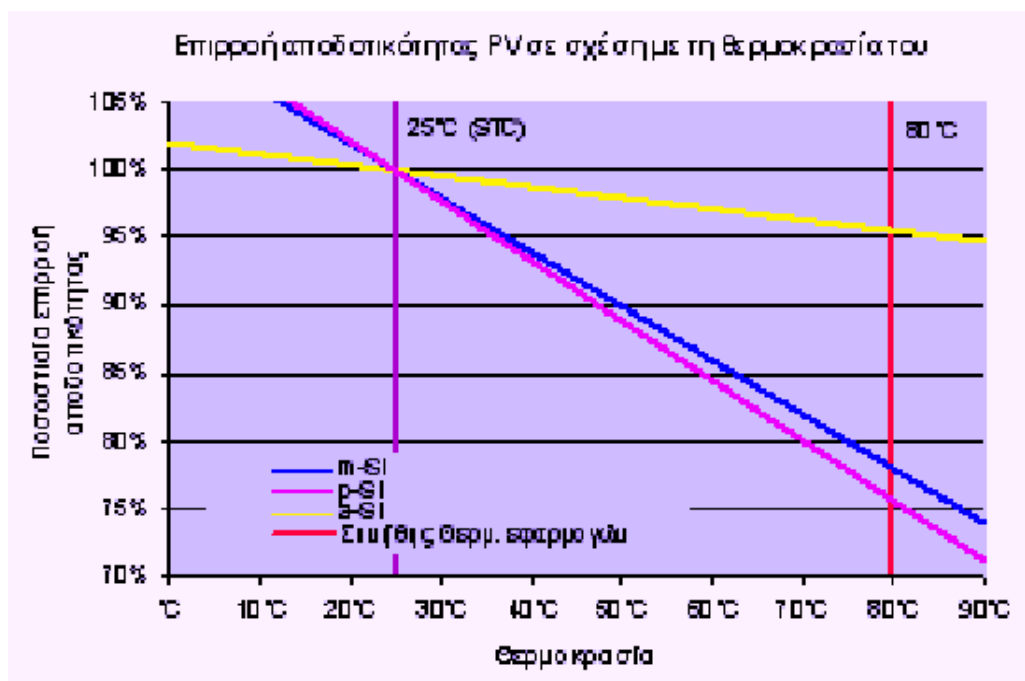
Σχήμα 2.8 – Ενεργειακό κατώφλι ημιαγωγών.

Αλλά και από την ακτινοβολία που τελικά απορροφά ο ημιαγωγός, μόνο εκείνο το μέρος των φωτονίων των οποίων το ενεργειακό περιεχόμενο είναι ταυτόσημο με αυτό του διακένου, μας βοηθά. Το υπόλοιπο δεν χάνεται, αλλά μεταφέρεται με την μορφή της κινητικής ενέργειας στο ηλεκτρόνιο το οποίο ελευθερώθηκε από τον δεσμό και τελικά και αυτό μετατρέπεται σε θερμότητα. Όμως η ανάπτυξη μεγάλης θερμοκρασίας στο εσωτερικό των φ/β στοιχείων, οδηγεί σε μείωση της απόδοσης του συστήματος (σχήμα 2.9).

Έχει αποδειχτεί ότι η ροή της ακτινοβολίας στο εσωτερικό των κυψελών ακολουθεί εκθετική μορφή σε σχέση με την απόσταση που διανύει αυτή μέσα στην κυψέλη, γεγονός που συνδέεται με την επίδραση του πάχους των ημιαγωγικών τμημάτων.

Όταν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο δέχεται ακτινοβολία, διεγείρεται παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο καλείτε φωτόρευμα  $I_{ph}$  και του οποίου η τιμή θα είναι ανάλογη προς τα ενεργά φωτόνια που απορροφά το στοιχείο. Το φωτόρευμα είναι ανάλογο της φασματικής απόκρισης ως συνάρτηση του μήκους κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, γεγονός που αποδεικνύει την εξάρτηση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού στοιχείου, από την ποιότητα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η θεωρητική απόδοση των φ/β στοιχείων πυριτίου βάσει των μέχρι σήμερα ερευνών δεν ξεπερνά το 24% κατά την έκθεση τους στο ηλιακό φως. Πράγματι στις εργαστηριακές δοκιμές έχουν καταγραφεί αποδόσεις της τάξεως του 22% ενώ στην πράξη ο πραγματικός βαθμός απόδοσης δεν ξεπερνά το 15-16%. Η μικρή απόδοση των φ/β στοιχείων οφείλεται κυρίως στο γεγο ός της περιορισμένης δυνατότητας αξιοποίησης των φωτονίων που προσπίπτουν πάνω στην επιφάνεια τους με χαμηλό ή υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, στην αντανακλαστικότητα της επιφάνειάς τους, σε εσωτερικές απώλειες λόγω της κατασκευής τους και στην ατελή κρυσταλλική δομή τους. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φ/β στοιχείων πυριτίου. Αντίστοιχα στον Πίνακα 2.2 δίνονται τιμές για το θεωρητικό και τον πειραματικό βαθμό απόδοσης φ/β στοιχείων για διάφορους τύπους ημιαγωγών.



Σχήμα 2.9 – Επιρροή αποδοτικότητας PV σε σχέση με τη θερμοκρασία του.

**Πίνακας 2.1 – Απώλειες ηλιακής ενέργειας στο φ/β φαινόμενο**

Παράγοντες που επηρεάζουν τις απώλειες ενέργειας	Ηλιακή ακτινοβολία που δε μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό
Υπέρ-ενεργητικά φωτόνια	32%
Υπό-ενεργητικά φωτόνια	24%
Εσωτερικές απώλειες της κυψέλης	21%
Αντανακλάσεις στην επιφάνεια των φ/β	3%
Σχήμα κυψελών (κυκλικό, εξαγωνικό)	2%
<b>Σύνολο απωλειών</b>	<b>82%</b>

**Πίνακας 2.2 – Αποδόσεις διάφορων τύπων φ/β στοιχείων**

Υλικά φ/β στοιχείων	Θεωρητική βέλτιστη απόδοση	Πραγματική απόδοση
Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (m-Si)	24%	15%
Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (p-Si)	18%	12%
Άμορφο πυρίτιο (a-Si)	12%	5%
Μεμβράνες GaAs	23	-
Μεμβράνες CuO	20	-
Μεμβράνες Cd-Te	24	-

## 2.4 Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων

### 2.4.1 Κρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία πυριτίου (Si)

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για να κατασκευαστούν φωτοβολταϊκά στοιχεία στην βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό υλικό που παράγεται με τόσο μαζικό τρόπο. Το πυρίτιο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της αγοράς των φωτοβολταϊκών. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πυριτίου είναι:

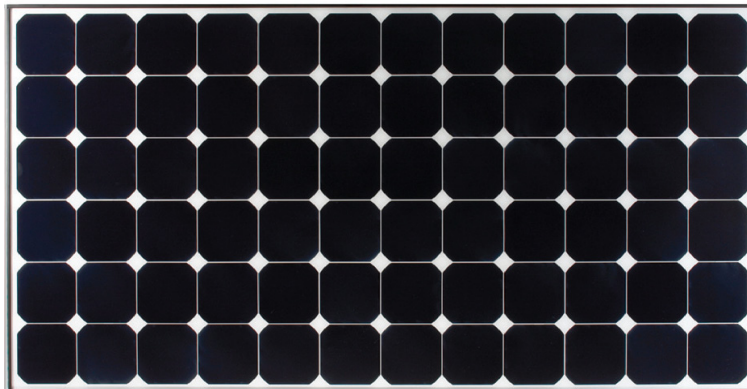
- Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στην φύση.
- Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το διοξείδιο του πυριτίου (SiO<sub>2</sub>) (ή κοινώς η άμμος) και ο χαλαζίτης αποτελούν το 28% του φλοιού της γης. Είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον.
- Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. Επίσης είναι σχετικά εύκολο να μετατραπεί στην μονοκρυσταλλική του μορφή.
- Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125°C κάτι που επιτρέπει την χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου ανταπεξέρχονται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

- Πολύ σημαντικό στοιχείο, που συνέβαλε στην γρήγορη ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στοιχεία τα τελευταία χρόνια, ήταν η ήδη αναπτυγμένη τεχνολογία, στην βιομηχανία της επεξεργασίας του πυριτίου, στον τομέα της ηλεκτρονικής (υπολογιστές, τηλεοράσεις κλπ). Το 2007 μάλιστα ήταν η πρώτη χρονιά που υπήρχε μεγαλύτερη ζήτηση (σε τόνους κρυσταλλικού πυριτίου) στην αγορά των φωτοβολταϊκών στοιχείων σε σχέση με αυτήν των ημιαγωγών της ηλεκτρονικής.

#### 2.4.1.1 Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (*Single Crystalline Silicon, sc-Si*)

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3mm. Η απόδοσή τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15-19% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης ανά επιφάνεια ή "ενεργειακής πυκνότητας".

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone). Αμφότερες βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου. Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα, είναι τα μοντέλα X-Series Solar Panels της SunPower με απόδοση πλαισίου 21,5%.



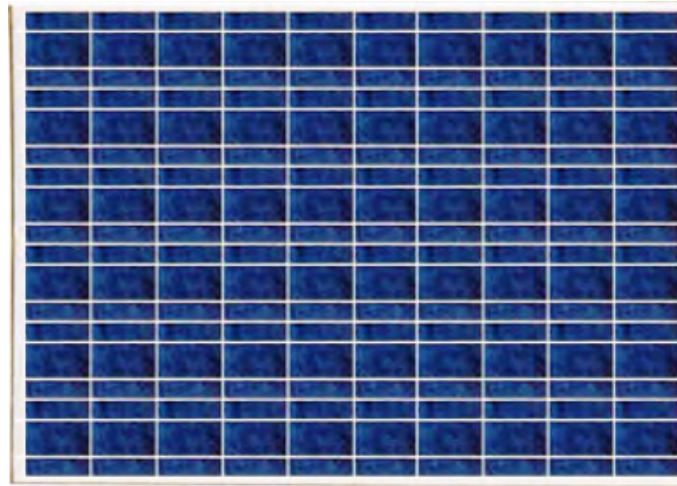
Σχήμα 2.10 – Φ/Β πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου (*sc-Si*)

#### 2.4.1.2 Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (*Multi Crystalline Silicon, mc-Si*)

Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3mm. Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη

είναι και η απόδοση για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20% ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία διατίθενται με αποδόσεις από 11 έως και 16% για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (πάνελ).

Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification), η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου (χύτευση) και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.



Σχήμα 2.11 – Φ/Β πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si)

#### 2.4.1.3 Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)

Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Αναπτύσσεται από την Evergreen Solar. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών πυριτίου. Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 mm. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%.

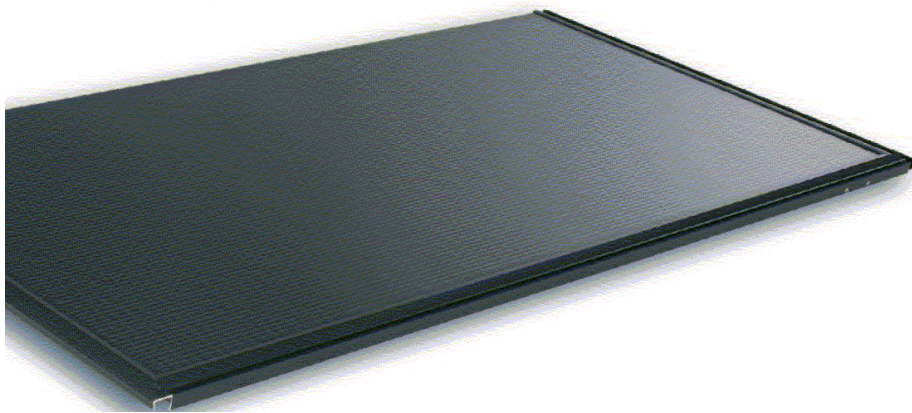


Σχήμα 2.12 – Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)

## 2.4.2 Φ/Β στοιχεία λεπτού υμενίου (Thin film)

### 2.4.2.1 Δισεληνιούχος ινδιούχος χαλκός ( $CuInSe_2$ ή CIS, με προσθήκη γάλλιου CIGS)

Ο δισεληνιούχος ινδιούχος χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 11%. Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γάλλιου CIGS, η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.



Σχήμα 2.13 – Φ/Β πλαίσιο ταινίας λεπτού υμενίου δισεληνιούχου ινδιούχου χαλκού (Ribbon Silicon)

### 2.4.2.2 Άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά, έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη.

Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται με χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6-8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσης του σε

σχέση με τα κρυσταλλικά ΦΒ, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά). Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες όσον αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούρια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20 ετών. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001mm ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3mm.



Σχήμα 2.14 – Φ/Β στοιχείο ταινίας άμορφου πυριτίου (*Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si*)

#### 2.4.2.3 Τελλουριούχου καδμίου (*CdTe*)

Το τελλουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση στα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχει φθάσει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Σημαντικότερος κατασκευαστής για φωτοβολταϊκά στοιχεία CdTe είναι η First Solar. Τροχοπέδη για την χρήση του αποτελεί το γεγονός ότι το κάδμιο σύμφωνα με κάποιες έρευνες είναι καρκινογόνο με αποτέλεσμα να προβληματίζει το ενδεχόμενο της εκτεταμένης χρήσης του.



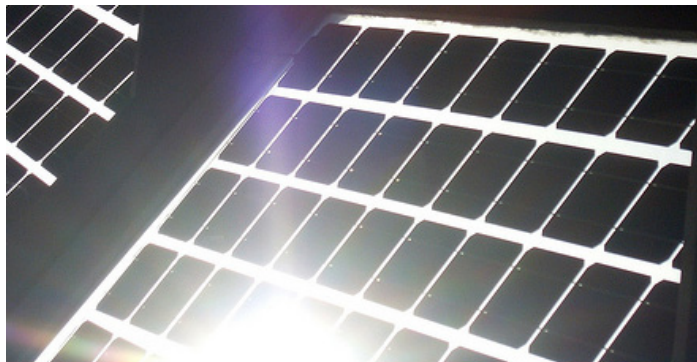
Σχήμα 2.15 – Φ/Β στοιχείο ταινίας τελλουριούχου καδμίου (*CdTe*)

Ήδη η Greenpeace έχει εναντιωθεί στην χρήση του. Επίσης προβληματίζει ή έλλειψη του τελλουρίου. Σημαντικότερη χρήση του είναι ή ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό BIPV (Building Integrated Photovoltaic).

#### 2.4.2.4 Αρσενικούχο γάλλιο (GaAs)

Το γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο άλλα έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες. Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (solar concentrators).

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.



Σχήμα 2.16 – Φ/Β στοιχείο ταινίας αρσενικούχου γάλλιου (GaAs)

### 2.4.3 Άλλες τεχνολογίες φ/β στοιχείων

#### 2.4.3.1 Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία

Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-layer). Τα πιο γνωστά εμπορικά υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω



και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Κατασκευάζεται από την Sanyo Solar.

Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης του πλαισίου που φτάνει σε εμπορικές εφαρμογές στο 17,2% και το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε μικρότερη επιφάνεια για να έχουμε την ίδια εγκατεστημένη ισχύ. Τα αντίστοιχα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν απόδοση 19,7%. Άλλα πλεονεκτήματα για τα υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι η υψηλή τους απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η μεγάλη τους απόδοση στην διαχεόμενη ακτινοβολία. Φυσικά, αφού προσφέρει τόσα πολλά, το υβριδικό φωτοβολταϊκό είναι και κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά φωτοβολταϊκά πλαίσια.

#### 2.4.3.2 Τύποι ναοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και διάφορα εργαστήρια στον κόσμο παρουσιάζουν νέες πατέντες. Κάποιες από τις τεχνολογίες στα φωτοβολταϊκά στοιχεία που φαίνεται να ξεχωρίζουν και μελλοντικά πιθανώς να γίνει ευρεία η χρήση τους είναι:

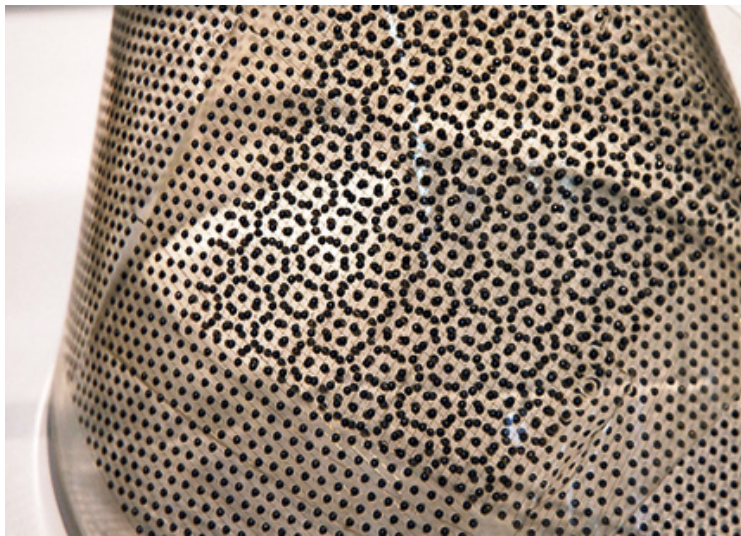
- Νανοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (nc-Si)
- Οργανικά / Πολυμερή στοιχεία

#### 2.4.3.3 Spherical solar cell

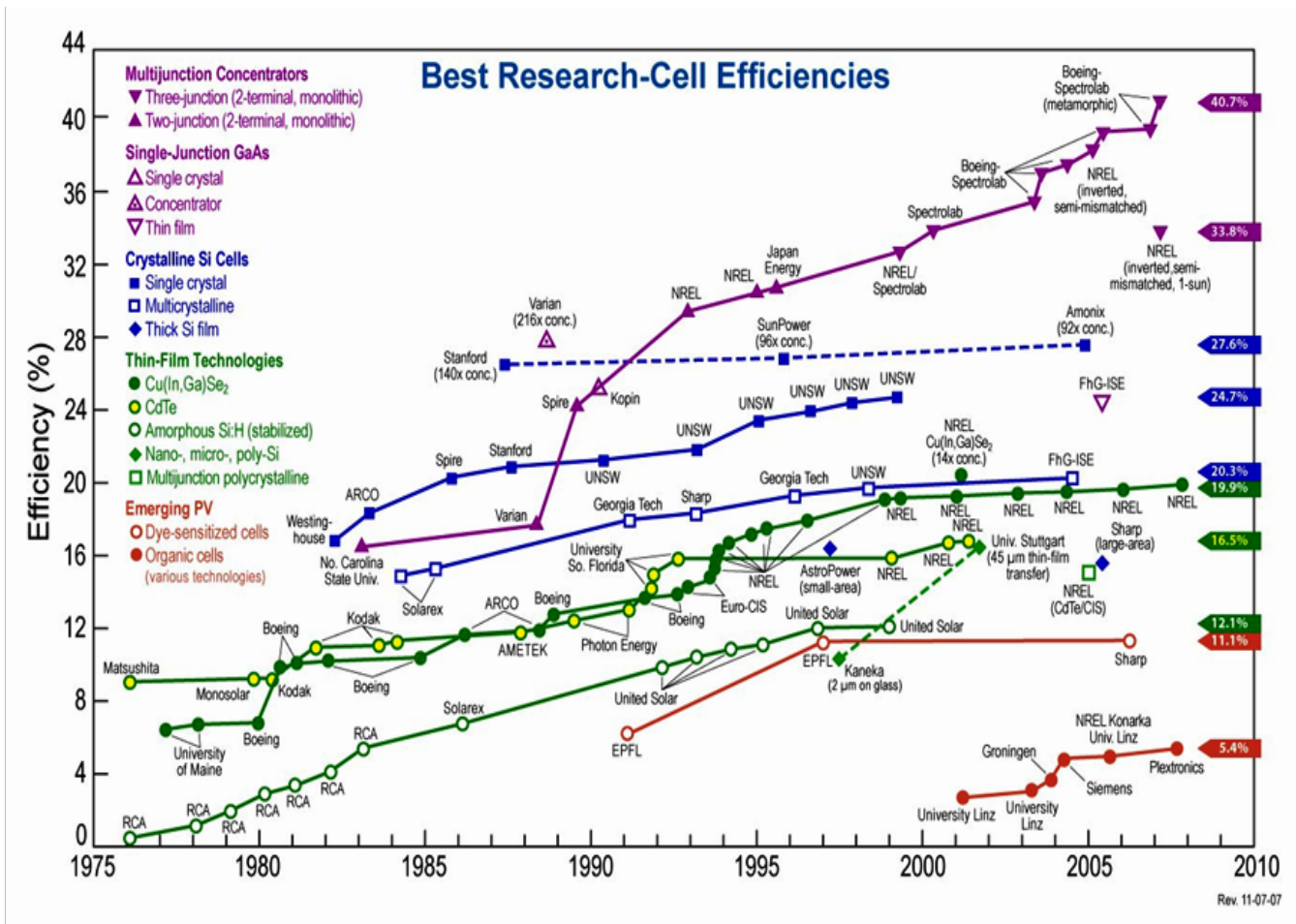
Αντίθετα με τα συμβατικά φωτοβολταϊκά κύτταρα, το νέο υλικό δεν επικάθεται σε άκαμπτη βάση πυριτίου, αλλά είναι φτιαγμένο από χιλιάδες πάμφθινα σφαιρίδια πυριτίου (κατασκευάζονται από υπολείμματα πυριτίου που προκύπτουν από τη βιομηχανία των chips των ηλεκτρονικών υπολογιστών), εγκλωβισμένα ανάμεσα σε δύο φύλλα αλουμινίου.

Κάθε σφαιρίδιο λειτουργεί ως ανεξάρτητο μικροσκοπικό φωτοβολταϊκό κύτταρο, απορροφώντας την ηλιακή ακτινοβολία και μετατρέποντάς την σε ηλεκτρισμό. Τα φύλλα αλουμινίου προσδίδουν στο υλικό τη φυσική αντοχή που χρειάζεται, του επιτρέπουν να είναι εύκαμπτο αλλά και ελαφρύ, ενώ ταυτόχρονα παίζουν το ρόλο ηλεκτρικής επαφής. Η γεμάτη φυσαλίδες επιφάνεια που δημιουργούν τα σφαιρίδια επιτρέπει πολύ μεγαλύτερη απορρόφηση ηλιακού φωτός, χαρίζοντας στο υλικό αποδοτικότητα της τάξης του 11%. Οι εφευρέτες του υποστηρίζουν ότι μπορεί να καλύψει οποιοδήποτε σχήματος επιφάνειες, αυξάνοντας κατά πολύ τους χώρους όπου μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια και δίνοντας στους αρχιτέκτονες τη δυνατότητα να σχεδιάσουν κτίρια με καμπύλες που θα μπορούν να είναι

εξοπλισμένα με φωτοβολταϊκά χωρίς μάλιστα να απαιτούνται ενισχυμένες κατασκευές για την στήριξή τους.



Σχήμα 2.17 – Φ/Β πλαίσιο με σφαιρικά στοιχεία (spherical solar cell)



Σχήμα 2.18 – Η εξέλιξη της απόδοσης των φ/β στοιχείων στη πάροδο του χρόνου.

## 2.5 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Το βασικό χαρακτηριστικό συστατικό κάθε φ/β εγκατάστασης είναι η φ/β γεννήτρια, που αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες με τα φ/β ηλιακά στοιχεία. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια «μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας» κατά αναλογία με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής από θερμοηλεκτρικά εργοστάσια.

Ένα φ/β πλαίσιο αποτελείται από ένα σύνολο φ/β στοιχείων κατάλληλα συνδεδεμένα και μια φ/β γεννήτρια αποτελείται από ένα σύνολο φ/β πλαισίων που ενώνονται και συγκροτούν συστοιχίες (PV Arrays).

### 2.5.1 Φωτοβολταϊκές κυψελίδες (Photovoltaic cells)

Οι φωτοβολταϊκές κυψελίδες (ή φωτοβολταϊκά στοιχεία) μπορούν να χαρακτηρισθούν σαν το «στοιχειώδες μέσον» μετατροπής άμεσα της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το υλικό κατασκευής τους ανήκει στους ημιαγωγούς. Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται περισσότερο, στοιχεία βασισμένα στο πυρίτιο (Si). Έτσι, για παράδειγμα υπάρχουν στοιχεία άμορφου πυριτίου και στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου.

Όπως κάθε σύστημα μετατροπής ενέργειας από μία μορφή σε μία άλλη, έχει κάποια χαρακτηριστικά, κάποιο βαθμό απόδοσης και κάποια όρια. Απ' αυτόν τον κανόνα δεν ξεφεύγουν ούτε τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Η ηλεκτρική ισχύς που παρέχει κάθε ανεξάρτητο φωτοβολταϊκό στοιχείο, εκτιθέμενο πλήρως στην ηλιακή ακτινοβολία, είναι της τάξεως μερικών εκατοντάδων mW, υπό τάση (για τις κυψελίδες πυριτίου) 0,4-0,8 Volts. Ισχύς πάρα πολύ μικρή για οποιαδήποτε πρακτική χρήση. Για την επίτευξη πρακτικού αποτελέσματος, καταφεύγουμε στο να συνδέσουμε μεταξύ τους κατάλληλα, πλήθος φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Το σύνολο που προκύπτει λέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο (Solar panel) και έχει την ικανότητα να παράσχει ηλεκτρική ισχύ άμεσα αξιοποιήσιμη. Από όλα αυτά προκύπτει ότι δεν υπάρχει λόγος περαιτέρω αναφοράς στα φωτοβολταϊκά στοιχεία αλλά στα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

### 2.5.2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια (Photovoltaic modules or panels)

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων κατάλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους με δυνατότητα να παρέχει αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ισχύ και αποτελεί ένα ενιαίο μηχανικό σύνολο.

Τα πλαίσια είναι προκατασκευασμένα στο εργοστάσιο. Τα ηλιακά στοιχεία στερεώνονται με κολλητική ουσία σε ένα ανθεκτικό φύλλο από μέταλλο (συνήθως αλουμίνιο) ή από ενισχυμένο πλαστικό, που αποτελεί την πλάτη του πλαισίου, ενώ η εμπρός όψη τους καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Το εμπρός και πίσω φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους, στεγανά και μόνιμα, με τη βοήθεια μιας ταινίας από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και συσφίγγονται με ένα περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Διαμορφώνεται έτσι το φ/β πλαίσιο (module), που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά και κυκλοφορεί στο εμπόριο για να χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης στη συγκρότηση φ/β γεννητριών.

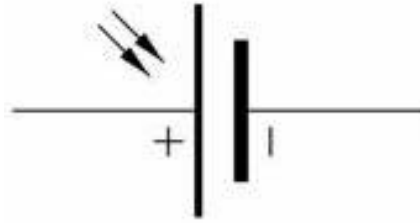
Λόγω των απαιτούμενων υλικών και εργασιών για την κατασκευή του, το κόστος προκύπτει σημαντικά μεγαλύτερο από τα φ/β στοιχεία που περιέχουν.

Συνώνυμο σχεδόν με το φ/β πλαίσιο είναι το φ/β πανέλο (panel). Όπως και το πλαίσιο, έχει συναρμολογηθεί και προκατασκευαστεί στο εργοστάσιο και είναι έτοιμο για τοποθέτηση σε φ/β εγκατάσταση, αλλά με τη διαφορά ότι ένα πανέλο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια (το ένα δίπλα στο άλλο) που είναι σε κοινή συσκευασία και κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Τα τελευταία χρόνια σχεδόν όλες οι εταιρίες που κατασκευάζουν φ/β στοιχεία, δεν διαχωρίζουν τα πλαίσια από τα πανέλα. Το προϊόν που παράγεται ονομάζεται φ/β πλαίσιο (module) και διατίθεται σε ποικιλία, όσον αφορά την ισχύ που παράγει, την τάση και τελικά τις διαστάσεις του. Για αυτό τον λόγο παρακάτω θα γίνεται αναφορά μόνο σε φ/β πλαίσια.

Από άποψη μηχανικής κατασκευής, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, αποτελούν μια στιβαρή κατασκευή, ικανή να αντέχει σε ισχυρές καταπονήσεις, υπερθερμάνσεις, διάβρωση και υγρασία. Αυτές τις ιδιότητες άλλωστε, πρέπει να τις έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια γιατί τοποθετούνται στην ύπαιθρο και ως εκ τούτου είναι εκτεθειμένα σε όλες τις καιρικές συνθήκες. Καλή μηχανική κατασκευή των φωτοβολταϊκών πλαισίων σημαίνει μακροζωία και καλή λειτουργία του ενεργειακού μας συστήματος.

Όλα αυτά αφ' ενός έχουν επιπτώσεις στο τελικό κόστος της ενέργειας που παρέχει το σύστημα και αφ' ετέρου στην αξιοπιστία του. Εκτιθέμενο το φωτοβολταϊκό πλαίσιο στην ηλιακή ακτινοβολία, θα αρχίσει αμέσως να τη μετατρέπει σε ηλεκτρική. Ένα μικρό μέρος μόνο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Σημαντικό επίσης, μέρος της απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα με επιπτώσεις στην απόδοσή του.

Για την παράσταση ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου χρησιμοποιούμε το σύμβολο που φαίνεται στο (σχήμα 2.19).



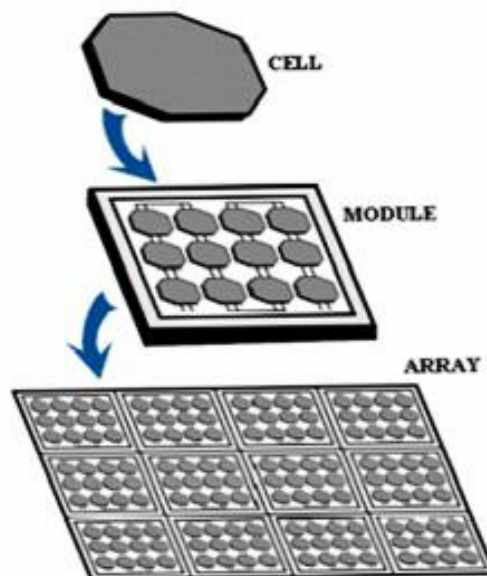
Σχήμα 2.19 – Σύμβολο παράστασης φωτοβολταϊκού πλαισίου.

### 2.5.3 Φωτοβολταϊκή συστοιχία (string or array)

Σε μια φ/β εγκατάσταση που έχει σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή λειτουργεί ως σταθμός παραγωγής, μπορεί να χρησιμοποιηθούν εκατοντάδες ή και χιλιάδες φ/β πλαίσια. Όπως είναι αναμενόμενο τα φ/β πλαίσια πρέπει να ομαδοποιηθούν και να συνδεθούν κατάλληλα. Για την αύξηση της αξιοπιστίας ενός φ/β συστήματος είναι σκόπιμο οι συνδέσεις των φ/β στοιχείων μέσα στα πλαίσια, αλλά και ανάμεσα στα πλαίσια να μην είναι μόνο στη σειρά αλλά και παράλληλες.

Με αυτόν τον τρόπο, αν ένα φ/β στοιχείο σκιαστεί ή αν πάθει βλάβη δεν θα μηδενιστεί η ισχύς που παράγει το σύστημα.

Έτσι τα φ/β πλαίσια ομαδοποιούνται σε φ/β συστοιχίες και τοποθετούνται σε κοινή βάση στήριξης, η οποία είναι συνήθως μεταλλική. Η σύνδεση των πλαισίων στη σειρά ή παράλληλα γίνεται έτσι ώστε να η τάση εξόδου της γεννήτριας να αποκτήσει την επιθυμητή τιμή.



Σχήμα 2.20 – Η δομή μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας (PV Array).

### 2.5.3.1 Σταθερές συστοιχίες

Ο απλούστερος τύπος μιας φ/β συστοιχίας είναι ο σταθερός (fixed), ο οποίος έχει το πλεονέκτημα των ακίνητων τμημάτων και το μειονέκτημα ότι δεν εκμεταλλεύεται με τον μέγιστο βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία. Τα πλαίσια τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό (για το Βόρειο ημισφαίριο) και έχουν μια κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο κατάλληλη ώστε να μεγιστοποιείται η πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με το χρονικό διάστημα που είναι επιθυμητό. Το χαμηλό τους βάρος και η απλότητά τους, τις καθιστά χρήσιμες για μια πληθώρα εφαρμογών ωστόσο αν δεν είναι αρκετή η ενέργεια που παράγεται και δεν υπάρχει επιπλέον διαθέσιμος χώρος, αναγκαστικά πρέπει να καταφύγει κάποιος σε μια εκ των επομένων εναλλακτικών.

### 2.5.3.2 Στρεφόμενες συστοιχίες

Για να βελτιωθεί η απόδοση συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστοιχίες με κινητά πλαίσια, τα οποία θα παρακολουθούν την κίνηση του ηλίου. Για να μεγιστοποιηθεί η προσλαμβανόμενη ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται η κίνηση των συστοιχιών τόσο στον οριζόντιο άξονα (άξονας ανύψωσης) όσο και στον πολικό άξονα (αζιμούθιος άξονας). Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το αν κινούνται σε έναν άξονα ή δύο άξονες.

#### 2.5.3.2.1 Στρεφόμενες συστοιχίες ενός άξονα

Στις στρεφόμενες συστοιχίες ενός άξονα ως άξονας κίνησής τους μπορεί να επιλεγεί είτε ο οριζόντιος είτε ο πολικός. Ο πολικός άξονας πλεονεκτεί όσον αφορά την συγκομιδή ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας έναντι του οριζόντιου άξονα κάνει όμως την εγκατάσταση πιο περίπλοκη μηχανικά.

#### 2.5.3.2.2 Περιτροφικές συστοιχίες δύο αξόνων

Αποτελούν την πλειοψηφία των στρεφόμενων συστοιχιών και επιτυγχάνουν την μέγιστη δυνατή συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας. Η καθοδήγηση των μηχανισμών γίνεται με την βοήθεια θερμοϋδραυλικών διατάξεων, μικροϋπολογιστών για την πρόβλεψη της θέσης του ηλίου και ηλιακών αισθητήρων, όπως φωτοαντιστάσεις και φωτοτρανζίστορ.

### 2.5.3.3 Συστοιχίες με ανακλαστήρες/κάτοπτρα

Ένας άλλος σχεδιασμός που βοηθά στην αύξηση της απόδοσης ενός φ/β συστήματος επιτυγχάνεται με την χρήση ανακλαστήρων/κατόπτρων. Κατασκευάζονται σε διάφορες

μορφές (κοίλα, παραβολικά, ελλειπτικά, τριγωνικά, κωνικά, κ.α.) και σκοπός τους είναι να ενισχύουν και να εστιάζουν το ποσό του ηλιακού φωτός προς τα φ/β στοιχεία.

#### 2.5.3.4 Στρεφόμενες συστοιχίες με κάτοπτρα

Τέλος μπορεί να χρησιμοποιηθούν στρεφόμενες συστοιχίες ταυτόχρονα με κάτοπτρα για ακόμη μεγαλύτερη πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας. Η παρακολούθηση του ήλιου επιτυγχάνεται είτε περιστρέφοντας την συστοιχία προς την κατεύθυνση των ηλιακών ακτινών, είτε ανακλώντας τις ακτίνες με την χρήση περιστροφικών κατόπτρων προς το φ/β πλαίσιο. Και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούν κινητά μέλη, ωστόσο το πλεονέκτημα της χρήσης κινητών κατόπτρων, αντί των κινητών συστοιχιών, είναι ότι η καταπόνηση, την οποία δέχεται η συστοιχία αποφεύγεται. Επιπλέον οι ανακλαστικές θα πρέπει να περιστρέφονται κατά το ήμισυ από ότι οι συστοιχίες, αφού το φαινόμενο της ανάκλασης διπλασιάζει την κίνηση του κατόπτρου.

#### 2.5.3.5 Βέλτιστη διάταξη σταθερών συστοιχιών

Καταρχήν είναι πολύ σημαντικό σε μια φ/β εγκατάσταση, οι φ/β συστοιχίες να μην σκιάζονται από παρακείμενα εμπόδια (δέντρα, κτίρια, βουνά κλπ.). Σε μια τοποθεσία με γεωγραφικό πλάτος  $\varphi$ , η προϋπόθεση ανοιχτού ορίζοντα θεωρείται ότι εξασφαλίζεται όταν η γωνία του ύψους ( $\beta$ ) των γειτονικών συστοιχιών, δέντρων, κτιρίων ή άλλων εμποδίων ικανοποιεί μέσα σε μία αζιμούθιο γωνία από  $-60^\circ$  μέχρι  $60^\circ$  προς τον Νότο, τη σχέση:

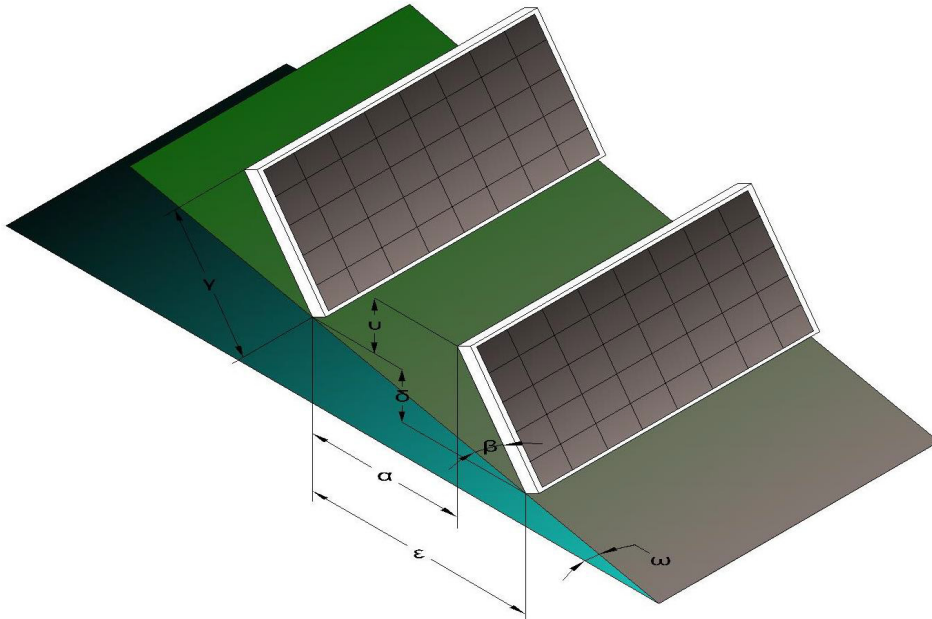
$$\beta \leq 48^\circ - \varphi \quad (2.1)$$

Για να υπολογιστεί η ελάχιστη απόσταση  $\epsilon$ , μεταξύ δύο συστοιχιών που θα εξασφαλίζει ότι δεν σκιάζει αισθητά η μία συστοιχία την επόμενη, χρησιμοποιείται το διάγραμμα της εταιρία Monogon και είναι εμπειρικό (σχήμα 2.22). Συνδέει τον λόγο της ελεύθερης απόστασης  $\alpha$  προς το ύψος των συστοιχιών  $\nu$ , με το γεωγραφικό πλάτος  $\varphi$  του τόπου.

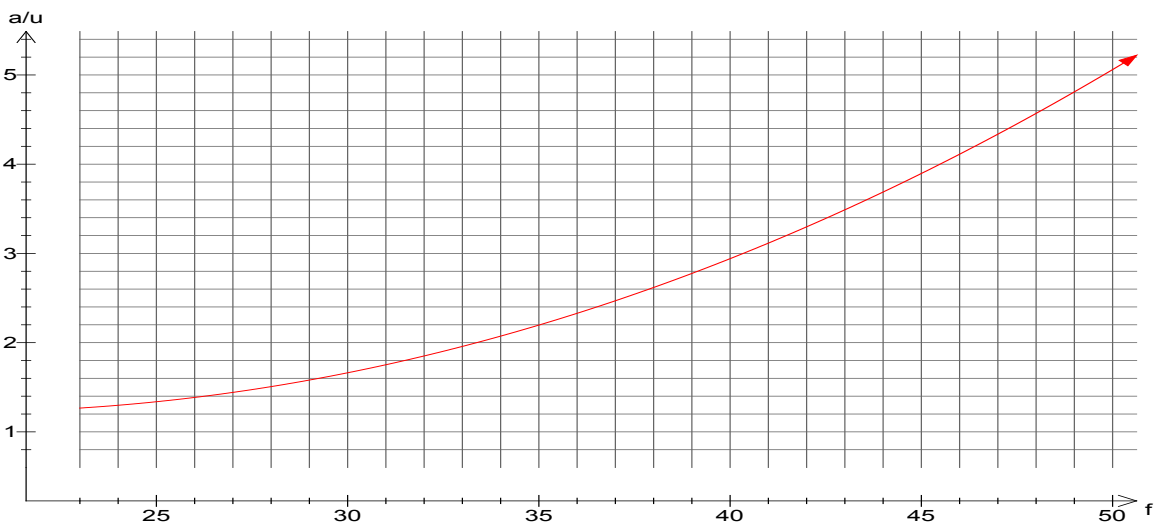
Η καμπύλη προσεγγίζεται ικανοποιητικά για τιμές του γεωγραφικού πλάτους από  $25^\circ$  μέχρι  $45^\circ$  από την μαθηματική σχέση:

$$\frac{\alpha}{\nu} = 0.0042 \times \varphi^2 - 0.1661 \times \varphi + 2.8653 \quad (2.2)$$

$\varphi$  : γεωγραφικό πλάτος (μοίρες)



Σχήμα 2.21 – Η διάταξη των φ/β συστοιχιών σε κεκλιμένη επιφάνεια, με νότιο προσανατολισμό.



Σχήμα 2.22 – Το διάγραμμα Monegon (1980)

Για να βρεθεί το ζητούμενο, που είναι ο υπολογισμός της απόστασης  $\epsilon$ , πρέπει να λυθεί το παρακάτω σύστημα εξισώσεων, το οποίο περιέχει διάφορες γεωμετρικές σχέσεις που προκύπτουν από το (σχήμα 2.21) και τη τιμή από το διάγραμμα Monegon (σχήμα 2.22):

$$\begin{cases} v = \gamma \times \sin(\beta) - \delta \\ \frac{\alpha}{v} = \text{στάθερα διαγράμματος Monegon} \\ \epsilon = \alpha + \gamma \times \cos(\beta) \\ \kappa = \tan(\omega) = \frac{\delta}{\epsilon} \end{cases} \quad (2.3)$$



Πρέπει να τονιστεί ότι η κλίση  $\kappa$  μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές, όταν έχουμε υπερύψωση της νότιας πλευράς, που συνεπάγεται και αρνητικές τιμές της παραμέτρου  $\delta$ .

Επιλύοντας το παραπάνω σύστημα καταλήγουμε στη σχέση:

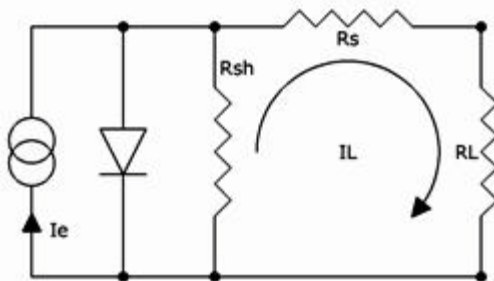
$$\varepsilon = \gamma \times \frac{\frac{\alpha}{\nu} \times \sin(\beta) + \cos(\beta)}{1 + \frac{\alpha}{\nu} \times \kappa} \quad (2.4)$$

Παρατηρείται ότι η απόσταση  $\varepsilon$  μεταξύ των συστοιχιών είναι ανάλογη με το ύψος  $\gamma$  της συστοιχίας. Η απόσταση  $\varepsilon$  αυξάνεται ταυτόχρονα με την αύξηση της κλίσης μέχρι να φτάσει τη μέγιστη τιμή της που είναι περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερη από το ύψος των συστοιχιών και εμφανίζεται στις  $70^\circ$  περίπου.

## 2.6 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών στοιχείων

Αναπτύσσοντας μια ενεργειακή εφαρμογή, βασισμένη στα φωτοβολταϊκά στοιχεία, πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν.

Έτσι, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, σαν ημιαγωγά στοιχεία που είναι, περιγράφονται από ένα ισοδύναμο κύκλωμα (σχήμα 2.23).



- $R_{sh}$  = Αντίσταση επαφής
- $R_s$  = Εσωτερική αντίσταση
- $R_L$  = Αντίσταση φορτίου
- $I_L$  = Ρεύμα φορτίου

Σχήμα 2.23 – Ισοδύναμο κύκλωμα φωτοβολταϊκού στοιχείου που φωτίζεται.

Παρατηρούμε ότι το φ/β στοιχείο αποτελεί μια πηγή ρεύματος που ελέγχεται από μια δίοδο. Το ισοδύναμο κύκλωμα περιέχει ακόμα την αντίσταση σειράς  $R_s$ , η οποία εμποδίζει την κίνηση των φορέων μέσα στον ημιαγωγό και την παράλληλη αντίσταση  $R_{sh}$ , η οποία εμφανίζεται λόγω διαρροών ρεύματος κάνοντας την αντίσταση διαμέσου της δίοδου μη άπειρη.

Το παραγόμενο φωτόρευμα από το στοιχείο δίνεται από τη σχέση:

$$I_\phi = I_o \left[ e^{\left( \frac{e \times V}{\gamma \times k \times T} \right)} - 1 \right] \quad (2.5)$$

όπου  $I_o$  : το ανάστροφο ρεύμα κόρου

$V$  : η τάση που δημιουργείται στα άκρα της διόδου,

$\gamma$  : ο συντελεστής ποιότητας της διόδου (μεταξύ 1 και 2),

$k$  : η σταθερά Boltzmann,

$T$  : η απόλυτη θερμοκρασία.

Ενώ με ανάλυση του ισοδύναμου κυκλώματος, το ρεύμα που καταλήγει τελικά στο φορτίο υπολογίζεται:

$$I_L = \frac{I_\phi - I_o \left[ e^{\left( \frac{e(V_L - I_L R_s)}{\gamma k T} \right)} - 1 \right] - \frac{V_L}{R_{sh}}}{1 + \frac{R_s}{R_{sh}}} \quad (2.6)$$

όπου  $V_L$  η τάση εξόδου του φ/β στοιχείου.

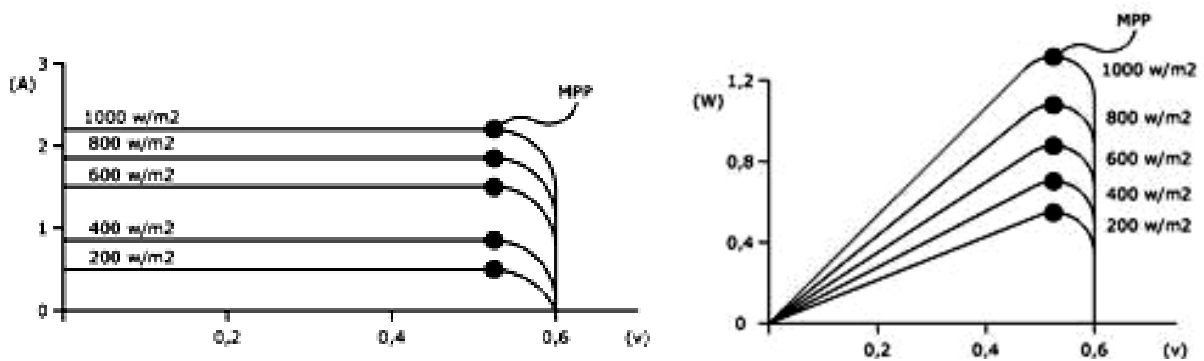
Η αντίσταση  $R_{sh}$  δεν έχει, πρακτικά, επίδραση στην απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Το ρεύμα φορτίου  $I_L$ , διαρρέει και την εσωτερική αντίσταση  $R_s$  με αποτέλεσμα να εμφανίζονται απώλειες ισχύος  $P_A$ .

$$P_A = R_s \times I_L^2 \quad (2.7)$$

Η  $P_A$  μετατρέπεται σε θερμότητα που συμβάλλει σημαντικά στην άνοδο της θερμοκρασίας του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Η απώλεια αυτή είναι σημαντική ακόμη και για πολύ μικρές τιμές της  $R_s$  (π.χ.  $R_s = 1\Omega$ ).

Η παρεχόμενη ωφέλιμη ισχύς από το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι:

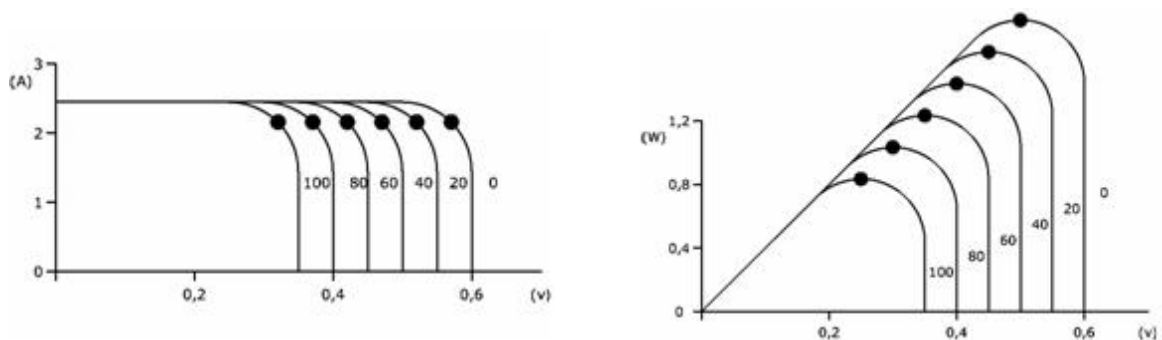
$$P_O = R_L \times I_L^2 \quad (2.8)$$



Σχήμα 2.24 – Οι καμπύλες ρεύματος-τάσης ( $I-V$ ) και ισχύος-τάσης ( $P-V$ ) φωτοβολταϊκού στοιχείου που βρίσκεται σε θερμοκρασία μηδέν βαθμούς  $^{\circ}C$  για διάφορες τιμές της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Από το σχήμα 2.24 παρατηρούμε ότι η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων εξαρτάται άμεσα από την ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνειά τους. Στοιχείο ιδιαίτερα χρήσιμο, όταν γίνεται η εκλογή της θέσης που θα εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, είναι ο προσανατολισμός τους καθώς επίσης και η γωνία κλίσης τους ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Η μέγιστη ισχύς παρέχεται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία όταν αυτά εργάζονται στο σημείο MPPT (Maximum Power Point Trackers). Στοιχείο που λαμβάνεται υπόψη όταν γίνεται ο σχεδιασμός των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου που απαιτούνται σε παρόμοιες εφαρμογές καθώς επίσης και των συστημάτων φόρτισης συσσωρευτών απαραίτητων για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 2.25 – Οι καμπύλες ρεύματος-τάσης ( $I-V$ ) και ισχύος-τάσης ( $P-V$ ) φωτοβολταϊκού στοιχείου με σταθερή προσπίπτουσα ακτινοβολία ( $E=1000 \text{ W/m}^2$ ) για διάφορες τιμές της θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )

Από το σχήμα 2.25 παρατηρούμε ότι η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, που η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται είναι σταθερή ( $E=1000 \text{ W/m}^2$ ), εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία στην οποία βρίσκονται.

Συγκεκριμένα, όταν η θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού στοιχείου αυξάνεται η απόδοσή του μειώνεται. Στοιχείο που λαμβάνεται υπόψη όταν γίνεται, η εγκατάσταση τους φροντίζοντας για την καλύτερη φυσική τους ψύξη (να μην τοποθετούνται στην πίσω πλευρά τους μονωτικά υλικά και να υπάρχει ελεύθερος χώρος για την κυκλοφορία του αέρα).

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα, ισχύουν και για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και για τα ηλιακά πλαίσια ή συνδυασμό ηλιακών πλαισίων (συστοιχίες). Διαφέρουν μόνο τα αριθμητικά μεγέθη.

Επιπλέον για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να γνωρίζουμε και τα εξής:

- τη μέγιστη ισχύ πλαισίου  $P_{\max}$  (W) ή ισχύς αιχμής, με μονάδες βατ αιχμής ( $W_p$ )
- την τάση μέγιστης ισχύος  $V_{\max}$  (V)
- την ένταση μέγιστης ισχύος  $I_{\max}$  (A)
- την τάση ανοικτού κυκλώματος  $V_{OC}$  (V)

- την ένταση βραχυκυκλώματος  $I_{SC}$  (A)
- την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας  $E$  ( $W/m^2$ )
- την αέρια μάζα ( $M$ )
- τη θερμοκρασία του πλαισίου  $T_m$  ( $^{\circ}C$ )
- τις διαστάσεις του πλαισίου μήκος  $L$ , πλάτος  $h$  και πάχος  $S$  (m) και το βάρος του πλαισίου  $B$  (Kg).

### 2.6.1 Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών στοιχείων

Ως απόδοση ενός φ/β στοιχείου  $\eta_c$ , ορίζεται το πηλίκο της μέγιστης ισχύος  $P_{max}$ , που αποδίδει, προς το γινόμενο της προσπίπτουσας έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και της επιφάνειας  $S_c$  του φ/β στοιχείου:

$$\eta_c = \frac{P_{max}}{E \cdot S_c} = \frac{I_{max} \cdot V_{max}}{E \cdot S_c} \quad (2.9)$$

Ο λόγος της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος  $P_{max}$  προς το γινόμενο της βραχυκυκλωμένης έντασης  $I_{SC}$  και της ανοιχτοκυκλωμένης τάσης  $V_{OC}$  ενός φ/β στοιχείου, ονομάζεται συντελεστής πλήρωσης  $FF$  (fill factor):

$$FF = \frac{I_{max} \cdot V_{max}}{I_{SC} \cdot V_{OC}} \quad (2.10)$$

Επομένως η απόδοση του φ/β στοιχείου μπορεί να γραφτεί και ως εξής:

$$\eta_c = \frac{I_{SC} \cdot V_{OC} \cdot FF}{E \cdot S_c} \quad (2.11)$$

Ως μέγιστη ισχύ του φ/β στοιχείου θεωρούμε αυτήν που λαμβάνουμε όταν η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι  $1000W/m^2$ , υπό τις ακόλουθες συνθήκες:

- Θερμοκρασία φ/β στοιχείου  $25^{\circ}C$ .
- Μάζα αέρα  $1,5$  Η τιμή αυτή της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ονομάζεται και ένταση ακτινοβολίας ενός ήλιου, δηλαδή:  $1SUN=1000W/m^2=1kW/m^2$ .

Αντίστοιχα η ισχύς που παράγεται από ένα φ/β πλαίσιο όταν δέχεται ακτινοβολία  $1SUN$  με την ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνειά του ονομάζεται Watt αιχμής ( $W_p$  - peak Watt).

### 2.6.2 Βαθμός απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου

Ο συντελεστής απόδοσης ενός φ/β πλαισίου, ορίζεται με παρόμοιο τρόπο με αυτόν του φ/β στοιχείου. Εκφράζει τον λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το φ/β πλαίσιο, προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια. Επειδή όμως η επιφάνεια ενός φ/β πλαισίου δεν είναι καλυμμένη εξολοκλήρου από φ/β στοιχεία η απόδοση διαφέρει από την απόδοση των στοιχείων που αποτελείται. Ορίζεται ο συντελεστής κάλυψης ( $\sigma_k$ ) ενός φ/β πλαισίου ως ο λόγος της συνολικής ενεργού επιφάνειας των ηλιακών στοιχείων, δηλαδή της επιφάνειας του ημιαγωγού όπου γίνεται η απορρόφηση και μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας, προς τη συνολική επιφάνεια του φ/β πλαισίου. Στις παρακάτω σχέσεις οι δείκτες που χρησιμοποιούνται παραπέμπουν στο αν το μέγεθος αφορά το πλαίσιο ( $m \rightarrow \text{module}$ ) ή το στοιχείο ( $c \rightarrow \text{cell}$ ).

Ο συντελεστής απόδοσης ενός πλαισίου δίνεται από τις σχέσεις :

$$\eta_m = \frac{P_m}{E \times F_m} \quad (2.12)$$

$$P_m = V_m \times I_m \quad (2.13)$$

$$F = L \times h \quad (2.14)$$

όπου  $F_m$  : επιφάνεια πλαισίου ( $m^2$ )

Τέλος εναλλακτικά θα μπορούσε κάποιος να υπολογίσει τον συντελεστή απόδοσης κατά προσέγγιση από την σχέση:

$$\eta_m = \frac{P_m \times \sigma_k}{E \times F_m \times N_c} \quad (2.15)$$

Όπου  $N_c$  ο συνολικός αριθμός των φ/β στοιχείων που περιέχονται στο πλαίσιο. Η σχέση (2.15) δεν δίνει ακριβή αποτελέσματα, καθώς σε ένα φ/β πλαίσιο υπάρχουν και άλλες απώλειες, εκτός του συντελεστή κάλυψης ( $\sigma_k$ ).

#### 2.6.2.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στην απόδοση

Ένας σημαντικός παράγοντας, ο οποίος μπορεί να μεταβάλλει αξιοσημείωτα την απόδοση ενός φ/β πλαισίου είναι η θερμοκρασία των φ/β στοιχείων του.

Έχει μετρηθεί ότι κυρίως λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται, αλλά και λόγω των ηλεκτρικών απωλειών που πραγματοποιούνται πάνω τους, στις αντιστάσεις σειράς, τα φ/β στοιχεία αποκτούν κατά την λειτουργία τους θερμοκρασία αρκετά μεγαλύτερη από αυτή

του περιβάλλοντος. Αν  $T_c$  είναι η θερμοκρασία του στοιχείου μπορούμε να θεωρήσουμε ότι εξαρτάται αυτή γραμμικά από την θερμοκρασία περιβάλλοντος  $T_a$  και την ηλιακή ακτινοβολία  $E$ , ως εξής:

$$T_c = T_a + h_w \times E \quad (2.16)$$

όπου  $h_w$  είναι ένας χαρακτηριστικός συντελεστής των φ/β πλαισίων, με τιμή συνήθως  $0,03 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ .

Αυτό συνεπάγεται ότι ένα φ/β πλαίσιο που δέχεται ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{kW/m}^2$ , θα έχει θερμοκρασία κατά  $30^\circ\text{C}$  μεγαλύτερη από αυτή του περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία ακόμα επηρεάζεται από την ταχύτητα του ανέμου και γίνεται καλύτερη απαγωγή θερμότητας όσο η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη. Ως γενικός κανόνας στους υπολογισμούς φ/β εγκαταστάσεων, που επαληθεύεται και από μετρήσεις σε πραγματικές εγκαταστάσεις, λαμβάνεται συνήθως αύξηση της θερμοκρασίας του φ/β πλαισίου κατά  $30^\circ\text{C}$  από αυτή του περιβάλλοντος.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός φ/β πλαισίου δίνονται συνήθως σε στάνταρ συνθήκες (STC: Standard Test Conditions), δηλαδή θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ ,  $AM=1,5$  και ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{kW/m}^2$ . Αν υποθέσουμε ότι  $\eta_{m,STC}$  είναι η απόδοση του φ/β πλαισίου σε STC, τότε για να υπολογιστεί η απόδοση σε οποιαδήποτε άλλη θερμοκρασία χρειάζεται ένας διορθωτικός θερμοκρασιακός συντελεστής ( $\sigma_\theta$ ), ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_\theta = 1 - (T_c - 25) \times 0.005 \quad (2.17)$$

Η σχέση αυτή ισχύει για τα συμβατικά στοιχεία πυριτίου και υποδηλώνει μείωση της απόδοσης κατά  $0,005$  ανά βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας πάνω από τη θερμοκρασία των  $25^\circ\text{C}$ . Τελικά η απόδοση ενός φ/β πλαισίου σε οποιαδήποτε θερμοκρασία προκύπτει:

$$\eta_m = \sigma_\theta \times \eta_{m,25^\circ\text{C}} \quad (2.18)$$

### 2.6.2.2 Επίδραση της ρύπανσης στην απόδοση

Ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να μειώσει την ηλεκτροπαραγωγή των φ/β πλαισίων, ιδίως όταν έχω μικρή κλίση, είναι η ρύπανση της επιφάνειάς τους από την επικάλυψη σκόνης, φύλλων, χιονιού κ.α. Η μείωση είναι σημαντικότερη σε αστικές περιοχές λόγω της αιθάλης που αιωρείται στην ατμόσφαιρα και προσκολλάται ισχυρά στην γυάλινη ή πλαστική επιφάνεια των φ/β πλαισίων, χωρίς να μπορεί η βροχή εύκολα να τη ξεπλύνει.

Επομένως είναι σημαντικό όταν η φ/β γεννήτρια πρόκειται να εγκατασταθεί σε μια περιοχή, που εκτιμάται ότι η ρύπανσή της θα είναι σημαντική να προβλεφθεί στους υπολογισμούς η αντίστοιχη μείωση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρησιμοποίηση ενός αδιάστατου συντελεστή καθαρότητας ( $\sigma_p$ ). Ο συντελεστής αυτός ορίζεται ως ο λόγος της ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το ρυπασμένο φ/β πλαίσιο προς την ηλεκτρική ισχύ που παράγει όταν η επιφάνειά του είναι τελείως καθαρή. Η τιμή του  $\sigma_p$  είναι τόσο μικρότερη από τη μονάδα, όσο εντολότερη είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος, όσο μικρότερη είναι η κλίση του φ/β πλαισίου, όσο σπανιότερες είναι οι βροχές στην περιοχή κλπ.

Τελικά η απόδοση ενός φ/β πλαισίου, λαμβάνοντας υπόψη την ρύπανση της επιφάνειάς του, προκύπτει:

$$\eta_m = \sigma_p \times \eta_{m,\kappa} \quad (2.19)$$

όπου  $\eta_{m,\kappa}$  η απόδοσή του, όταν είναι καθαρό.

**Πίνακας 2.3 – Συντελεστής ρύπανσης του περιβάλλοντος**

$\sigma_p$	Περιβάλλον
1,0	χωρίς ρύπανση
0,9	με μέτρια επίπεδα ρύπανσης
0,8	με υψηλά επίπεδα ρύπανσης

Από τα ανωτέρω διαφαίνεται ότι πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να γίνεται καθαρισμός της γυάλινης επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Ανακεφαλαιώνοντας, μπορούμε να πούμε ότι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παρέχουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (DC) χαμηλής τάσεως, όταν αυτά εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία.

## 2.7 Συνδεσμολογία συστοιχιών φωτοβολταϊκών πλαισίων

Στις περισσότερες περιπτώσεις ηλεκτροδότησης με τη χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων, η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται παρέχεται από περισσότερα του ενός πλαισίου κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Οι τρόποι που μπορούν να συνδεθούν είναι:

- σε σειρά
- Παράλληλα
- Μικτά

### 2.7.1 Σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά

Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να επιτύχουμε τάση μεγαλύτερη από την τάση που παρέχει κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο χωριστά. Η σύνδεση γίνεται ως εξής:

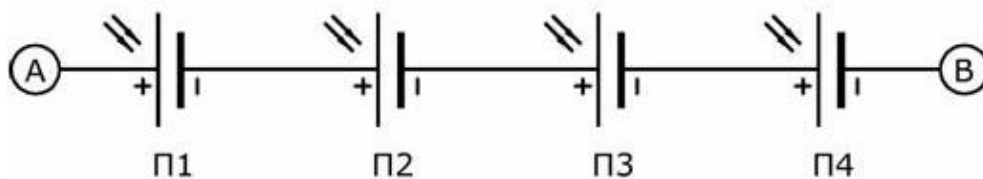
Ο θετικός πόλος του ενός στοιχείου συνδέεται με τον αρνητικό πόλο του επομένου και η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να συνδεθούν όλα μεταξύ τους. Έτσι προκύπτει μια συστοιχία φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά.

Τα πλαίσια που θα συνδεθούν σε σειρά πρέπει να έχουν το ίδιο ρεύμα βραχυκύκλωσης ( $I_{SK}$ ) και το ίδιο ρεύμα μέγιστης ισχύος ( $I_m$ ).

Η συνολική τάση της συστοιχίας είναι το άθροισμα των τάσεων των 'ν' πλαισίων. Έτσι προκύπτει ότι έχουμε:

$$V_{OC} = V_{OC.1} + V_{OC.2} + \dots + V_{OC.n} \quad (\text{τ ση άνοιχτώ κυκλ) ματος} \quad (2.20)$$

$$V_m = V_{m.1} + V_{m.2} + \dots + V_{m.n} \quad (\text{τέ ση μ γιστής ισχ ος} \quad (2.21)$$



Σχήμα 2.26 – Σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά.

Στο σχήμα 2.26 φαίνεται η σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκού πλαισίων εν σειρά. Οι ακροδέκτες της συστοιχίας που προκύπτει είναι οι A (θετικός ακροδέκτης) και B (αρνητικός ακροδέκτης). Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σε κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο κυκλοφορεί το ίδιο ρεύμα.

### 2.7.2 Σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων παράλληλα

Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να επιτύχουμε ρεύμα μεγαλύτερο από το ρεύμα που παρέχει κάθε πλαίσιο χωριστά. Η σύνδεση γίνεται ως εξής:

Ο θετικός πόλος του ενός στοιχείου συνδέεται με τον θετικό πόλο του άλλου και ο αρνητικός πόλος με τον αρνητικό πόλο του άλλου. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να συνδεθούν όλα μεταξύ τους. Έτσι προκύπτει μια συστοιχία φωτοβολταϊκών πλαισίων συνδεδεμένων παράλληλα.

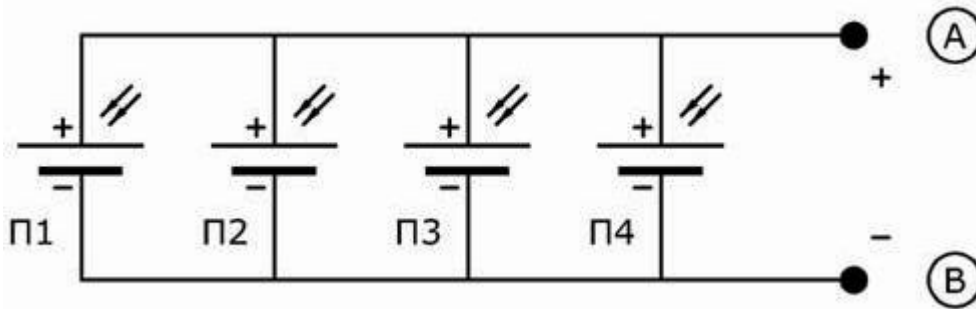


Τα πλαίσια που θα συνδεθούν παράλληλα πρέπει να έχουν την ίδια τάση ανοικτού κυκλώματος  $V_{OC}$ .

Το συνολικό ρεύμα της συστοιχίας είναι το άθροισμα των ρευμάτων του κάθε πλαισίου. Έτσι έχουμε:

$$I_{SC} = I_{SC.1} + I_{SC.2} + \dots + I_{SC.v} \quad (\text{νταση βραχύκυκλματος}) \quad (2.22)$$

$$I_m = I_{m.1} + I_{m.2} + \dots + I_{m.v} \quad (\text{ντάση μ γιστηφ ισχ ος}) \quad (2.23)$$

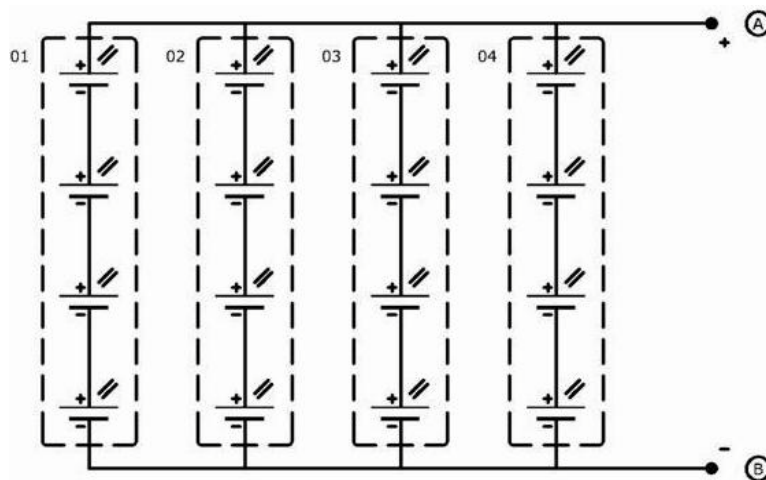


Σχήμα 2.27 – Σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκών πλαισίων παράλληλα.

Στο σχήμα 2.27 φαίνεται η παράλληλα σύνδεση τεσσάρων φωτοβολταϊκού πλαισίων. Οι ακροδέκτες της συστοιχίας που προκύπτει είναι οι A (θετικός ακροδέκτης) και B (αρνητικός ακροδέκτης). Οι τάσεις ανοικτού κυκλώματος  $V_{OC}$  και μέγιστης ισχύος  $V_m$  της συστοιχίας είναι ίδιες με τις αντίστοιχες τάσεις των πλαισίων.

### 2.7.3 Μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Με αυτή τη μικτή σύνδεση πετυχαίνουμε την αύξηση του ρεύματος και της τάσης ταυτόχρονα, σε τιμές που δεν είναι διαθέσιμες από απλά πλαίσια. Από τεχνικής άποψης είναι συνδυασμός της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης και κατά συνέπεια ισχύει ότι ισχύει σε αυτές τις συνδέσεις.



Σχήμα 2.28 – Μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Η τάση καθορίζεται από τα στοιχεία που είναι σε σειρά, ενώ το συνολικό ρεύμα από τις παράλληλες ομάδες. Η συνολική ισχύς που προκύπτει από μια σύνδεση πλαισίων, ανεξάρτητα του τύπου της, είναι το άθροισμα της ισχύος κάθε πλαισίου χωριστά. Τα πλαίσια που αποτελούν μια συστοιχία πρέπει να εργάζονται όλα κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

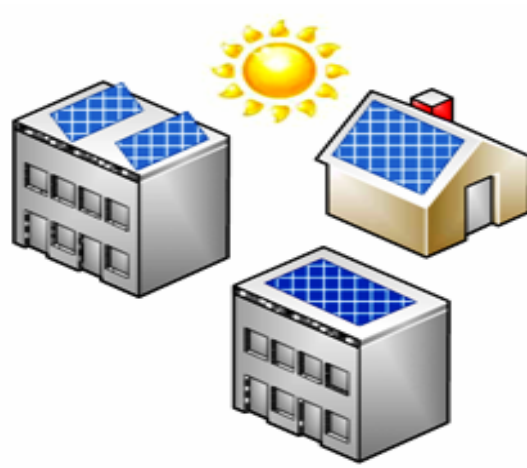
Στο σχήμα 2.28 φαίνεται η μικτή σύνδεση δεκαέξι φωτοβολταϊκών πλαισίων. Οι ακροδέκτες της συστοιχίας που προκύπτει είναι οι A (θετικός ακροδέκτης) και B (αρνητικός ακροδέκτης).

## 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

### “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ”

#### 3.1 Εισαγωγή

Πεδίο εφαρμογής της εργασίας είναι τα Φ/Β συστήματα που εγκαθίστανται σε κτηριακές εγκαταστάσεις όπως προβλέπεται από την ΚΥΑ με θέμα: «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων» (ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009) και αφορούν σε Φ/Β συστήματα ισχύος έως 5 ΚWp προκειμένου για μονοφασική παροχή, ή ισχύος έως 10 kWp προκειμένου για τριφασική παροχή.



Σχήμα 3.1 – Φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτηριακές εγκαταστάσεις

#### 3.2 Κατάταξη Συστημάτων

Τα ενεργειακά συστήματα που βασίζονται σε ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο, μπορούν να καταταγούν με τα ακόλουθα στοιχεία:

- την περίοδο λειτουργίας τους,
- τον χρόνο κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας,
- τον τύπο του φορτίου,
- την μέγιστη ισχύ του φορτίου,
- αν αποθηκεύουν ή όχι την ηλεκτρική ενέργεια και
- αν χρησιμοποιείται βοηθητική πηγή ενέργειας.

### 3.2.1 Περίοδος λειτουργίας

Είναι η περίοδος του έτους κατά την οποία είναι απαραίτητο να λειτουργούν τα Φ/Β. Έτσι έχουμε συστήματα που λειτουργούν εποχιακά, όπως για παράδειγμα, σε μια θερινή κατοικία που χρησιμοποιείται από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβρη, μόνο κάθε χρόνο. Αντίθετα, ένας φάρος σε κάποια θαλάσσια ξερά πρέπει να λειτουργεί όλο το χρόνο.

### 3.2.2 Χρόνος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Είναι η χρονική περίοδος του 24ώρου που απαιτείται κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι μπορεί να έχουμε:

- Ενεργειακά συστήματα που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια όλο το 24ώρο, όπως μια κατοικία.
- Ενεργειακά συστήματα που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της νύχτας, όπως ένας φάρος.
- Ενεργειακά συστήματα που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως η λειτουργία μιας αντλίας που χρησιμοποιείται για άρδευση.

Όλα αυτά κατά τη φάση σχεδίασης του συστήματος, λαμβάνονται σοβαρά υπόψη διότι κάθε περίπτωση αντιμετωπίζεται διαφορετικά.

Έτσι στην περίπτωση του φάρου χρειάζεται οπωσδήποτε σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, για την λειτουργία τη νύχτα, που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια. Αντίθετα στην περίπτωση της αντλίας ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να μην είναι απαραίτητο. Αν υπάρχει ηλιοφάνεια η αντλία λειτουργεί, ενώ αν δεν έχει τότε δεν λειτουργεί.

### 3.2.3 Τύπος φορτίου

Έχουμε να κάνουμε με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του φορτίου. Συγκεκριμένα την τάση και τη συχνότητα του ρεύματος που απαιτεί το φορτίο για την ομαλή λειτουργία.

Για τον φωτισμό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες που λειτουργούν με D.C. 12V. Αντίθετα, για ένα ηλεκτροκινητήρα με τάση λειτουργίας 230V και  $f = 50$  Hz απαιτείται μετατροπέας, που θα μετατρέπει το D.C. των Φ/Β σε A.C.

### 3.2.4 Μέγιστη ισχύς του φορτίου

Είναι ο καθοριστικότερος παράγοντας για την επιλογή των Φ/Β, με άμεσες συνέπειες και στο τελικό κόστος της εγκατάστασης. Έτσι, μπορούμε να έχουμε εγκαταστάσεις μικρής, μέσης και μεγάλης ισχύος.

Πριν αρχίσει η σχεδίαση του ενεργειακού συστήματος, πρέπει να γνωρίζουμε τις απαιτήσεις σε ενέργεια που έχουμε και πως αυτές κατανέμονται στη διάρκεια του 24ώρου και τις διάφορες εποχές του έτους. Στην περίπτωση που η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται, πρέπει να ορίσουμε μια μέγιστη ισχύ που θα λαμβάνουμε υπόψη σαν βάση στη φάση των υπολογισμών.

### 3.2.5 Χρήση βοηθητικής πηγής ενέργειας

Μια τεχνική βλάβη ή μια παρατεταμένη νέφωση ενδέχεται να αποδιοργανώσει το σύστημα και να το θέσει εκτός λειτουργίας. Σε κρίσιμες όμως εγκαταστάσεις, κάτι τέτοιο θα ήταν καταστροφικό. Δεν μπορεί, λόγω χάρη, ένα κέντρο υγείας να πάψει να τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα, γιατί οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστρεπτικές. Για τον λόγο αυτό σε εγκαταστάσεις που απαιτείται χρησιμοποιούνται συμπληρωματικές βοηθητικές πηγές ενέργειας, όπως ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ή μια ανεμογεννήτρια. Αυτού του τύπου οι σταθμοί που συνδυάζουν διαφορετικές πηγές ενέργειας, ονομάζονται υβριδικοί.

## 3.3 Δομή των διασυνδεδεμένων κτιριακών Φ/Β συστημάτων

Κάθε Διασυνδεδεμένο Κτιριακό Φωτοβολταϊκό Σύστημα (BAPV/BIPV – Building Applied/ Integrated Photovoltaics) μπορεί να αναλυθεί σε δύο επιμέρους δομικές μονάδες: τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και τον ηλεκτρονικό μετατροπέα, που αναλαμβάνει την προσαρμογή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στις προδιαγραφές του δικτύου χαμηλής τάσης. Ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων Φ/Β πλαισίων καθορίζει τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ, ενώ η εν σειρά και παράλληλη σύνδεση αυτών προσδιορίζει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (τιμές τάσης και ρεύματος) των μετατροπέων που θα χρησιμοποιηθούν. Επιπρόσθετα, η απρόσκοπτη λειτουργία της όλης εγκατάστασης απαιτεί τη χρήση ορισμένων βοηθητικών συστημάτων (Balance of System, B.O.S.), τα οποία εγγυώνται τόσο την ασφαλή διασύνδεση του μετατροπέα με τις Φ/Β

γεννήτριες και το ηλεκτρικό δίκτυο όσο και τη στιβαρότητα της όλης εγκατάστασης σε μηχανικές καταπονήσεις.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παρέχεται υπό τη μορφή συνεχούς τάσης και ρεύματος. Για να καταστεί λοιπόν εφικτή η τροφοδότηση του ηλεκτρικού δικτύου A.C. με την ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, απαιτείται η διαμεσολάβηση κατάλληλων ηλεκτρονικών διατάξεων, των αντιστροφών. Έχει επικρατήσει αυτές οι ηλεκτρονικές διατάξεις να ονομάζονται στο σύνολό τους ηλεκτρονικοί μετατροπείς ενώ το τμήμα τους που αναλαμβάνει τη διασύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο και μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη ονομάζεται αντιστροφέας.

Όπως όλες οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις παραγωγής ή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέονται στο δίκτυο A.C., έτσι και οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς των διασυνδεδεμένων με το ηλεκτρικό δίκτυο Φ/Β συστημάτων, οφείλουν να υπόκεινται στις προδιαγραφές που ορίζονται από τους κανονισμούς και τα πρότυπα που έχουν θεσπιστεί ή υιοθετηθεί από τους Διαχειριστές των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας και Δικτύων. Συγκεκριμένα, η σύνδεση μικρών διεσπαρμένων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.), θεωρείται αποδεκτή όταν η ενέργεια που παρέχεται στο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω των ηλεκτρονικών μετατροπέων δεν επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα ισχύος που παρέχεται στους άλλους συνδεδεμένους χρήστες (καταναλωτές ή παραγωγούς), δεν διαταράσσει την ορθή λειτουργία των μέσων ρύθμισης και προστασίας του δικτύου και δεν θέτει σε κίνδυνο πρόσωπα και εγκαταστάσεις.

Αν και τα θέματα αυτά αναλύονται εκτενέστερα σε επόμενη παράγραφο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς που διατίθενται στο εμπόριο είναι συνήθως εναρμονισμένοι με τους εν λόγω κανονισμούς και πρότυπα ενώ παράλληλα διαθέτουν και τις απαιτούμενες προστασίες προκειμένου να επιτυγχάνεται η απρόσκοπτη παράλληλη λειτουργία τους με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Ένας σημαντικός διαχωρισμός μεταξύ των ηλεκτρονικών μετατροπέων των διασυνδεδεμένων Φ/Β συστημάτων μπορεί να γίνει ανάλογα με το αν εμπεριέχουν μετασχηματιστή (M/Σ) σε κάποια από τις βαθμίδες τους. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται M/Σ, αυτός μπορεί να είναι υψίσυχνος (M/Σ φερρίτη) ή χαμηλόσυχνος (M/Σ σιδήρου). Η ύπαρξη M/Σ προσφέρει το πλεονέκτημα της γαλβανικής απομόνωσης του Φ/Β εξοπλισμού από το δίκτυο A.C. Παρόλο που οι χαμηλόσυχνοι M/Σ επιφέρουν την αύξηση του όγκου και του βάρους της συνολικής κατασκευής, η παρουσία τους εγγυάται τη μηδενική έγχυση συνεχούς ρεύματος στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αντίθετα στις υπόλοιπες τοπολογίες, ενδεχόμενες ασυμμετρίες του κυκλώματος ισχύος ή του κυκλώματος ελέγχου μπορούν να

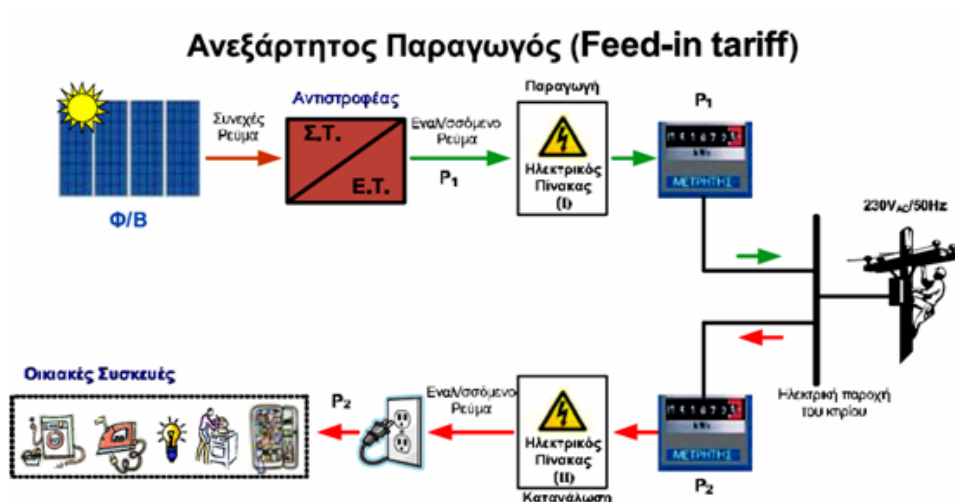
προκαλέσουν την εμφάνιση μιας μικρής συνιστώσας συνεχούς ρεύματος στην έξοδο των αντιστροφών.

### 3.4 Κατηγοριοποίηση των διασυνδεδεμένων κτιριακών Φ/Β συστημάτων

Ανάλογα με τον τρόπο που συνδυάζονται οι παραπάνω δομικές μονάδες, τα διασυνδεδεμένα κτηριακά Φ/Β συστήματα μικρής ισχύος (έως 10kW) κατηγοριοποιούνται κυρίως σε δύο τεχνολογικές τάσεις. Την τεχνολογία στοιχειοσειράς (String technology) και την τεχνολογία πολλαπλών στοιχειοσειρών (Multi-string technology). Η διαφοροποίηση των προαναφερθέντων τεχνολογικών τάσεων έγκειται αφ' ενός στον αριθμό των Φ/Β πλαισίων που συνδέονται ανά ηλεκτρονικό μετατροπέα (επίπεδο ισχύος του μετατροπέα), αφ' ετέρου στον τρόπο με το  $v$  οποίο συνδέο και μεταξύ τους τα Φ/Β πλαίσια (εν σειρά σύνδεση, παράλληλη σύνδεση ή συνδυασμός αυτών).

### 3.5 Διασυνδεδεμένα κτιριακά Φ/Β συστήματα υπό το καθεστώς ανεξάρτητου παραγωγού.

Τα διασυνδεδεμένα κτηριακά Φ/Β συστήματα που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ (ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009) εντάσσονται στο καθεστώς του ανεξάρτητου παραγωγού (Feed in tariff). Δηλαδή, το σύνολο της ενέργειας που παράγεται από την ηλεκτροπαραγωγική μονάδα πωλείται στη ΔΕΗ και δεν χρησιμοποιείται για τη μερική ή ολική τροφοδότηση των φορτίων της κτηριακής εγκατάστασης (ιδιοκαταναλώσεις του κτηρίου).



Σχήμα 3.2 – Φωτοβολταϊκά συστήματα υπό το καθεστώς ανεξάρτητου παραγωγού

Η υλοποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης (σχήμα 3.2) απαιτεί την εγκατάσταση δύο ξεχωριστών ηλεκτρικών πινάκων (ενός για τις ιδιοκαταναλώσεις του κτηρίου και ενός δεύτερου για τη σύνδεση της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας), οι οποίοι εν συνεχεία, συνδέονται στους μετρητές καταναλισκόμενης και αποδιδόμενης ενέργειας αντίστοιχα. Τόσο η ενέργεια που αποδίδει ο παραγωγός στο ηλεκτρικό δίκτυο όσο και αυτή που απορροφά από αυτό για τις ιδιοκαταναλώσεις του κτηρίου, μεταφέρονται πάντοτε μέσω της ίδιας ηλεκτρικής παροχής.

### **3.6 Διαμόρφωση της σύνδεσης βάσει της μέγιστης ισχύος της Φ/Β εγκατάστασης**

Τα κτηριακά Φ/Β συστήματα ισχύος έως και 5 KWp, συνδέονται στο δίκτυο Χ.Τ. μέσω μονοφασικής παροχής, σε αντιδιαστολή με αυτά των οποίων η μέγιστη ισχύς ξεπερνά τα 5 KWp (αλλά σε καμία περίπτωση τα 10 kWp) οπότε υποχρεωτικά συνδέονται στο δίκτυο μέσω τριφασικής παροχής. Στην περίπτωση της τριφασικής σύνδεσης θα πρέπει να επιδιώκεται η συμμετρική φόρτιση των τριών φάσεων. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες της ΔΕΗ, το ποσοστό ασυμμετρίας μεταξύ των τριών φασικών ρευμάτων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 20%.

### **3.7 Επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος**

Στην περίπτωση των κτηριακών Φ/Β συστημάτων, η Φ/Β συστοιχία εγκαθίσταται στο δώμα ή τη στέγη του κτηρίου συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων καθώς και βοηθητικών χώρων του κτιρίου, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης σύμφωνα με την ΚΥΑ, ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009 και ΦΕΚ Β'1557/22.9.2010.

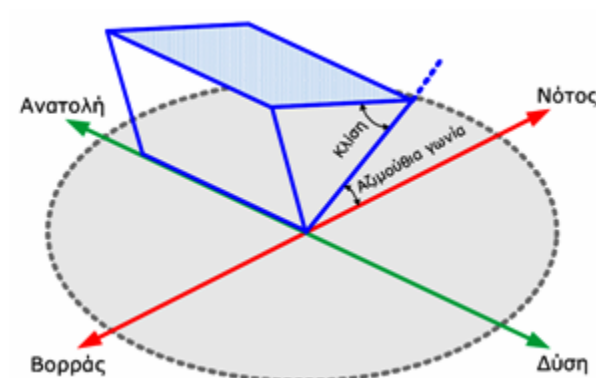
#### **3.7.1 Προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων**

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Συγκεκριμένα, εφόσον η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με τη μέρα του έτους, τεκμαίρετε πως για να παράγει ένα πλαίσιο τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να είναι σε θέση να περιστρέφεται ώστε να μπορεί



να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετο στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας.

Πρακτικά, η μηχανική πολυπλοκότητα και το κόστος ενός μηχανισμού που θα επέτρεπε την κίνηση των πλαισίων σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο, καθιστά εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή την εφαρμογή του σε κτηριακά Φ/Β συστήματα. Έτσι στη πλειονότητα των κτηριακών Φ/Β συστημάτων επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό πιο κοντά στις  $0^\circ$ . Η επίτευξη αυτού του στόχου έγκειται στην σωστή επιλογή της κλίσης και της αζιμούθιας γωνίας του πλαισίου. Η κλίση του πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο, ενώ η αζιμούθια γωνία σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά -Νότου, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.3.

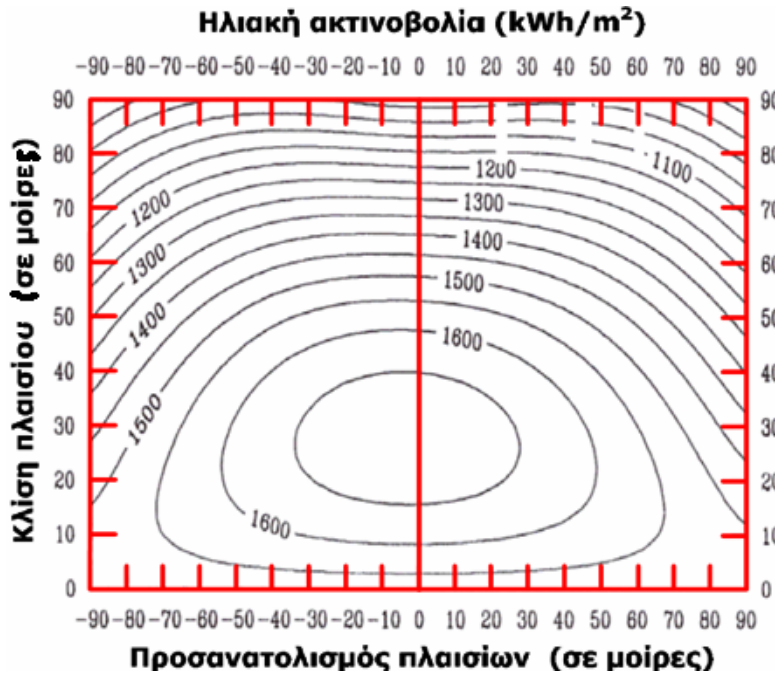


Σχήμα 3.3 – Η κλίση και η αζιμούθια γωνία ενός φ/β πλαισίου.

Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφική παράλληλο του τόπου και η αζιμούθια γωνία είναι περίπου  $0^\circ$  (κατεύθυνση προς νότο). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των  $30^\circ$ .

Δεδομένου ότι στην περίπτωση των κτηριακών Φ/Β εγκαταστάσεων οι βέλτιστες τιμές κλίσης και προσανατολισμού της Φ/Β συστοιχίας μπορεί να είναι ανέφικτες (λόγω των περιορισμών που προκύπτουν από τις δεδομένες διαθέσιμες επιφάνειες του κτηρίου), θα πρέπει να γίνει εκτίμηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί η Φ/Β συστοιχία. Η μείωση της ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (στην επιφάνεια της Φ/Β συστοιχίας) συγκριτικά με τη μέγιστη θεωρητική της τιμή (βέλτιστες τιμές κλίσης

και προσανατολισμού) συνιστάται να μην υπερβαίνει το 10% προκειμένου να μεγιστοποιούνται τα οικονομικά οφέλη του ανεξάρτητου παραγωγού. Λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που προκύπτουν από τις διαθέσιμες επιφάνειες των κτηρίων, προτιμώνται γενικά επιφάνειες νότιου προσανατολισμού με απόκλιση έως 70° κλίσης από την κατεύθυνση του Νότου, και στο εύρος 0°-50°. Σημειώνεται ότι η χρήση γωνιών κλίσης άνω των 10-15° διευκολύνει τον αυτοκαθαρισμό των πλαισίων από σωματίδια σκόνης και άλλους ρύπους μέσω της βροχής.



Σχήμα 3.4 – Η επίδραση της κλίση και του προσανατολισμού στη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m<sup>2</sup>/έτος) στο επίπεδο των ηλιακών πλαισίων στη περιοχή της Αττικής.

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	30°	0°	90°
Ανατολικός - Δυτικός	85% kWh <sub>(max)</sub>	90% kWh <sub>(max)</sub>	50% kWh <sub>(max)</sub>
Νότιοανατολικός - Δυτικός	95% kWh <sub>(max)</sub>	90% kWh <sub>(max)</sub>	60% kWh <sub>(max)</sub>
Νότιος	kWh <sub>(max)</sub>	90% kWh <sub>(max)</sub>	60% kWh <sub>(max)</sub>
Βόρειοανατολικός - Δυτικός	95% kWh <sub>(max)</sub>	90% kWh <sub>(max)</sub>	30% kWh <sub>(max)</sub>
Βόρειος	60% kWh <sub>(max)</sub>	90% kWh <sub>(max)</sub>	20% kWh <sub>(max)</sub>

Σχήμα 3.5 – Η επίδραση της κλίση και του προσανατολισμού στη ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα ενός φ/β συστήματος.

Στο σχήμα 3.5 παρατίθενται ενδεικτικά η επίδραση της τιμής της κλίσης και του προσανατολισμού στην ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος σε απόλυτες τιμές και σε επί τοις εκατό ποσοστά αντίστοιχα. Σε όλες τις περιπτώσεις υποθέτετε ότι δεν υπάρχουν σκιασμοί.

### 3.7.2 Προβλήματα σκιασμών

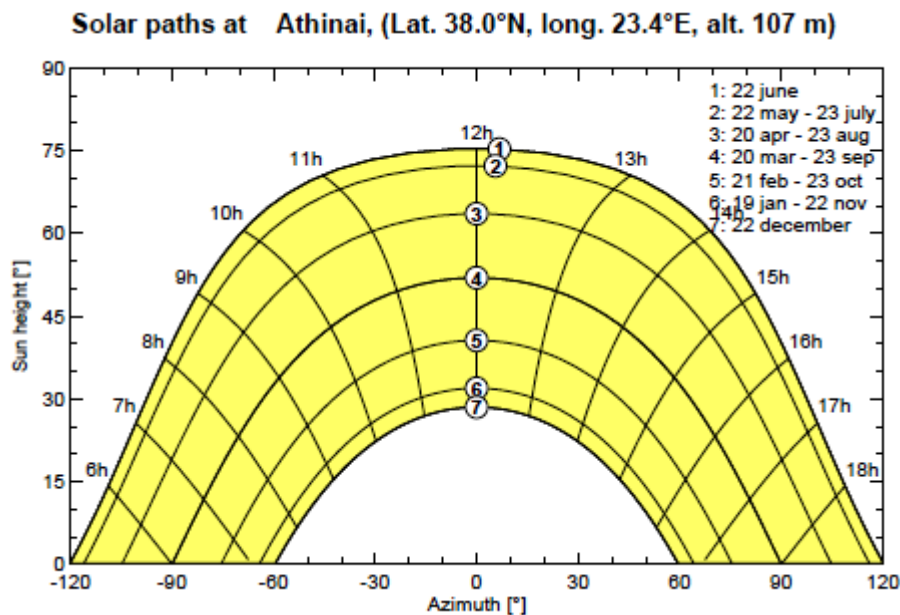
Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας ο οποίος επιδρά καθοριστικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος είναι η ύπαρξη σκιασμών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε ένα Φ/Β πλαίσιο τόσο τα Φ/Β στοιχεία (ή μέρος αυτών) όσο και τα Φ/Β πλαίσια μιας στοιχειοσειράς συνδέονται μεταξύ τους εν σειρά, γίνεται κατανοητό ότι ακόμα κι ο σκιασμός ενός μέρους της Φ/Β συστοιχίας μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος συγκριτικά με την αναμενόμενη τιμή αυτής. Αναλυτικότερα, το συνολικό ρεύμα μιας στοιχειοσειράς Φ/Β πλαισίων καθορίζεται από το μειωμένο ρεύμα του σκιασμένου τμήματος της Φ/Β συστοιχίας. Βέβαια στην περίπτωση που ο σκιασμός περιορίσει την τάση του (των) σκιασμένου (ων) πλαισίου(ων) αρκετά χαμηλά ώστε να εισέλθει σε αγωγή η δίοδος παράκαμψης, το πλαίσιο αυτό εξαιρείται της ηλεκτροπαραγωγής.

Από μια άλλη οπτική γωνία, μόνιμοι και επαναλαμβανόμενοι τοπικοί σκιασμοί σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας δύναται να καταπονήσουν το σκιαζόμενο Φ/Β πλαίσιο, προκαλώντας την πρόωρη γήρανση αυτού. Συνεπώς είναι σημαντικό να αποφεύγονται σκιασμοί, έστω και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως κολώνες, κεραίες ή ηλεκτρικά καλώδια ή, ακόμη περισσότερο, από δένδρα, παρακείμενα κτήρια κλπ.

Η επιλογή της θέσης έδρασης της Φ/Β συστοιχίας θα πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρξουν σκιασμοί καθ' όλο το έτος και ειδικά τις ώρες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Εάν στην τοποθεσία έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού υπάρχουν μόνιμοι ή επαναλαμβανόμενοι σκιασμοί (π.χ. σκίαση από παρακείμενα κτήρια, κολώνες, στηθαίο, κλπ.) για μεγάλο χρονικό διάστημα γύρω από το ηλιακό μεσημέρι (από 09:00 έως 15:00), τότε η θέση εγκατάστασης θεωρείται ακατάλληλη.

Τέλος, για τη διασφάλιση της μακροχρόνιας απρόσκοπτης λειτουργίας του Φ/Β συστήματος θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εμφάνισης μελλοντικών σκιασμών λόγω ανοικοδόμησης παρακείμενων κτηρίων. Εν κατακλείδι μπορούμε να πούμε ότι ο γενικός κανόνας ορθής τοποθεσίας έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού είναι ο ορίζοντας προς Νότο να είναι ελεύθερος και χωρίς εμπόδια.

Για τον έλεγχο πιθανών σκιασμών καθ' όλο το έτος καλό είναι να χρησιμοποιηθεί ένα διάγραμμα τροχιάς του ήλιου, όπως αυτό που παρατίθεται στο σχήμα 3.6.



Σχήμα 3.6 – Η επίδραση της κλίση και της αζιμούθια γωνία ενός φ/β πλαισίου στην απόδοση του συστήματος.

Στο εν λόγω διάγραμμα σχεδιάζεται η θέση του ήλιου σε γωνιακές συντεταγμένες, για την Αθήνα. Για διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος στην Ελλάδα προκύπτει ελαφρά διαφορετικό διάγραμμα. Ο οριζόντιος άξονας στο σχήμα 3.6 αντιστοιχεί στην αζιμούθια γωνία του ήλιου, ήτοι την γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατεύθυνσης του ήλιου και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου (γωνιακή απόσταση του ηλίου από τη διεύθυνση του Νότου), ενώ ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στη γωνία του ύψους του ήλιου, δηλαδή ανάμεσα στην κατεύθυνση του ήλιου και της προβολής της στο οριζόντιο επίπεδο.

Επί του διαγράμματος έχουν σχεδιασθεί ενδεικτικά όλοι οι μήνες, ενώ επίσης σημειώνονται επί των τροχιών και οι θέσεις του ήλιου για κάθε ώρα της ημέρας (σε τοπική ηλιακή ώρα). Με βάση το διάγραμμα στο σχήμα 3.6 θα πρέπει να συγκριθούν τα περιγράμματα των εμποδίων (σε γωνιακές συντεταγμένες στο ίδιο σύστημα αξόνων) όπως φαίνονται από το δυσμενέστερο σημείο της Φ/Β συστοιχίας. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να ελέγξουμε αν τα εμπόδια σκιάζουν την Φ/Β συστοιχία, δηλαδή αν η γωνία ύψους των εμποδίων είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ύψους του ήλιου για την αντίστοιχη αζιμούθια γωνία.

### 3.8 Στατική μελέτη & υλικά στήριξης

Η έδραση των Φ/Β πλαισίων επί του κτηρίου μπορεί να υλοποιηθεί είτε πάνω σε πρόσθετη μεταλλική κατασκευή, είτε επί της επιφάνειας του δώματος, ή ακόμα και με την ενσωμάτωση των πλαισίων στο δομικό κέλυφος του κτηρίου. Αν και το βάρος της ίδιας της Φ/Β συστοιχίας και της βάσης στήριξης δεν αναμένεται να επηρεάσει την στατική αντοχή του κτηρίου, καλό είναι όταν η τοποθέτηση των πλαισίων γίνεται σε στέγαστρα ή σκεπές να διενεργείται στατικός έλεγχος (ή ακόμα και ειδική μελέτη όπου απαιτείται) ώστε να διερευνάται η μηχανική καταπόνηση και η ανεμοπίεση της επιφάνειας έδρασης των πλαισίων.

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε ένα σύστημα στήριξης, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη λειτουργία και την ασφάλεια της εγκατάστασης σε ακραίες συνθήκες ανέμου, χιονόπτωσης, σεισμού και θερμοκρασιακών μεταβολών. Οι ακραίες αυτές συνθήκες καθώς, ο συνδυασμός τους καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές ασφάλειας, προδιαγράφονται στους Ευροκώδικες (Eurocodes), παράλληλα με επιπρόσθετους ελέγχους, όπως για το σύνολο των δομικών κατασκευών. Για τη στατική επάρκεια του συστήματος στήριξης καθεαυτού, μπορεί να ζητείται αντίστοιχο πιστοποιητικό από τον προμηθευτή. Το σύστημα στήριξης μπορεί να είναι μέρος υαλοπετάσματος, να αποτελεί σύνδεσμο με τους φορείς μίας στέγης ή να αποτελεί ένα αυτοτελές σύστημα τοποθετημένο στο δώμα ή με τρόπο που να δημιουργεί σκίαστρο.

Το σύστημα στήριξης μπορεί να είναι είτε μεταλλικό, από αλουμίνιο ή εν θερμώ γαλβανισμένο χάλυβα, είτε από πλαστικό (κυρίως όσο αφορά στην περίπτωση λεκανών στήριξης). Στο εμπόριο διατίθεται πληθώρα συστημάτων στήριξης. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να δίνεται προσοχή στη συμβατότητά τους με τα λοιπά στοιχεία του εξοπλισμού και κατ' επέκταση στην εγκυρότητα των πιστοποιητικών στατικής επάρκειας επί του συνόλου της εγκατάστασης. Θα πρέπει ο τρόπος σύσφιξης των Φ/Β πλαισίων να είναι σύμφωνος με τις προδιαγραφές του συγκεκριμένου Φ/Β πλαισίου και επιπλέον οι διαστάσεις του πλαισίου να είναι αντίστοιχες (ή μικρότερες) με αυτές που έχουν θεωρηθεί στην στατική μελέτη για την έκδοση του πιστοποιητικού στατικής επάρκειας.

Όσον αφορά στη σύνδεση του υ συστήματος στήριξης με το κτήριο, και ειδικότερα αναφορικά με σύστημα στήριξης σε δώμα, θα πρέπει να εφαρμόζεται κατάλληλη αγκύρωση. Αυτή γίνεται κυρίως με την προσθήκη φορτίου  $u$  ή με τη χρήση κοχλιών. Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει το βάρος που θα τοποθετηθεί να είναι σύμφωνο με τη στατική μελέτη του κτηρίου. Στην περίπτωση χρήσεως κοχλιών, θα πρέπει να μην τραυματίζεται η

υφιστάμενη μόωση. Και στις δύο περιπτώσεις, όπως και στην περίπτωση άλλου συστήματος, παρέχονται οι προδιαγραφές για την αγκύρωση από τον προμηθευτή του συστήματος στήριξης. Ωστόσο η συμβατότητα με το κτήριο θα πρέπει να ελέγχεται από έναν μηχανικό.

Τέλος, ο εγκαταστάτης θα πρέπει να έχει υπόψη του την διαφοροποίηση των συστημάτων στήριξης και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που το διέπουν, συμπεριλαμβανομένων της ευκολίας εγκατάστασης, της αξιοπιστίας και των λειτουργικών στοιχείων (όπως η δυνατότητα ή όχι φυσικού αερισμού του πλαισίου).

### 3.9 Επιλογή του χώρου έδρασης των ηλεκτρονικών μετατροπέων

Ένα από τα ζητήματα που χρήζουν προσοχής κατά το σχεδιασμό ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος, είναι η επιλογή του χώρου έδρασης των ηλεκτρονικών μετατροπέων. Συνήθως, οι μετατροπείς των εν λόγω ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων τοποθετούνται είτε στο εσωτερικό των κτηρίων που εγκαθίστανται, είτε σε ειδικά διαμορφωμένο κλειστό χώρο ο οποίος μπορεί να βρίσκεται πλησίον του Φ/Β εξοπλισμού. Μάλιστα, στη δεύτερη περίπτωση μειώνεται σημαντικά το μήκος των ηλεκτρικών αγωγών D.C. με άμεσο αποτέλεσμα τον περιορισμό των ηλεκτρικών απωλειών, της πτώσης τάσης, αλλά και του κόστους καλωδίωσης.

Βέβαια υπάρχουν και ηλεκτρονικοί μετατροπείς οι οποίοι σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή μπορούν να εγκατασταθούν είτε κάτω από τα Φ/Β πλαίσια, είτε στο μηχανισμό στήριξης αυτών, εφόσον υπάρχει αρκετός χώρος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο συγκεκριμένος τύπος έδρασης έχει ως αποτέλεσμα την άμεση έκθεση του μετατροπέα σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, αλλά, σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας, και σε αρκετά χαμηλές κατά τη διάρκεια του χειμώνα, προτείνεται να εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις που το προβλέπει ο κατασκευαστής. Συγκεκριμένα, στο φυλλάδιο του κατασκευαστή θα πρέπει να αναζητηθεί ο δείκτης προστασίας (IP) του μετατροπέα από σωματίδια σκόνης και νερού, καθώς και τα όρια της θερμοκρασίας μέσα στα οποία δεν επηρεάζεται η ασφαλής και απρόσκοπτη λειτουργία του. Σε αντίθετη περίπτωση η υιοθέτηση του προαναφερθέντος τρόπου έδρασης μπορεί να επιφέρει μείωση του προσδόκιμου της διάρκειας ζωής του μετατροπέα. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ψύξη του ηλεκτρονικού μετατροπέα επηρεάζεται σημαντικά από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένο το Φ/Β σύστημα (θερμοκρασία περιβάλλοντος, συνθήκες ηλιοφάνειας, υγρασία και άνεμος), γίνεται κατανοητό ότι στις περιπτώσεις που ο

μετατροπέας τοποθετείται σε κλειστό χώρο πλησίον του Φ/Β εξοπλισμού ίσως είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μηχανισμού εξαναγκασμένης ψύξης (ανεμιστήρες).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ειδικότερες οδηγίες που αφορούν στη σωστή εγκατάσταση και ασφαλή λειτουργία του Φ/Β συστήματος. Οι οδηγίες βασίζονται στην διεθνή πρακτική και εμπειρία, καθώς και σε πρότυπα, όπως το HD384 και το IEC 364-7-712.

### **3.10 Σχεδίαση Φ/Β συστήματος**

Η σωστή σχεδίαση ενός Φ/Β συστήματος και η άρτια εγκατάστασή του επιβάλλονται ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας, τόσο από άποψη ασφάλειας όσο και από άποψη ενεργειακής αποδοτικότητας.

#### **3.10.1 Χαρακτηριστικές ηλεκτρικές τιμές ενός Φ/Β συστήματος**

##### *3.10.1.1 Τάση*

Η μέγιστη αναμενόμενη τάση μιας στοιχειοσειράς είναι η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων για τη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας.

##### *3.10.1.2 Ένταση*

Η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του ρεύματος μιας στοιχειοσειράς, προκύπτει από το ρεύμα βραχυκύκλωσης του ενός πλαισίου πολλαπλασιασμένο επί τον συντελεστή 1.25. Για παράλληλους κλάδους η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του συνολικού ρεύματος, προκύπτει από την αντίστοιχη τιμή του ενός κλάδου πολλαπλασιασμένη επί τον αριθμό των παράλληλων κλάδων. Ο συντελεστής ασφαλείας 1.25 καλύπτει ειδικές συνθήκες ατμόσφαιρας και ανακλάσεων οι οποίες μπορούν να παρουσιαστούν σε καθαρό ουρανό μετά από βροχή (ένταση ακτινοβολίας μεγαλύτερη από  $1\text{KW/m}^2$ ). Η τιμή του ρεύματος που υπολογίζεται με αυτό τον τρόπο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαστασιολόγηση των καλωδίων και των προστασιών.

##### *3.10.1.3 Θερμοκρασία*

Η μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας των Φ/Β πλαισίων, όπως και των κιβωτίων σύνδεσης αυτών, μπορεί να φθάσει τους  $70^\circ\text{C}$ , σε κατασκευές που επιτρέπουν την

ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα στην πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων. Στις περιπτώσεις που εμποδίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα αναμένονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, έως και 80-90°C. Στην περίπτωση που οι αγωγοί διασύνδεσης των Φ/Β πλαισίων γειτνιάζουν με τα πλαίσια, η θερμοκρασία των τελευταίων θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη τόσο για την ορθή επιλογή της μόνωσης των αγωγών, όσο και για την κατάλληλη επιλογή της διατομής τους (επιλογή σωστού διορθωτικού συντελεστή αύξησης διατομής).

### 3.11 Συνεργασία Φ/Β - Αντιστροφέα

Κατά τη σχεδίαση του συστήματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη συνεργασία μεταξύ της Φ/Β συστοιχίας και του ηλεκτρονικού αντιστροφέα. Ο αντιστροφέας απαιτεί στην είσοδό του ένα συγκεκριμένο εύρος για την τάση λειτουργίας, έχοντας ένα ανώτατο όριο τάσης εισόδου. Το ανώτατο όριο δεν πρέπει να υπερβαίνεται, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του αντιστροφέα. Συνεπώς, ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων που μπορούν να συνδεθούν εν σειρά (στοιχειοσειρά) υπολογίζεται έτσι ώστε να μην υπερβαίνονται τα όρια αυτά, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας.

Η τάση ενός Φ/Β πλαισίου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία λειτουργίας του. Οι τιμές τάσης, ρεύματος και ισχύος που δίνονται από τον κατασκευαστή, αναφέρονται στις πρότυπες συνθήκες δοκιμών (S.T.C). Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία στην οποία διενεργήθηκαν οι μετρήσεις (του ο κατασκευαστή) είναι 25 C. Κατά συνέπεια τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων πρέπει να διορθωθούν (αναχθούν) στις ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες λειτουργίας του Φ/Β συστήματος. Αναλυτικότερα, από την ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων υπολογίζεται η μέγιστη τιμή της τάσης των αλυσίδων και από τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων καθορίζεται η μέγιστη τιμή του ρεύματος των παράλληλων αλυσίδων (κλάδων).

Ο μέγιστος αριθμός Φ/Β πλαισίων εν σειρά υπολογίζεται έτσι ώστε η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος της συστοιχίας στη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας, να μην υπερβαίνει το ανώτατο όριο τάσης εισόδου του αντιστροφέα. Για τις πεδινές περιοχές της Ελλάδος ως ελάχιστη θερμοκρασία μπορεί να ληφθεί η τιμή -5°C η -10 °C (θερμοκρασία λειτουργίας ενεργού υλικού του Φ/Β πλαισίου). Συγχρόνως πρέπει να ελεγχθεί και η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας του Φ/Β πλαισίου, η οποία ομοίως πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την τάση ανοικτού κυκλώματος της στοιχειοσειράς στην μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας, ώστε να μην προκύψει πρόβλημα στη μόνωση του Φ/Β πλαισίου.



Ο ελάχιστος αριθμός Φ/Β πλαισίων εν σειρά ορίζεται έτσι ώστε η συνολική τάση βέλτιστης λειτουργίας της συστοιχίας στη μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας να υπερβαίνει την ελάχιστη τάση του εύρους εισόδου  $u$  του αντιστροφέα ώστε αυτός να ενεργοποιείται.

Αν ο κατασκευαστής παρέχει μόνο την τιμή του θερμοκρασιακού συντελεστή για την τάση ανοικτού κυκλώματος ( $V/^\circ C$ ), τότε η ίδια τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την τάση στο σημείο μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος του Φ/Β πλαισίου, χωρίς σημαντικό σφάλμα.

Αν από την εν σειρά σύνδεση των Φ/Β πλαισίων δεν προκύπτει ισχύς κοντά στην ονομαστική ισχύ του αντιστροφέα, θα πρέπει να συνδεθούν περισσότεροι παράλληλοι κλάδοι (αποδεκτού αριθμού εν σειρά πλαισίων) ώστε η ισχύς της Φ/Β συστοιχίας να είναι κοντά στην ονομαστική ισχύ του αντιστροφέα.

Το ρεύμα λειτουργίας των παράλληλων κλάδων θα πρέπει να είναι χαμηλότερο από το μέγιστο όριο ρεύματος εισόδου  $u$  του αντιστροφέα. Η συνολική ισχύς της Φ/Β συστοιχίας μπορεί και να υπερβαίνει την ονομαστική ισχύ του μετατροπέα. Για τις συνθήκες της Ελλάδας συνιστάται η ονομαστική ισχύς της Φ/Β συστοιχίας να μην υπερβαίνει το 110% της ονομαστικής ισχύος του αντιστροφέα.

Τέλος, ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι η συμβατότητα μεταξύ των τύπων των Φ/Β και του αντιστροφέα που σχετίζεται με την απαίτηση ή όχι για γείωση της συστοιχίας στην πλευρά D.C. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένοι τύποι Φ/Β πλαισίων απαιτούν σύμφωνα με τις κατασκευαστικές προδιαγραφές γείωση είτε του αρνητικού (Thin-film) είτε του θετικού (Back contact) πόλου. Η γείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε απευθείας, είτε μέσω μεγάλης αντίστασης και αποσκοπεί στην αποφυγή λειτουργικών προβλημάτων που εμφανίζουν οι παραπάνω τύποι πλαισίων όταν παραμένουν αγείωτα (προβλήματα διάβρωσης και υποβάθμισης της απόδοσης). Κατά συνέπεια σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται χρήση αντιστροφέων χωρίς γαλβανική απομόνωση, λόγω εμφάνισης ρευμάτων διαρροής, εκτός αν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του αντιστροφέα ότι ο επιλεγμένος τύπος αντιστροφέα είναι κατάλληλος για χρήση με τα πλαίσια που έχουμε επιλέξει.

### 3.12 Εγκατάσταση συστήματος

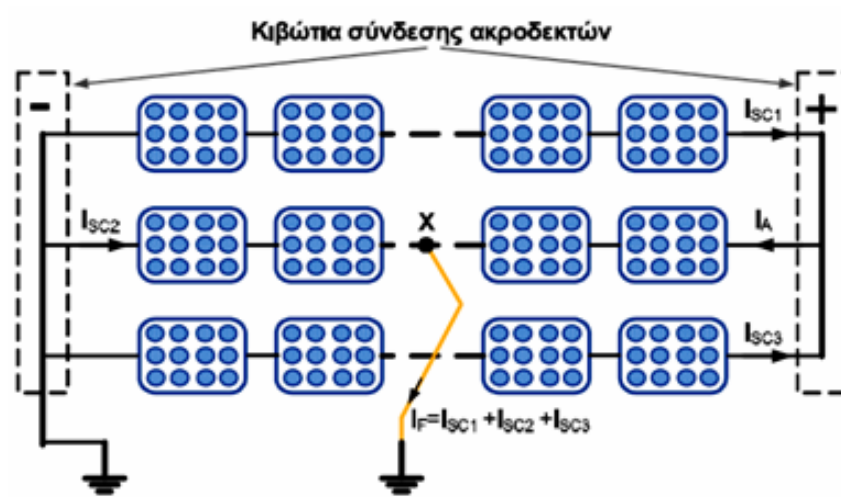
Για την άρτια υλοποίηση της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας θα πρέπει να ακολουθηθούν οι κανόνες της διεθνούς εμπειρίας και οι ισχύοντες κανονισμοί, έτσι ώστε να αποφευχθούν καταστάσεις που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές ή να

προκαλέσουν υλικές καταστροφές. Αναλυτικότερα, για την υλοποίηση της εγκατάστασης στην πλευρά του D.C, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι κανονισμοί που απορρέουν από τον κανονισμό HD384. Οι ιδιαιτερότητες που προκύπτουν από την παράλληλη λειτουργία του Φ/Β συστήματος με το Ελληνικό ΣΗΕ αναπτύσσονται στο Κεφάλαιο Διασύνδεση με το Δίκτυο. Αντίθετα, η υλοποίηση της εγκατάστασης στην πλευρά του D.C. δεν καλύπτεται με την εφαρμογή του HD384. Ο λόγος είναι ότι τα φωτοβολταϊκά έχουν διαφορετικές ιδιότητες από τις συμβατικές πηγές. Οι ιδιαιτερότητες αυτές πηγάζουν από τη φύση των υλικών κατασκευής των Φ/Β στοιχείων και πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη προκειμένου να σχεδιασθεί και να υλοποιηθεί σωστά ένα Φ/Β σύστημα. Αναλυτικότερα:

- Λαμβάνοντας υπόψη τη φύση των Φ/Β στοιχείων, τεκμαίρεται πως τα Φ/Β πλαίσια συμπεριφέρονται σαν πηγές ρεύματος ελεγχόμενες από τάση. Μάλιστα η μέγιστη τιμή του ρεύματος ενός Φ/Β πλαισίου είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την τιμή του ονομαστικού ρεύματος του πλαισίου. Συνεπώς η χρήση ασφαλειών δεν εγγυάται τη διακοπή του συστήματος σε περίπτωση σφάλματος (βραχυκύκλωμα πλαισίου). Δηλαδή, ένα σφάλμα βραχυκύκλωσης στην πλευρά του D.C. μπορεί να εξακολουθεί να υφίσταται, ανεξαρτήτως της χρήσης ασφαλειών εκτός από την περίπτωση που το Φ/Β σύστημα απαρτίζεται από περισσότερες από τρεις παράλληλες στοιχειοσειρές. Σε μια τέτοια δομή Φ/Β συστήματος οι ασφάλειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία κάθε μιας ξεχωριστής στοιχειοσειράς.
- Σε αντίθεση με τις περισσότερες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες όπου η παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να διακοπεί με τη βοήθεια ενός γενικού μέσου απόζευξης, τα Φ/Β πλαίσια παράγουν τάση στους ακροδέκτες τους μόλις εκτεθούν στο ηλιακό φως. Συνεπώς, η εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος πραγματοποιείται υπό συνθήκες τάσεως προς την πλευρά των πλαισίων. Κατά την υλοποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης στην μεριά του D.C. μπορούν να προκύψουν ανεπιθύμητες καταστάσεις όταν: 1) Υπάρχουν κακές ή χαλαρές συνδέσεις (δημιουργία ηλεκτρικού τόξου) 2) Σφάλμα ως προς τη γη (καταστροφή μόνωσης και επαφή ενεργού αγωγού με γειωμένο μεταλλικό πλαίσιο ή εξοπλισμό στήριξης αυτού) 3) Σφάλμα βραχυκυκλώματος (σφάλμα μόνωσης και επαφή ενεργών αγωγών)

### 3.12.1 Διερεύνηση σφαλμάτων

Στο σχήμα 3.7 φαίνεται ένα παράδειγμα εγκατάστασης με εκ σχεδιασμού γειωμένο τον αρνητικό πόλο των Φ/Β στοιχειοσειρών, για διερεύνηση πιθανής ανεπιθύμητης κατάστασης εξ αιτίας σφάλματος.



Σχήμα 3.7 - Διερεύνηση πιθανής ανεπιθύμητης κατάστασης εξ αιτίας σφάλματος, με εκ σχεδιασμού γειωμένο τον αρνητικό πόλο των Φ/Β στοιχειοσειρών.

Υποτίθεται ότι ο αρνητικός πόλος είναι γειωμένος. Αυτό μπορεί να συμβαίνει σκόπιμα από τη σχεδίαση του συστήματος δηλαδή γειωμένο σύστημα ή χρήση μετατροπέα χωρίς απομόνωση.

Αν συμβεί ένα σφάλμα ως προς γη σε έναν παράλληλο κλάδο, τότε το ρεύμα όλων των υπόλοιπων κλάδων θα τροφοδοτήσει το σφάλμα, δημιουργώντας ένα ανάστροφο ρεύμα σε πλαίσια του κλάδου με το σφάλμα.

Παρόμοια κατάσταση προκύπτει και όταν δημιουργηθεί σφάλμα βραχυκύκλωσης στον παράλληλο κλάδο, ή όταν ο αρνητικός πόλος γειώνεται ακούσια, από ένα πρώτο σφάλμα ως προς γη που έχει προκύψει, και ακολουθεί το δεύτερο σφάλμα ως προς γη.

Το ρεύμα σφάλματος τροφοδοτείται από τα Φ/Β και μπορεί να παραμείνει ακόμα και αν η Φ/Β συστοιχία απομονωθεί από τον μετατροπέα, χωρίς αυτό να διακόψει τον βρόγχο του ρεύματος σφάλματος. Το ρεύμα αυτό μπορεί να καταστρέψει τα καλώδια και τα Φ/Β πλαίσια.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται:

- 1) Με την διαστασιολόγηση των αγωγών κάθε παράλληλου κλάδου ώστε να αντέχουν το ρεύμα των N-1 παράλληλων κλάδων, με την προϋπόθεση ότι το ρεύμα αυτό είναι χαμηλότερο του μέγιστου επιτρεπόμενου ανάστροφου ρεύματος του Φ/Β πλαισίου. Για το σύνολο των εμπορικών Φ/Β πλαισίων, ως

μέγιστο επιτρεπόμενο ανάστροφο ρεύμα μπορεί να θεωρηθεί τιμή ρεύματος τουλάχιστον ίση με 3 φορές την τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης.

- 2) Με την τοποθέτηση ασφαλειών σε κάθε πλευρά (θετική ή και αρνητική ταυτόχρονα ανάλογα με την τοπολογία του αντιστροφέα) του εκάστου παράλληλου κλάδου. Η χρήση διόδων αντεπιστροφής επιλύει μεν το προαναφερθέν πρόβλημα, επιβαρύνει δε την ενεργειακή απόδοση της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας εξαιτίας των απωλειών ισχύος που τις διέπουν.

### 3.12.2 Προστασία

Για τα θέματα προστασίας, η μέθοδος της αυτόματης διακοπής της τροφοδότησης δεν είναι δυνατή λόγω των ιδιοτήτων των Φ/Β.

Για την προστασία έναντι άμεσης και έμμεσης επαφής μπορεί να γίνει χρήση πολύ χαμηλής τάσης (συστήματα SELV ή PELV). Ένα Φ/Β σύστημα χαρακτηρίζεται σαν σύστημα πολύ χαμηλής τάσης όταν η τάση ανοικτού κυκλώματος σε πρότυπες συνθήκες δοκιμών δεν υπερβαίνει τα 120V<sub>DC</sub>. Η περίπτωση αυτή ωστόσο είναι ειδική και περιορισμένου ενδιαφέροντος, καθώς τα περισσότερα προϊόντα της αγοράς λειτουργούν με μεγαλύτερες τάσεις.

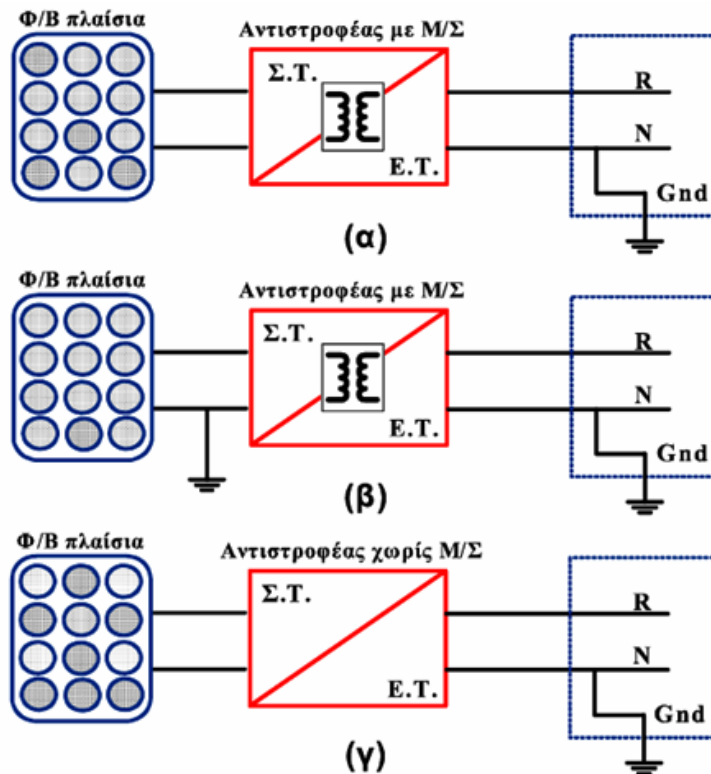
Δεδομένου ότι τα Φ/Β πλαίσια που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι Class II όσο ν αφορά στη μόνωση (κατά το πρότυπο EN 61730 στην κατηγορία εφαρμογών [Application Class A] με συνεχή τάση λειτουργίας του συστήματος πάνω από 120 V), είναι απαίτηση η μόνωση Class II για τα Φ/Β πλαίσια αυτής της κατηγορίας. Η συνιστώμενη πρακτική για προστασία έναντι έμμεσης επαφής είναι η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης σφαλμάτων, πέραν από την χρήση Φ/Β πλαισίων Class II, και με υλικά και πρακτικές εγκατάστασης που εξασφαλίζουν προστασία Class II ή ισοδύναμη με αυτή (“ground fault and short circuit proof of installation”). Η προστασία με υλικό κλάσης II, με ενισχυμένη μόνωση, βασίζεται στο ότι η μόνωση είναι τόσο ισχυρή ώστε να αποκλείεται πρακτικά η καταστροφή της. Το πρότυπο IEC EN 61730 αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο αφορά στις ελάχιστες προδιαγραφές καλής κατασκευής του Φ/Β πλαισίου, εμπεριεχόμενης και της ηλεκτρικής μόνωσης, για εγκαταστάσεις όπου η μέγιστη τάση συνεχούς μπορεί να φθάσει τα 1000 V, όσον αφορά στη μόνωση πρέπει να καλύπτονται οι απαιτήσεις Class II. Το δεύτερο μέρος του προτύπου IEC EN 61730 αφορά στις απαιτήσεις δοκιμών για τα Φ/Β πλαίσια.

### 3.13 Γείωση Αντιστροφέα

Η γείωση (άμεση ή ουδετέρωση, ανάλογα με την περιοχή) αποσκοπεί κυρίως στην προστασία των εγκαταστάσεων παραγωγής και την ασφάλεια των προσώπων και θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους αντίστοιχους κανονισμούς (HD384). Στο σχήμα 3.8 παρουσιάζονται οι δυνατοί τρόποι γείωσης των διασυνδεδεμένων κτηριακών Φ/Β συστημάτων. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η γείωση ενός εκ των ακροδεκτών του αντιστροφέα στην πλευρά συνεχούς ρεύματος δεν είναι υποχρεωτική στις Ευρωπαϊκές χώρες, σε αντιδιαστολή με τις Η.Π.Α.

Τονίζεται ότι η γείωση ή μη της πλευράς D.C. εξαρτάται από την τεχνολογία των Φ/Β πλαισίων και την τοπολογία του αντιστροφέα. Οι Φ/Β συστοιχίες που διαμορφώνονται από συγκεκριμένα είδη πλαισίων (λεπτών επιστρώσεων, back – contact) γειώνονται με υπόδειξη του κατασκευαστή, προκειμένου να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία τους αλλά και η βελτιστοποίηση της απόδοσής τους. Ειδικότερα, τα Φ/Β πλαίσια λεπτών επιστρώσεων (thin film) με υλικά όπως το άμορφο πυρίτιο (a –Si) και το τελλουριούχο κάδμιο (CdTe), λόγω της τεχνολογίας κατασκευής τους (superstrate technology), παρουσιάζουν συνήθως υψηλό κίνδυνο διάβρωσης του στρώματος TCO, γεγονός που επιφέρει καταστρεπτικά για τα πλαίσια αποτελέσματα. Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, γειώνεται ο αρνητικός ακροδέκτης της Φ/Β πηγής. Το φαινόμενο αυτό δεν εμφανίζεται, βάσει των υφιστάμενων μελετών, σε Φ/Β πλαίσια thin film με άλλα υλικά (π.χ. CIS). Σε συστήματα με Φ/Β πλαίσια τεχνολογίας back – contact, επιβάλλεται (από τον κατασκευαστή) η γείωση του θετικού ακροδέκτη στην πλευρά D.C. για βελτιστοποίηση της απόδοσης. Η γείωση σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να γίνει μέσω μεγάλης αντίστασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις επιβάλλεται η χρήση αντιστροφέα με Μ/Σ απομόνωσης, εκτός αν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή ότι ο επιλεγμένος τύπος αντιστροφέα (χωρίς Μ/Σ) είναι κατάλληλος για χρήση με τα πλαίσια που έχουμε επιλέξει. Όσον αφορά στα συνήθη κρυσταλλικά πλαίσια, δεν έχουν τεθεί ιδιαίτερες απαιτήσεις από τους κατασκευαστές ως προς τη γείωση ή μη των ακροδεκτών της πλευράς D.C. Σε αυτές τις περιπτώσεις, εφόσον δεν γειώνονται ενεργά μέρη στην πλευρά D.C., είναι δυνατή η χρήση αντιστροφέα χωρίς Μ/Σ απομόνωσης. Σε κάθε περίπτωση, ο μελετητής του συστήματος ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή για τις ειδικές απαιτήσεις που προκύπτουν ανάλογα με την τεχνολογία των Φ/Β πλαισίων. Συνήθως οι κατασκευαστές αντιστροφέων, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, προτείνουν τον κατάλληλο εξοπλισμό ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου. Τονίζεται ότι, αν ο αντιστροφέας δεν περιλαμβάνει μετασχηματιστή απομόνωσης, η πλευρά D.C. δεν γειώνεται. Αντίθετα όλα τα εκτεθειμένα μεταλλικά μέρη του

Φ/Β εξοπλισμού (π.χ. βάσεις στήριξης και μεταλλικά μέρη των Φ/Β πλαισίων) γειώνονται υποχρεωτικά. Στις παραγράφους που ακολουθούν αναλύονται ορισμένα θέματα τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής ανάλογα με τον τρόπο γείωσης του αντιστροφέα.



Σχήμα 3.8 – Δυνατοί τρόποι γείωσης διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος.

Στο σχήμα 3.8.α παρουσιάζεται η περίπτωση ενός Φ/Β συστήματος στο οποίο χρησιμοποιείται ένας αντιστροφέας με Μ/Σ και γείωση αυτού στη μεριά Α.Σ. Σε ένα τέτοιο σύστημα η δημιουργία σφάλματος μεταξύ ενός εκ των δύο αγωγών D.C. και της γης δεν οδηγεί στη ροή ρευμάτων. Το ίδιο γενικά ισχύει και όταν ένας άνθρωπος (ο οποίος έρχεται σε επαφή με τη γη) ακουμπήσει έναν εκ των ενεργών αγωγών D.C. Βέβαια, εάν τα πλαίσια είναι γειωμένα και δεν διαθέτουν κατάλληλη μόνωση, μπορεί να προκληθεί εκφόρτιση της παρασιτικής χωρητικότητας των πλαισίων μέσω του ανθρώπου προς τη γη (ρεύμα διαρροής). Γι' αυτό είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται πλαίσια με κατηγορία μόνωσης "Class II" σύμφωνα με το πρότυπο IEC EN 61730. Τέλος, στα εν λόγω συστήματα απαιτείται η χρήση ειδικών συστημάτων επιτήρησης σφαλμάτων ως προς γη και συστημάτων αποσύνδεσης του αντιστροφέα (στη μεριά D.C.), προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα λόγω ηθελημένης ή μη γείωσης της μεριάς συνεχούς.

Στο σχήμα 3.8.β παρουσιάζεται η περίπτωση ενός Φ/Β συστήματος στο οποίο χρησιμοποιείται ένας αντιστροφέας με Μ/Σ και γείωση αυτού τόσο στη μεριά D.C. όσο και

στη μεριά A.C. Σε αντιδιαστολή με την προηγούμενη περίπτωση, η δημιουργία ενός σφάλματος μεταξύ του αγείωτου αγωγού D.C. και της γης οδηγεί στη ροή ρευμάτων, όπως επίσης και η επαφή ενός ανθρώπου (ο οποίος έρχεται σε επαφή με τη γη) με τον αγείωτο αγωγό D.C. Ο μοναδικός τρόπος να διακοπεί η ροή ρευμάτων ως προς γη (περίπτωση σφάλματος), είναι η αποσύνδεση της μεριάς D.C. από αυτή. Για την ασφάλεια των ανθρώπων απαιτείται η χρήση διάταξης ανίχνευσης του ρεύματος που ρέει προς τη γη από τον ηθελημένα γειωμένο αγωγό, ενώ τέλος τα ρεύματα διαρροής λόγω της παρασιτικής χωρητικότητας των πλαισίων ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά την αξιοπιστία της προαναφερθείσας διάταξης.

Στο σχήμα 3.8.γ παρουσιάζεται η περίπτωση ενός Φ/B συστήματος στο οποίο χρησιμοποιείται ένας αντιστροφέας χωρίς M/Σ και γείωση αυτού στη μεριά A.C. Μολονότι η πλευρά D.C. δεν γειώνεται άμεσα, σε ορισμένες περιπτώσεις (ανάλογα με την τοπολογία του αντιστροφέα) η γείωση στη μεριά A.C. γίνεται “ορατή” στη μεριά D.C. Στην περίπτωση που είτε τα πλαίσια είναι γειωμένα και δεν διαθέτουν κατάλληλη μόνωση είτε προκληθεί λόγω σφάλματος μη θελημένη γείωση αυτών προκαλείται εκφόρτιση της παρασιτικής χωρητικότητας των πλαισίων μέσω του αντιστροφέα προς τη γη (ρεύμα διαρροής). Για την ασφάλεια των ανθρώπων απαιτείται η χρήση διάταξης ανίχνευσης των ρευμάτων διαρροής. Βέβαια, η ρύθμιση του ορίου ενεργοποίησης της παραπάνω διάταξης χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή (καθορισμός ανώτατου και κατώτατου ορίου, απότομες μεταβολές). Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε όλες τις περιπτώσεις η τάση στα άκρα της Φ/B συστοιχίας δύναται να είναι αρκετά υψηλή (ώστε σύμφωνα με τα πρότυπο IEC 364-4-41 να υφίσταται ανάγκη λήψης μέτρων για την προστασία του κοινού), αλλά και η έξοδος του αντιστροφέα συνδέεται στο ηλεκτρικό δίκτυο X.T, τεκμαίρεται ότι, η τάση σε ορισμένα εξαρτήματα του αντιστροφέα μπορεί να είναι δύο ή και τρεις φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική τάση του δικτύου. Συνεπώς, σηματοδοτείται η ανάγκη γειώσεως του μεταλλικού περιβλήματος του μετατροπέα προκειμένου να αποφεύγεται ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο μειώνεται και η ενδεχόμενη ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση που μπορεί να προκληθεί από τη διακοπτική λειτουργία του κυκλώματος ισχύος σε παρακείμενες ηλεκτρικές συσκευές. Τονίζεται τέλος ότι η γείωση του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού μπορεί να επιφέρει σοβαρά προβλήματα στην περίπτωση που η μόνωση των πλαισίων δεν είναι κατάλληλης τάξης. Από την άλλη πλευρά, μολοι ότι η χρήση αγείωτων Φ/B πλαισίων περιορίζει τον παραπάνω κίνδυνο, αυξάνει τον κίνδυνο καταστροφής των πλαισίων σε ένα ενδεχόμενο κεραυνικό πλήγμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις η γείωση των πλαισίων είναι επιβεβλημένη από τον κατασκευαστή.

## 3.14 Καλωδίωση

### 3.14.1 Πλευρά D.C.

Στην πλευρά της Φ/Β συστοιχίας ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της εγκατάστασης καλωδίωσης θα πρέπει να εξασφαλίζει προστασία ισοδύναμη με μόνωση Class II.

Η καλωδίωση περιλαμβάνει τις συνδέσεις μεταξύ των Φ/Β πλαισίων, τις συνδέσεις από τα άκρα κάθε εν σειρά κλάδου μέχρι το κουτί παραλληλισμού, αν χρησιμοποιείται και τις συνδέσεις από τα άκρα της Φ/Β συστοιχίας, π.χ. στο κουτί παραλληλισμού, μέχρι το ν αντιστροφέα.

Όλα τα καλώδια τα οποία είναι εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία (αποκλείοντας έτσι τα κοινά καλώδια με μόνωση από PVC).

Τα καλώδια τα οποία χρησιμοποιούνται για τις συνδέσεις των πλαισίων θα πρέπει να έχουν μόνωση ανθεκτική τουλάχιστον έως 70°C ή και περισσότερο αν δεν υπάρχει ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα. Η επιλογή του κατάλληλου είδους καλωδίου είναι σημαντική για την ασφάλεια και τη διάρκεια της εγκατάστασης όπως και την ικανοποίηση της απαίτησης για μόνωσης ισοδύναμης με κλάση II.

Για τις συνδέσεις μεταξύ των πλαισίων χρησιμοποιούνται συνήθως εύκαμπτα μονοπολικά καλώδια με ενισχυμένη μόνωση, με τις ανωτέρω τουλάχιστον απαιτήσεις. Ο συνδυασμός αυτός των απαιτήσεων είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί από κοινά τυποποιημένα καλώδια και απαιτεί τη χρήση ειδικών μειγμάτων πλαστικών για μόνωση.

Τα καλώδια μπορούν να είναι εναέρια, αλλά πρέπει να παρέχεται στήριξη, ώστε να μην καταπονούνται οι συνδέσεις. Η στήριξη γίνεται με υλικά ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία, την υγρασία, την υψηλή θερμοκρασία και τη διάβρωση.

Τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να διαθέτουν διόδους παράκαμψης (bypass diodes), για ελάττωση των συνεπειών σκίασης. Για τις συνδέσεις των καλωδίων μεταξύ τους συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλοι ειδικοί σύνδεσμοι ταχείας σύνδεσης. Τα προεγκατεστημένα καλώδια των Φ/Β πλαισίων δε θα πρέπει να αφαιρούνται και να αντικαθίστανται από καλώδια άλλης διατομής ή τύπου.

Η όδευση των καλωδίων από το κουτί παραλληλισμού μέχρι τον αντιστροφέα θα πρέπει να εξασφαλίζει προστασία ισοδύναμη με Class II. Τα καλώδια θα πρέπει να είναι μονοπολικά, με διπλή ή ενισχυμένη μόνωση. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να τοποθετούνται σε διαφορετικά



Στα κιβώτια διασύνδεσης πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικές περιοχές με μονωτικό διαχωριστικό για τη σύνδεση των αρνητικών και θετικών αγωγών. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιούνται ξεχωριστά κουτιά σύνδεσης για τους θετικούς και τους αρνητικούς αγωγούς.

Τα κιβώτια που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι μονωτικά και να ανοίγουν με ειδικό κλειδί ή εργαλείο.

Η διατομή του καλωδίου καθορίζεται από το μέγιστο αναμενόμενο ρεύμα σε ένα κλάδο όπως υπολογίζεται βάσει της Παραγράφου «Σχεδίαση Συστήματος». Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη τουλάχιστον η διόρθωση λόγω θερμοκρασίας, η οποία για τα καλώδια πλησίον των Φ/Β πλαισίων μπορεί να φθάσει το  $\approx 70^\circ\text{C}$ . Σημειώνεται ότι στους  $70^\circ\text{C}$  ο διορθωτικός συντελεστής για καλώδια με μόνωση ανθεκτική ως τους  $90^\circ\text{C}$  είναι 0.58. Δηλαδή στην περίπτωση αυτή η διατομή του καλωδίου θα πρέπει να διαστασιολογηθεί με βάση τη τιμή του μέγιστου αναμενόμενου ρεύματος πολλαπλασιασμένη επί 1.72 ( $=1/0.58$ ), για να μην υπερβούν τα όρια αντοχής της μόνωσης.

Ένα άλλο κριτήριο που εξετάζεται για τη διαστασιολόγηση των καλωδίων είναι αυτό της απώλειας ισχύος. Συνήθως θεωρείται ότι η απώλεια ισχύος στο συνολικό μήκος των D.C. καλωδίων υπό ονομαστικές τιμές λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1% της ονομαστικής ισχύος του Φ/Β συστήματος. Το κριτήριο αυτό συνήθως οδηγεί σε επιλογή μεγαλύτερης διατομής.

Στην πλευρά του συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να εγκαθίσταται διακόπτης (όταν αυτός δεν εμπεριέχεται στον αντιστροφέα) ο οποίος θα απομονώνει τον αντιστροφέα από τη Φ/Β συστοιχία. Ο διακόπτης θα πρέπει να έχει την ικανότητα να απομονώνει τον αντιστροφέα υπό φορτίο (συνεπώς οι ταχυσύνδεσμοι δεν καλύπτουν την απαίτηση αυτή σαν μέσο απομόνωσης). Ο διακόπτης πρέπει να είναι σχεδιασμένος για συνεχές ρεύμα και να απομονώνει και τους δύο πόλους (αγείωτο σύστημα).

### 3.14.2 Πλευρά A.C.

Στην πλευρά A.C. γενικά θα πρέπει να ακολουθούνται οι συνήθειες πρακτικές που απορρέουν από τον HD384.

Η έξοδος του αντιστροφέα συνδέεται σε ξεχωριστό ηλεκτρικό πίνακα, όπου εγκαθίστανται τα μέσα προστασίας και χειρισμού. Η τροφοδοσία του ηλεκτρικού πίνακα θα πρέπει να προέρχεται κατευθείαν από την Παροχή που έχει προμηθεύσει ο Διαχειριστής του Δικτύου στο κτήριο.

Οι ηλεκτρονικοί αντιστροφείς θα πρέπει να παρέχουν τη δυνατότητα απομόνωσης της εξόδου τους από το δίκτυο A.C.

Η εγκατάσταση ρελαί διαφυγής στην έξοδο του αντιστροφέα (πλευρά A.C.) πραγματοποιείται με βάση τις απαιτήσεις του προτύπου HD384. Ειδικότερα, στην περίπτωση που ο αντιστροφέας δεν εμπεριέχει γαλβανική απομόνωση ή εμπεριέχει υψίσυχο Μ/Σ, θα πρέπει να παρέχεται προστασία μέσω ρελαί διαφυγής τύπου Β (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 364-7-712). Ο επιλεγμένος αντιστροφέας καλό είναι να διαθέτει αυτή τη δυνατότητα χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάσταση επιπλέον ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Οι αντιστροφείς που υπάρχουν σε αυτές τις κατηγορίες μπορεί να φέρουν πιστοποιητικό μετρήσεων για τη μη έγχυση D.C, οπότε μπορεί να εγκατασταθεί ρελαί διαφυγής τύπου Α. Για την επιλογή του ρεύματος  $I_{\Delta n}$ , εκτός από τις απαιτήσεις της οδηγίας HD384, λαμβάνεται υπόψη ότι σε Φ/Β εγκαταστάσεις με αντιστροφείς χωρίς μετασχηματιστή υπάρχει ρεύμα διαρροής στην κανονική λειτουργία του συστήματος η τιμή του οποίου δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια (εξαρτάται από τον τύπο των πλαισίων, του αντιστροφέα και τις καιρικές συνθήκες). Στις περιπτώσεις αυτές, η εγκατάσταση ρελαί διαφυγής με ρεύμα διέγερσης 30 mA μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες διακοπές στη λειτουργία του Φ/Β συστήματος. Είναι λοιπόν σκόπιμο, ο μελετητής να ακολουθήσει τις οδηγίες του κατασκευαστή του αντιστροφέα για την επιλογή του κατάλληλου ρελαί διαφυγής.

Τονίζεται ότι η ελαχιστοποίηση των οδεύσεων είναι επιθυμητή, τόσο στην μεριά D.C. όσο και στη μεριά A.C. προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των ηλεκτρικών απωλειών.

### 3.14.3 Σημάνσεις

Σε όλα τα κιβώτια σύνδεσης πρέπει να υπάρχει προειδοποιητική σήμανση ότι τα ενεργά τμήματα στο εσωτερικό των κιβωτίων παραμένουν ενεργά και μετά την απομόνωση των Φ/Β πλαισίων από τον μετατροπέα. Οι σημάνσεις θα πρέπει να είναι ανθεκτικές για το περιβάλλον στο οποίο εγκαθίστανται.

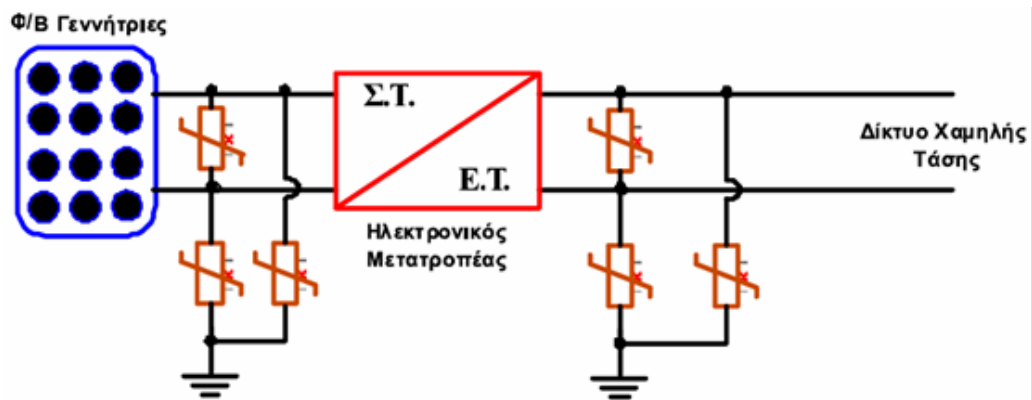
## 3.15 Προστασία των κτιριακών Φ/Β συστημάτων από υπερτάσεις – Αντικεραυνική προστασία

Η προστασία των κτιριακών φωτοβολταϊκών συστημάτων από υπερτάσεις και κεραυνούς είναι ένα θέμα το οποίο αποσκοπεί στην προστασία των εγκαταστάσεων παραγωγής, αλλά κυρίως την ασφάλεια των ανθρώπων και θα πρέπει να υλοποιείται μόνο

σύμφωνα με τα ισχύοντα εθνικά (ΕΛΟΤ), ευρωπαϊκά (EN) και διεθνή (IEC) πρότυπα αλλά και την ισχύουσα νομοθεσία.

Σύμφωνα με το ΦΕΚ470 (5 Μαρτίου 2004) Άρθρα 3 έως και 6, τα φαινόμενα εκδήλωσης υπερτάσεων, εφόσον πρόκειται για αρχικό έλεγχο (νέα ηλεκτρική εγκατάσταση ή σοβαρή τροποποίηση παλαιάς), θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σύμφωνα με τα ισχύοντα εθνικά και ευρωπαϊκά πρότυπα, τα οποία είναι τα πρότυπα σειράς ΕΛΟΤ EN 61643. Επομένως η αναγκαιότητα εφαρμογής προστασίας από υπερτάσεις είναι πλέον απαραίτητη ανεξάρτητα με το εάν υπάρχει ή εάν προβλέπεται να υπάρξει σύστημα εξωτερικής αντικεραυνικής προστασίας.

Με κάθε επιφύλαξη, στηριζόμενοι στην υπάρχουσα εμπειρία εκατοντάδων χιλιάδων Φ/Β συστημάτων μικρότερων των 10 kWp που εγκαταστάθηκαν σε ευρωπαϊκές χώρες και δεν εξέχουν σημαντικά από το περίγραμμα του κτηρίου, όπως προβλέπεται στις Υπουργικές Αποφάσεις, θεωρείται ότι ο κίνδυνος από άμεσο κεραυνικό πλήγμα δεν αυξάνεται. Εντούτοις, για την ασφάλεια των ανθρώπων και την προστασία των κτηριακών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και συσκευών συνιστάται η εκτίμηση των κινδύνων από τους κεραυνούς και τις υπερτάσεις που προκαλούν (ΕΛΟΤ EN 62305).



Σχήμα 3.9 – Τυπική μορφή των συστημάτων γειώσεως και προστασίας από υπερτάσεις της εγκατάστασης.

Στο σχήμα 3.9 παρουσιάζεται μια ενδεικτική μορφή εγκατάστασης των διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις για την προστασία μόνο του Φ/Β συστήματος η οποία και συνιστάται. Παράλληλα θα πρέπει να προβλεφθεί και προστασία των υφιστάμενων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του κτηρίου (π.χ. προστασία γενικού πίνακα και υποπινάκων).

Τα πρότυπα αντικεραυνικής προστασίας που ισχύουν και εφαρμόζονται είναι της σειράς ΕΛΟΤ EN 62305 καθώς επίσης της σειράς ΕΛΟΤ EN 50164. Τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 62305 περιγράφουν τις απαιτήσεις σχεδιασμού ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας ενώ τα

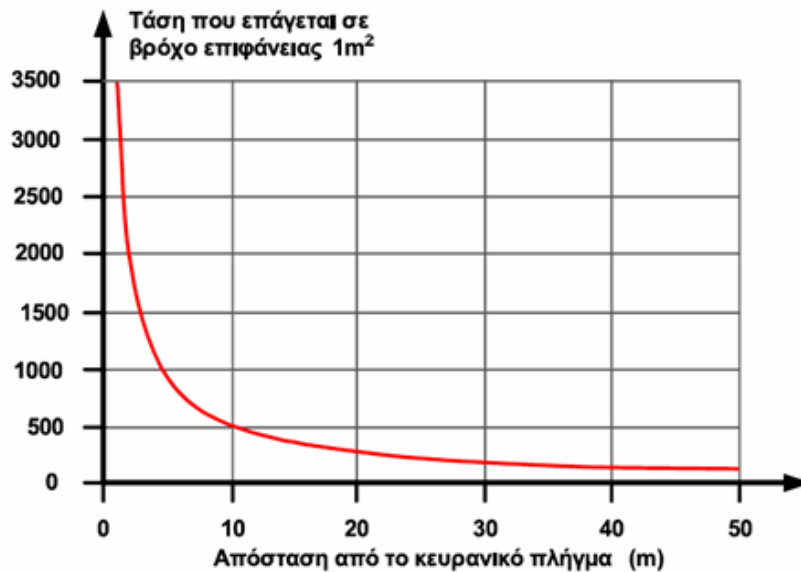
πρότυπα ΕΛΟΤ EN 5 0 1 περιγράφουν τις απαιτήσεις δοκιμών των εξαρτημάτων αντικεραυνικής προστασίας. Επίσης για την προστασία από υπερτάσεις τα αντίστοιχα πρότυπα είναι της σειράς ΕΛΟΤ EN 61643 τα οποία περιγράφουν τις απαιτήσεις δοκιμών και εγκατάστασης των διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις τόσο για τα ενεργειακά όσο και για τα τηλεπικοινωνιακά κυκλώματα.

Η αναγκαιότητα εγκατάστασης ενός συστήματος εξωτερικής αντικεραυνικής προστασίας μπορεί να εξετασθεί με την εφαρμογή του προτύπου ΕΛΟΤ EN 62305-2. Το πρότυπο εξετάζει, ανεξάρτητα με το εάν υπάρχει Φ/Β εγκατάσταση, τον κίνδυνο που μπορεί να έχει το υφιστάμενο κτήριο σε ένα άμεσο ή έμμεσο κεραυνικό πλήγμα. Εάν η εγκατάσταση ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας κριθεί απαραίτητη, ο σχεδιασμός του συστήματος θα πρέπει να υλοποιηθεί με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-3. Σε περίπτωση που το κτήριο διαθέτει σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, θα πρέπει να μελετηθεί εάν ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προτύπου και εάν καλύπτει τις Φ/Β εγκαταστάσεις. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να γίνουν όλες οι απαραίτητες συμπληρωματικές ενέργειες ώστε το υφιστάμενο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας να προσαρμοστεί στις νέες απαιτήσεις (π.χ. εγκατάσταση επιπρόσθετων ακίδων, συλλεκτήριων αγωγών, αγωγών καθόδου, εφαρμογή ισοδυναμικών συνδέσεων, ηλεκτροδίων γείωσης κ.α.).

Η προστασία του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, όπως και των ανθρώπων που έρχονται σε επαφή με αυτά σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 62305-3, επιβάλλεται εφόσον εφαρμόζεται ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Η επιλογή και η εγκατάσταση των διατάξεων προστασίας θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 62305-4.

Οι εγκαταστάτες καλό είναι να αποφεύγουν τη δημιουργία μεγάλων βρόγχων ρεύματος, διότι ένα ενδεχόμενο κεραυνικό πλήγμα θα οδηγήσει στην εμφάνιση υψηλών τάσεων εξ επαγωγής, όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στο σχήμα 3.10.

Στην περίπτωση που το Φ/Β σύστημα εγκαθίσταται σε κτήριο που διαθέτει υφιστάμενο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (Σ.Α.Π.) και μπορεί να διατηρηθεί απόσταση ασφαλείας (0.5-1m) μεταξύ του Φ/Β συστήματος και των αγωγών συλλογής και καθόδου του κεραυνικού ρεύματος, το Φ/Β σύστημα θεωρείται ότι βρίσκεται μέσα στην περιοχή προστασίας του αλεξικέραυνου και δεν πρέπει να συνδέεται αγώγιμα με το Σ.Α.Π. (εφόσον πρόκειται για ενσωμάτωση σε υφιστάμενα κτήρια). Αν δεν μπορεί να διατηρηθεί η απόσταση αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται αγώγιμη σύνδεση με τους αγωγούς του Σ.Α.Π.



Σχήμα 3.10 – Ενδεικτικό σχήμα τάσης που επάγεται σε βρόγχο επιφάνειας 1m<sup>2</sup>, συναρτήσει της απόστασης του κεραυνικού πλήγματος.

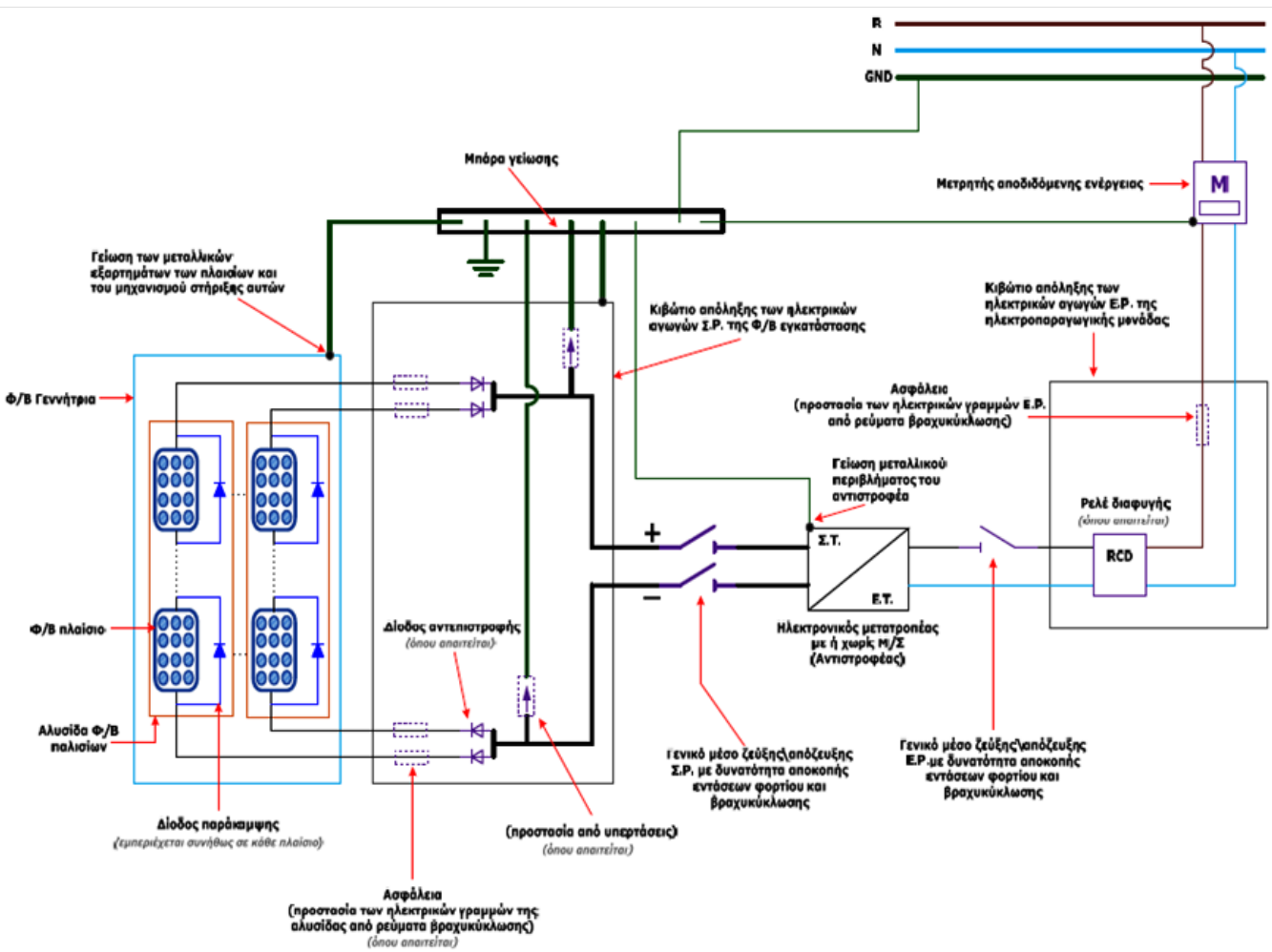
### 3.16 Διασύνδεση με δίκτυο

#### 3.16.1 Σύνδεση κτηριακών Φ/Β συστημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο Χαμηλής Τάσης

Η επιλογή του τρόπου σύνδεσης ενός οικιακού φωτοβολταϊκού (Φ/Β) συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο Χ.Τ, θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παραβιάζονται τα όρια διαταραχών που τίθενται από τους διαχειριστές του δικτύου.

Αν και η ένταξη περιορισμένου αριθμού μικρών ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων δεν είναι δυνατό να επηρεάσει αισθητά την ποιότητα ισχύος του Ελληνικού Σ.Η.Ε., δε συμβαίνει το ίδιο στην περίπτωση ευρείας χρήσης των παραπάνω μονάδων. Έτσι, τα κριτήρια που εξετάζονται προκειμένου να επιτραπεί η σύνδεση νέων εγκαταστάσεων παραγωγής σε συγκεκριμένο σημείο του δικτύου Χ.Τ. είναι η διαμόρφωση των προστασιών της διασύνδεσης εγκαταστάσεων-δικτύου, οι αργές και ταχείες μεταβολές της τάσης, οι εκπομπές αρμονικών, η επάρκεια του δικτύου και η συμβολή των νέων μονάδων στη στάθμη βραχυκύκλωσης. Τα κριτήρια και οι μέθοδοι αξιολόγησης της εφαρμογής αυτών στο Ελληνικό Σ.Η.Ε., βασίζονται στις καθιερωμένες διαδικασίες και πρακτικές που εφαρμόζονται από τη ΔΕΗ για τη σύνδεση των παραγωγών, την πρακτική χωρών οι οποίες έχουν να επιδείξουν σημαντική εμπειρία στον τομέα των διεσπαρμένων ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων, τη σειρά προτύπων 61000 της IEC τα οποία έχουν σήμερα διεθνή αποδοχή και σε σημαντικό βαθμό έχουν υιοθετηθεί ως Ευρωπαϊκά (EN) και εθνικά (ΕΛΟΤ) πρότυπα και τέλος το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50160 το οποίο έχει ήδη υιοθετηθεί από την ΔΕΗ και τον

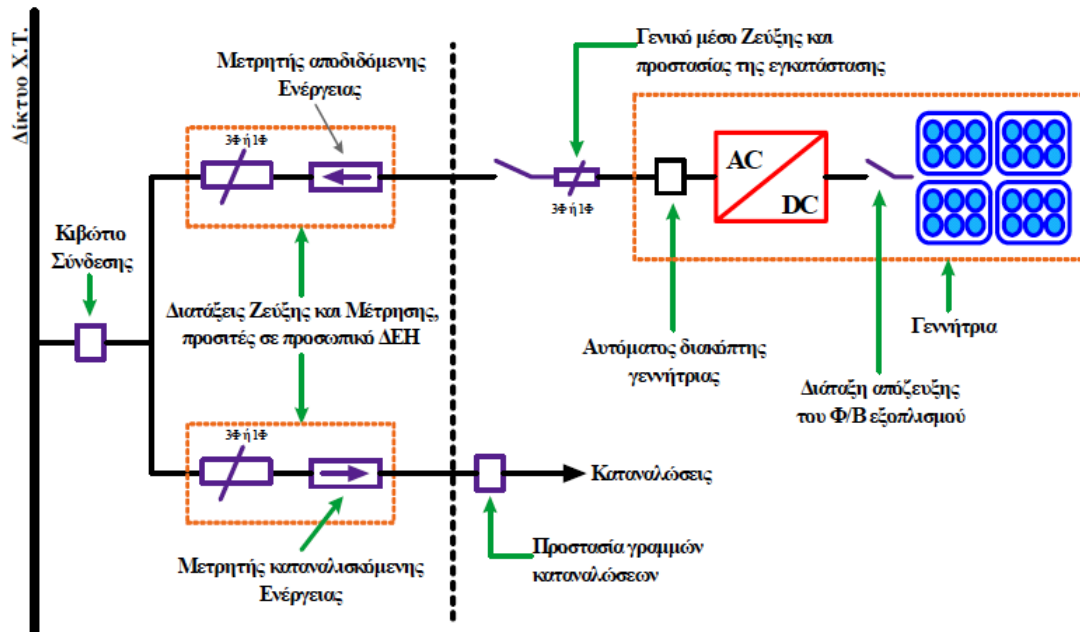
ΕΛΟΤ. Ο έλεγχος πληρότητας των παραπάνω κριτηρίων γίνεται στο πλησιέστερο προς τις εγκαταστάσεις του παραγωγού σημείο του δικτύου, στο οποίο συνδέεται άλλος καταναλωτής ή παραγωγός (Σημείο Κοινής Σύνδεσης στο Δίκτυο). Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο η ενέργεια που αποδίδεται από τον παραγωγό στο δίκτυο όσο και αυτή που απορροφά από αυτό ως καταναλωτής, μεταφέρεται πάντα μέσω της ίδιας παροχής. Στις παραγράφους που ακολουθούν, απομονώνονται τα εδάφια των παραπάνω κανονισμών και προτύπων που αφορούν στους ηλεκτρονικούς αντιστροφείς των διασυνδεδεμένων κτηριακών Φ/Β συστημάτων και παρουσιάζονται οι κυριότερες τεχνικές προδιαγραφές που θα πρέπει να ικανοποιούνται, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη παράλληλη λειτουργία των παραπάνω συστημάτων με το δίκτυο χαμηλής τάσης του Ελληνικού Σ.Η.Ε.



Σχήμα 3.11 – Τυπική μορφή της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός διασυνδεδεμένου οικιακού φ/β συστήματος.

### 3.16.2 Διαμόρφωση της διασύνδεσης των κτηριακών Φ/Β εγκαταστάσεων – Ηλεκτρικού δικτύου

Στο σχήμα 3.12 παρουσιάζεται μια τυπική απλοποιημένη μορφή σύνδεσης των προαναφερθέντων ηλεκτροπαραγωγικών διατάξεων με το δίκτυο Χ.Τ. Το γενικό μέσο Ζεύξης Α.С., η προστασία από ρεύματα βραχυκύκλωσης στην πλευρά Α.С., καθώς και ο αυτόματος διακόπτης της γεννήτριας εξασφαλίζουν τον παραλληλισμό και τη ζεύξη της εγκατάστασης με το δίκτυο.



Σχήμα 3.12 – Τυπική απλοποιημένη μορφή σύνδεσης οικιακών Φ/Β συστημάτων με το ηλεκτρικό δίκτυο Χ.Τ.

Η προστασία των Φ/Β γεννητριών σε περίπτωση εμφάνισης διαταραχών στο δίκτυο καθώς και η απομόνωσή της σε περίπτωση πλήρους διακοπής του θα πρέπει να επιτυγχάνεται μέσω του αυτόματου διακόπτη της γεννήτριας ή άλλων κατάλληλων προστασιών ενσωματωμένων στο σύστημα ελέγχου του μετατροπέα ισχύος, ώστε να αποφεύγονται βλάβες του εξοπλισμού της εγκατάστασης και να αποτρέπεται η δημιουργία επικίνδυνων καταστάσεων για τους λοιπούς χρήστες του δικτύου. Για την ασφαλή και απρόσκοπτη εκτέλεση εργασιών στο δίκτυο, θα πρέπει να παρέχεται στο προσωπικό των διανομέων ηλεκτρικού ρεύματος η δυνατότητα χειροκίνητης απόζευξης της εγκατάστασης από το δίκτυο, μέσω της ελεύθερης πρόσβασης στη μετρητική διάταξη. Από την άλλη πλευρά, τα μέσα ζεύξεως και προστασίας θα πρέπει αφ' ενός να έχουν την ικανότητα διακοπής εντάσεων φορτίου και βραχυκυκλώματος, αφ' ετέρου να εξασφαλίζουν την έγκαιρη απόζευξη της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας. Η ρύθμιση των τιμών χρονικής καθυστέρησης των μέσων προστασίας χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, διότι αρκετά μικρές τιμές αυτής μπορούν να

οδηγήσουν σε αυξημένη συχνότητα ανεπιθύμητων αποζεύξεων της εγκατάστασης παραγωγής, ενώ αντίθετα μεγάλες χρονικές καθυστερήσεις μπορούν να προκαλέσουν βλάβες, τόσο στην ίδια την εγκατάσταση όσο και σε παρακείμενα φορτία ή παραγωγούς. Οι απαιτήσεις οι οποίες πρέπει να καλύπτονται για την διασύνδεση ενός Φ/Β συστήματος με το δίκτυο, σύμφωνα και με τις οδηγίες του Διαχειριστή Δικτύου, συνοψίζονται στον Πίνακα 3.4.

**Πίνακας 3.4 – Απαιτήσεις διασύνδεσης σύμφωνα και με τις οδηγίες του διαχειριστή δικτύου**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ
<b>Τάση</b>	Η τιμή της εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα του ηλεκτρονικού αντιστροφέα δεν πρέπει να υπερβαίνει το -20% (184V) ή το +15% (264.5V) της ονομαστικής τιμής της τάσης του δικτύου. Σε περίπτωση υπέρβασης των παραπάνω ορίων, η απόζευξη θα πρέπει να πραγματοποιείται εντός 0.5 s.
<b>Συχνότητα</b>	Η συχνότητα των ηλεκτρικών μεγεθών εξόδου του αντιστροφέα δεν πρέπει να υπερβαίνει περισσότερο από $\pm 0.5\text{Hz}$ την ονομαστική τιμή της συχνότητας του δικτύου. Σε περίπτωση υπέρβασης των παραπάνω ορίων, η απόζευξη θα πρέπει να πραγματοποιείται εντός 0.5 s.
<b>Αυτόματη επανάζευξη</b>	Η επανάζευξη θα πρέπει να πραγματοποιείται μετά από τουλάχιστον 3 λεπτά.
<b>Αρμονικές</b>	Η ολική αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος εξόδου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
<b>Έγχυση συνεχούς ρεύματος</b>	Η μέγιστη τιμή εγχόμενου συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να είναι το πολύ ίση με το 0.5% του ονομαστικού ρεύματος της εγκατάστασης.

### 3.17 Αρμονική Παραμόρφωση & επιτρεπτά όρια έγχυσης αρμονικών συνιστωσών

Η υψίσυχη διακοπτική λειτουργία των αντιστροφέων, που χρησιμοποιούνται στα κτηριακά Φ/Β συστήματα προκαλεί την εμφάνιση ανώτερων αρμονικών στην κυματομορφή του ρεύματος που παρέχεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτές οι ανώτερες αρμονικές συνιστώσες είναι δυνατόν να προκαλέσουν προβλήματα τόσο στο ίδιο το δίκτυο και σε εγκαταστάσεις που είναι συνδεδεμένες σε αυτό, όσο και σε παρακείμενες ηλεκτρονικές συσκευές. Συγκεκριμένα, η έγχυση αρμονικών από τις εγκαταστάσεις παραγωγής προκαλεί παραμόρφωση της τάσης, με άμεσο αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία ηλεκτρικών συστημάτων (π.χ. μετασχηματιστές, ηλεκτρικές μηχανές), ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. συστήματα προστασίας του δικτύου), αλλά και παρακείμενων ηλεκτρικών φορτίων (π.χ. ενισχυτές,



τροφοδοτικά ηλεκτρονικών μηχανημάτων), τα οποία είναι συνδεδεμένα στην ίδια ηλεκτρική γραμμή. Από την άλλη πλευρά, η ύπαρξη αρμονικών σε συχνότητες μεγαλύτερες του 1kHz δυσχεραίνει τη χρησιμοποίηση του δικτύου για τη μεταφορά υψίσυχνων τηλεπικοινωνιακών σημάτων τα οποία εξυπηρετούν την αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των διεσπαρμένων πηγών ενέργειας και του κέντρου ελέγχου του Ηλεκτρικού Συστήματος. Τέλος, η ύπαρξη ανώτερων αρμονικών μπορεί να προκαλέσει ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση σε γειτονικές συσκευές, που δεν συνδέονται άμεσα στο ηλεκτρικό δίκτυο (μέσω ακτινοβολίας). Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η εμφάνιση θορύβου και δυσλειτουργιών σε αυτές τις συσκευές, στην περίπτωση που δεν υπάρχει κατάλληλη μαγνητική θωράκιση.

Για την αποφυγή των παραπάνω ανεπιθύμητων καταστάσεων είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση της λειτουργίας των μετατροπέων που χρησιμοποιούνται στα κτηριακά Φ/Β συστήματα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

Αναλυτικότερα, η έγχυση αρμονικών από τους ηλεκτρονικούς μετατροπείς των κτηριακών Φ/Β συστημάτων πρέπει να εναρμονίζεται με τις προϋποθέσεις που προβλέπονται από το πρότυπο IEC 61000-3-2. Το πρότυπο αυτό πραγματεύεται τα επιτρεπτά όρια εκπομπής αρμονικών συσκευών και εγκαταστάσεων με ονομαστικό ρεύμα μικρότερο ή ίσο των 16Α/φάση οι οποίες συνδέονται στα δίκτυα Χ.Τ. Συνεπώς τα όρια που τίθενται από αυτό είναι κατάλληλα και για την αξιολόγηση των ηλεκτρονικών αντιστροφέων που χρησιμοποιούνται στα οικιακά Φ/Β συστήματα. Πρέπει να σημειωθεί πως ο έλεγχος των αρμονικών πραγματοποιείται μόνο για την κανονική λειτουργία των εγκαταστάσεων και όχι κατά τις μεταβατικές περιόδους, οι οποίες έχουν συνήθως διάρκεια λίγων δευτερολέπτων (π.χ. κατά τον παραλληλισμό με το δίκτυο). Τέλος, το πρότυπο EN50081-1 οριοθετεί τα επιτρεπτά όρια εκπομπής ακτινοβολίας και τις αγωγίμες εκπομπές των ηλεκτρονικών μετατροπέων και το EN50082-1 προσδιορίζει την προστασία των εν λόγω μετατροπέων από εκπομπές ακτινοβολίας σε οικιακό, εμπορικό και ελαφρύ βιομηχανικό περιβάλλον.

Πέρα από τις παραπάνω προδιαγραφές, ο Διαχειριστής Δικτύου επιβάλλει, ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη σύνδεση εγκαταστάσεων παραγωγής στα δίκτυα διανομής, την επίτευξη Συντελεστή Αρμονικής Παραμόρφωσης (Total Harmonic Distortion, T.H.D.) του ρεύματος εξόδου της εγκατάστασης μικρότερο ή οριακά ίσο με 5%, Συντελεστή Ισχύος (Power Factor, PF) μεγαλύτερο από 0.95 για επαγωγική και χωρητική συμπεριφορά υπό ισχύ άνω του 50% της ονομαστικής και μέγιστη τιμή εγχεόμενου συνεχούς ρεύματος (εφόσον οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς δεν διαθέτουν χαμηλόσυχο μετασχηματιστή) το πολύ ίση με το 0.5% του ονομαστικού ρεύματος της εγκατάστασης. Σκοπός των δύο τελευταίων

προδιαγραφών είναι η οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος (μέσω του περιορισμού των απωλειών στο η αγωγο ή του δικτύου) και η αποφυγή εμφάνισης φαινομένων κορεσμού στους μετασχηματιστές του δικτύου.

Σε χώρες με μεγαλύτερη εμπειρία στον τομέα των Φ/Β συστημάτων, τα όρια των προαναφερθέντων τεχνικών προδιαγραφών είναι περισσότερο αυστηρά σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω της αυξημένης διείσδυσης των εν λόγω συστημάτων στην ενεργειακή τους τροφοδότηση. Ενδεικτικά στον Πίνακα 3.5 παρατίθενται τα προβλεπόμενα όρια από το πρότυπο IEC 61727 το οποίο βασίστηκε σε σημαντικό βαθμό σε κανονισμούς που αναπτύχθηκαν από την εκτεταμένη εφαρμογή Φ/Β συστημάτων στη Γερμανία.

**Πίνακας 3.5 – Επιτρεπτά όρια συνιστωσών του ρεύματος και τάσης εξόδου Φ/Β μονάδων ισχύος έως 10kW που συνδέονται στο δίκτυο Χ.Τ. σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61727**

Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση Αρμονικών περιττής τάξης (A)		Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση Αρμονικών άρτιας τάξης (A)
Τάξη Αρμονικής		Οι αρμονικές άρτιας τάξης οφείλουν να είναι μικρότερες, τουλάχιστον κατά 25%, από το μέτρο των αντίστοιχων αρμονικών περιττής τάξης.
3-9η	4% του μέγιστου ρεύματος εξόδου	
11-15η	2% του μέγιστου ρεύματος εξόδου	
17-21η	1,5% του μέγιστου ρεύματος εξόδου	
23-33η	0,6% του μέγιστου ρεύματος εξόδου	
Μέγιστη τιμή του συντελεστή Αρμονικής Παραμόρφωσης (T.H.D.)		5%
Συντελεστής ισχύος στο 50% της ονομαστικής ισχύος (P.F.)		0,9%
Μέγιστη τιμή εγχεόμενου συνεχούς ρεύματος στο ηλ. δίκτυο		Μικρότερο του 0,5% της τιμής του ονομαστικού ρεύματος εξόδου της εγκατάστασης
Μέγιστη επιτρεπτή διακύμανση της τάσης εξόδου της εγκατάστασης στη μόνιμη κατάσταση λειτουργία		85%-110% (196-253V)
Μέγιστη επιτρεπτή διακύμανση της συχνότητας των ηλεκτρικών μεγεθών εξόδου της εγκατάστασης στη μόνιμη κατάσταση λειτουργία		(50 ± 0,5 Hz)

### 3.18 Ανίχνευση καταστάσεων απομονωμένης λειτουργίας – «Φαινόμενο νησίδας»

Με τον όρο “φαινόμενο νησίδας” ορίζεται μια μη επιθυμητή κατάσταση κατά την οποία ένα τμήμα του ηλεκτρικού δικτύου, όπου εμπεριέχονται τόσο ηλεκτρικά φορτία όσο και μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής, παραμένει ηλεκτροδοτημένο, λόγω των παραπάνω μονάδων, παρότι το υπόλοιπο ηλεκτρικό δίκτυο είναι ανενεργό. Αιτίες εμφάνισης αυτού του φαινομένου μπορεί να είναι η ηθελημένη αποσύνδεση ενός μέρους του δικτύου από τα μέσα προστασίας αυτού εξαιτίας της ανίχνευσης κάποιου σφάλματος, η προγραμματισμένη διακοπή του δικτύου για λόγους συντήρησης, η διακοπή της ηλεκτροδότησης λόγω εξωγενών περιβαλλοντικών αιτιών, η πιθανή αστοχία ενός μέρους του εξοπλισμού του Σ.Η.Ε. αλλά και το ανθρώπινο λάθος. Η ανίχνευση του «φαινομένου νησίδας», αποτελεί ένα από τα βασικά κριτήρια που πρέπει να ικανοποιούνται προκειμένου να επιτραπεί η σύνδεση ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος στο Ελληνικό ΣΗΕ, όπως εν γένει και των υπολοίπων διεσπαρμένων πηγών ενέργειας. Οι λόγοι που επιβάλλουν την ανίχνευση αυτών των καταστάσεων έγκειται στη διασφάλιση υψηλής ποιότητας παρεχόμενης ενέργειας στους καταναλωτές και κυρίως η ασφάλεια εγκαταστάσεων και προσώπων. Αναλυτικότερα, σε περιπτώσεις προγραμματισμένης συντήρησης, ενώ οι Διαχειριστές Δικτύου θέτουν ηθελημένα εκτός λειτουργίας τμήματα του ηλεκτρικού συστήματος για να τελεστούν οι εργασίες συντήρησης, η ενδεχόμενη ηλεκτροδότηση αυτού του τμήματος από διεσπαρμένες πηγές ενέργειας (λόγω αδυναμίας ανίχνευσης της διακοπής), θέτει δε σε κίνδυνο το προσωπικό που διενεργεί τις απαραίτητες εργασίες. Επιπρόσθετα, εάν οι προστασίες ενός Σ.Η.Ε. ανοίξουν τους διακόπτες προστασίας μιας γραμμής (λόγω ανίχνευσης τυχαίων σφαλμάτων, πιθανής βλάβης του εξοπλισμού, εξωγενών περιβαλλοντικών αιτιών, ανθρώπινων λαθών χειρισμού κ.λ.π.), και δεν καταστεί εφικτό οι διεσπαρμένες πηγές να εντοπίσουν τη διακοπή της ηλεκτροδότησης, θα συνεχίσουν να τροφοδοτούν τα φορτία που είναι συνδεδεμένα στην ίδια με αυτές γραμμή. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει δύο πολύ σημαντικά προβλήματα:

- Κατά το χρονικό διάστημα της διακοπής, στο κομμάτι της γραμμής που τέθηκε εκτός λειτουργίας δεν υφίσταται κάποιος κεντρικός έλεγχος της συχνότητας και της τάσης, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στους υπόλοιπους συνδεδεμένους χρήστες σε περίπτωση που οι διεσπαρμένες πηγές δε μπορέσουν να τροφοδοτήσουν τα φορτία με τα απαραίτητα ποσά ενεργού και άεργου ισχύος.
- Στην περίπτωση που οι διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής μπορέσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των φορτίων, όταν οι διακόπτες των συστημάτων

προστασίας επανασυνδέσουν την εν λόγω γραμμή στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο ενδέχεται να υπάρξουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της τάσης στους ακροδέκτες των διεσπαρμένων πηγών και αυτής του υπολοίπου Σ.Η.Ε. (διαφορά φάσης και πλάτους, απώλεια συγχρονισμού με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο) Οι διαφορές αυτές είναι δυνατό να έχουν καταστροφικές συνέπειες τόσο στην ίδια την εγκατάσταση όσο στους υπόλοιπους συνδεδεμένους καταναλωτές.

Οι αντιστροφείς των κτηριακών φωτοβολταϊκών συστημάτων θα πρέπει να διαθέτουν προστασία έναντι νησιδοποίησης κατά VDE 0126-1-1 ή ισοδύναμης μεθόδου κατά IEC 62116. Στην περίπτωση ανίχνευσης απομονωμένης λειτουργίας (ανεξαρτήτως της χρησιμοποιούμενης μεθόδου), η απόζευξη των Φ/Β μονάδων από το ηλεκτρικό δίκτυο πρέπει να γίνεται σε χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός δευτερολέπτου (απαιτούμενος χρόνος εκκαθάρισης τυχαίων μη σοβαρών σφαλμάτων), έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι συνέπειες που μπορούν να προκληθούν από ενδεχόμενη ταχεία επαναφορά της τάσης του δικτύου.

Στη Γερμανία η Φ/Β γεννήτρια αποσυνδέεται από το δίκτυο αν παραβιαστούν τα όρια για την τάση και τη συχνότητα. Η προστασία αντινησιδοποίησης κατά VDE 0126-1-1 είναι υποχρεωτική για Φ/Β συστήματα ισχύος έως 30kVA μόνο όταν το σημείο σύνδεσης της πηγής με το δίκτυο δεν είναι προσβάσιμο από το διαχειριστή του δικτύου. Η συμμόρφωση με το πρότυπο VDE 0126-1-1 αποδεικνύεται με πιστοποιητικό τύπου από ανεξάρτητο εργαστήριο.

### **3.19 Μέτρα Προστασίας**

#### **3.19.1 Γενικές οδηγίες για την ασφάλεια του κοινού**

Σε αντίθεση με τις περισσότερες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες, όπου η παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να διακοπεί με τη βοήθεια ενός γενικού μέσου απόζευξης, τα Φ/Β πλαίσια παράγουν τάση στους ακροδέκτες τους μόλις εκτεθούν στο ηλιακό φως. Συνεπώς, η εγκατάσταση ενός Φ/ Β συστήματος πραγματοποιείται συνήθως υπό συνθήκες τάσεως προς την πλευρά των πλαισίων. Επίσης, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η μέγιστη τιμή του ρεύματος ενός Φ/Β πλαισίου είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την τιμή του ονομαστικού ρεύματος του πλαισίου, τεκμαίρεται ότι η χρήση ασφαλειών δεν εγγυάται τη διακοπή του συστήματος σε περίπτωση σφάλματος (βραχυκύκλωμα πλαισίου). Αυτό συνεπάγεται ότι ένα σφάλμα βραχυκύκλωσης στην πλευρά του Σ.Ρ. μπορεί να εξακολουθεί να υφίσταται ανεξαρτήτως της χρήσης ασφαλειών. Η καλή σχεδίαση και η σωστή επιλογή των υλικών καλωδίωσης είναι

απαραίτητη για την ασφάλεια έναντι ηλεκτροπληξίας όχι μόνο του εγκαταστάτη αλλά και όλων των προσώπων που έρχο και σε επαφή με το σύστημα. Επιπρόσθετα, η επιλογή καλωδίων κατάλληλης διατομής εγγυάται την αποφυγή πυρκαγιάς λόγω υπερθέρμανσης των καλωδίων σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Τα πλαίσια που θα επιλεγούν θα πρέπει να πληρούν, είτε τις τεχνικές προδιαγραφές του κανονισμού EN-IEC 61215 (Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου), είτε του κανονισμού EN-IEC 61646 (Φ/Β τεχνολογίας λεπτών υμενίων).

### **3.19.2 Μέτρα περιορισμού του κινδύνου ηλεκτροπληξίας κατά την εγκατάσταση Φ/Β**

Κατά τη σύνδεση των Φ/Β πλαισίων, ο εγκαταστάτης έρχεται σε επαφή με τους ακροδέκτες των πλαισίων στους οποίους εμφανίζεται συνεχής τάση. Συνήθως η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει τα όρια ασφαλείας συνεχούς επαφής, βάση του κανονισμού IEC 364-4-41. Οι ενδεικτικές τιμές των τάσεων των πλαισίων του εμπορίου κυμαίνονται μεταξύ 17 και 100V (ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των κελιών). Παρά ταύτα, οι ηλεκτρονικοί αντιστροφείς που χρησιμοποιούνται στα Φ/Β συστήματα συνήθως απαιτούν την εν σειρά σύνδεση περισσότερων των δύο πλαισίων, με αποτέλεσμα η τάση της στοιχειοσειράς να υπερβαίνει συχνά τα όρια ασφαλείας. Η τάση της στοιχειοσειράς είναι το γινόμενο του αριθμού των εν σειρά πλαισίων επί τη μέγιστη τάση του ενός. Συνεπώς, η εγκατάσταση του συστήματος πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τα ακόλουθα μέτρα:

### **3.19.3 Προτεινόμενη μεθοδολογία εγκατάστασης:**

Σημαντικό μέρος της καλωδίωσης μπορεί να γίνει πριν την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων. Ενδεικτικά, πρώτα τοποθετούμε το γενικό μέσο απόζευξης της πλευράς Σ.Ρ. και τα κιβώτια συνδέσεων. Στη συνέχεια συνδέουμε το θετικό και αρνητικό πόλο της όλης συστοιχίας με το γενικό μέσο απόζευξης χωρίς να έχουμε υλοποιήσει τις ενδιάμεσες συνδέσεις των πλαισίων. Κατόπιν ακολούθως η εν σειρά σύνδεση των πλαισίων της στοιχειοσειράς, ενώ τέλος το γενικό μέσο απόζευξης συνδέεται στην είσοδο του ηλεκτρονικού αντιστροφέα. Η προτεινόμενη μεθοδολογία αποσκοπεί στην αποφυγή επικίνδυνων τάσεων κατά την εγκατάσταση.

### **3.19.4 Εγκατάσταση με μηδενική ηλιοφάνεια**

Για την αποφυγή εμφάνισης υψηλών τάσεων η εγκατάσταση του συστήματος μπορεί να γίνει είτε καλύπτοντας πλήρως τα πλαίσια είτε κατά τις νυχτερινές ώρες όπου αυτό είναι δυνατό. Επίσης συνιστάται η χρήση ειδικών γαντιών και μονωμένων εργαλείων.

### **3.19.5 Προειδοποιητική σήμανση**

Κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος θα πρέπει να χρησιμοποιείται ειδική σήμανση που να προειδοποιεί για τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.

### **3.19.6 Επιλογή μόνωσης καλωδίων και κιβωτίων σύνδεση**

Η χρήση καλωδίων και κιβωτίων σύνδεσης διπλής μόνωσης ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας. Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρήση υλικών και πλαισίων κλάσης II (Class II construction). Επειδή η κλάση των υλικών και των πλαισίων μπορεί να μην είναι εμφανής, ο εγκαταστάτης οφείλει να την επιβεβαιώνει επικοινωνώντας με τον κατασκευαστή.

### **3.19.7 Επιλογή Φ/Β πλαισίων με προεγκατεστημένο σύστημα σύνδεσης**

Τα Φ/Β πλαίσια που διαθέτουν μονωμένους ακροδέκτες σύνδεσης ελαχιστοποιούν την πιθανότητα έκθεσης του εγκαταστάτη σε επικίνδυνες τιμές τάσης. Η επιλογή αυτή είναι απαραίτητη στην περίπτωση που η εγκατάσταση γίνεται από μη εξειδικευμένο προσωπικό.

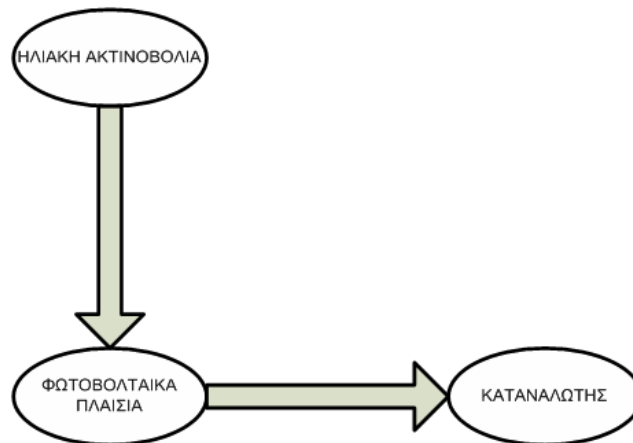
### **3.19.8 Αποφυγή γείωσης της πλευράς Σ.Ρ. κατά την εγκατάσταση**

Ένα σύστημα στο οποίο κανένας από τους δύο πόλους δεν είναι γειωμένος εγκυμονεί λιγότερους κινδύνους (συγκριτικά με ένα γειωμένο σύστημα) επειδή ελαχιστοποιείται ο αριθμός πιθανών διαδρομών για το ρεύμα ηλεκτροπληξίας. Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι σε ένα σύστημα με γειωμένο τον αρνητικό πόλο ο εγκαταστάτης έρθει σε επαφή με οποιοδήποτε σημείο της στοιχειοσειράς - και βρίσκεται σε επαφή με τη γη - δημιουργείται δρόμος ρεύματος μέσω αυτού και της γης. Σε αυτή την περίπτωση η τάση στην οποία θα εκτεθεί ο εγκαταστάτης ισούται με το άθροισμα των τάσεων των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων μεταξύ του σημείου επαφής και του αρνητικού πόλου της στοιχειοσειράς.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία δεν μπορεί να εξαλείψει πλήρως την πιθανότητα ηλεκτροπληξίας.

### 3.20 Αυτοτελές Φ/Β σύστημα

Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι πολύ απλό ή πολύ πολύπλοκο ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο κατασκευάζεται.



Σχήμα 3.13 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που αποτελείται μόνο από φ/β πλαίσια και τον καταναλωτή.

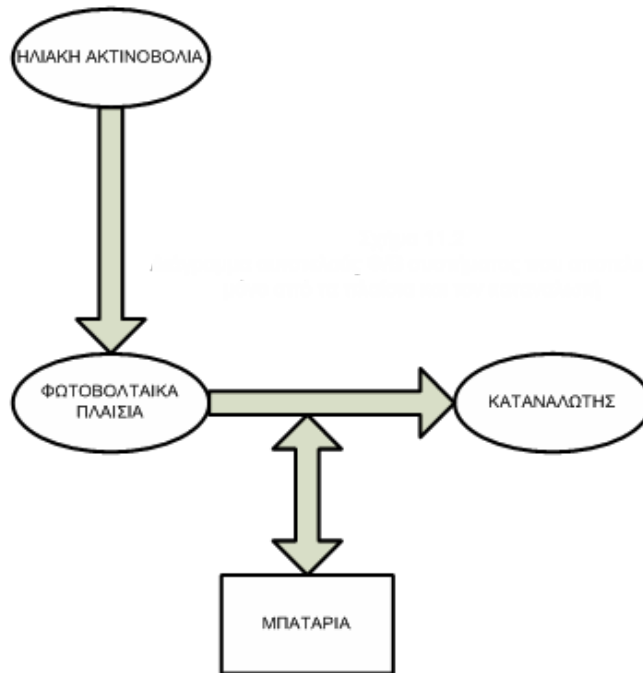
Το πιο απλό σύστημα είναι εκείνο που αποτελείται από τα Φ/Β πλαίσια τα οποία τροφοδοτούν απ' ευθείας τον καταναλωτή χωρίς να γίνεται αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας ή ρύθμιση της τάσης. Το σύστημα αυτό τροφοδοτεί τον καταναλωτή μόνο όταν υπάρχει φωτισμός στα πλαίσια. Τέτοιο σύστημα (Σχήμα 3.13) χρησιμοποιείται στους μικρούς υπολογιστές τσέπης και σε αντλίες νερού που λειτουργούν με κινητήρα συνεχούς τάσης.

Ένα πιο σύνθετο σύστημα από το προηγούμενο περιλαμβάνει και μια μπαταρία για την αποθήκευση μέρους της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν τα Φ/Β πλαίσια. Στην περίπτωση αυτή η ενέργεια των πλαισίων μεταβιβάζεται στον καταναλωτή και αυτή που περισσεύει αποθηκεύεται στην μπαταρία (Σχήμα 3.14).

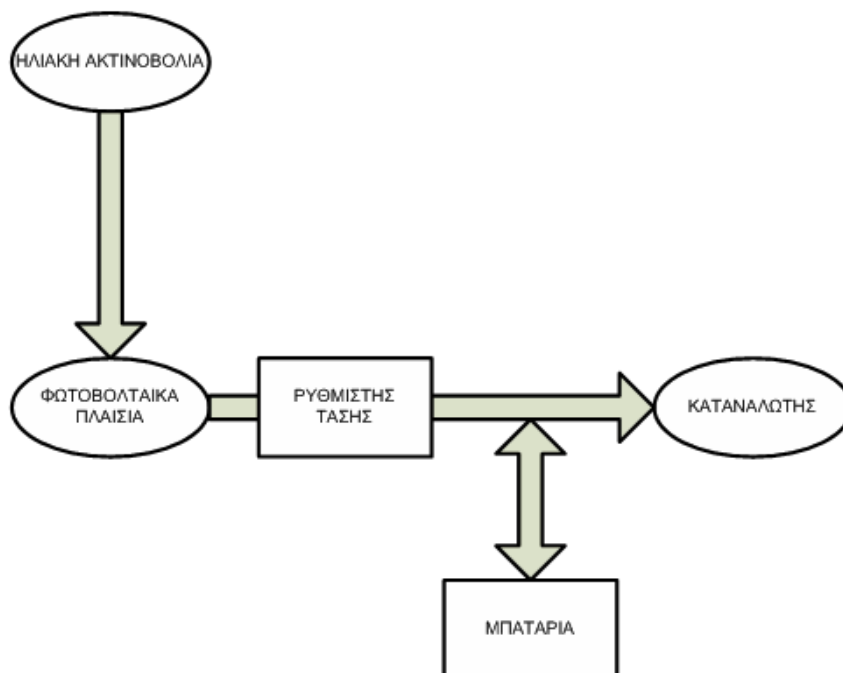
Φυσικά, στην περίπτωση αυτή το μέγεθος των πλαισίων πρέπει να υπολογισθεί κατάλληλα ώστε να γίνεται μια κανονική διοχέτευση ρεύματος στη μπαταρία. Επειδή όμως υπάρχει ο κίνδυνος υπερφόρτωσης ή πλήρους εκφόρτισης της μπαταρίας για τι και στις δύο περιπτώσεις λιγοστεύει ο χρόνος ζωής της.

Για να υπάρχει αυτόματη διατήρηση της τάσης της μπαταρίας και για καλύτερη λειτουργία του συστήματος επιβάλλεται η παρεμβολή του ρυθμιστή τάσης μεταξύ των πλαισίων και της μπαταρίας (Σχήμα 3.15).

Σε περίπτωση που χρειάζεται εναλλασσόμενη τάση είναι απαραίτητο για τον καταναλωτή η χρησιμοποίηση του μετατροπέα συνεχούς – εναλλασσόμενου ρεύματος. Η συσκευή αυτή παρεμβάλλεται μεταξύ της μπαταρίας και του καταναλωτή. Αν τυχόν υπάρχει και καταναλωτής συνεχούς τάσης, η τροφοδότηση του γίνεται απευθείας από τη μπαταρία (Σχήμα 3.16).

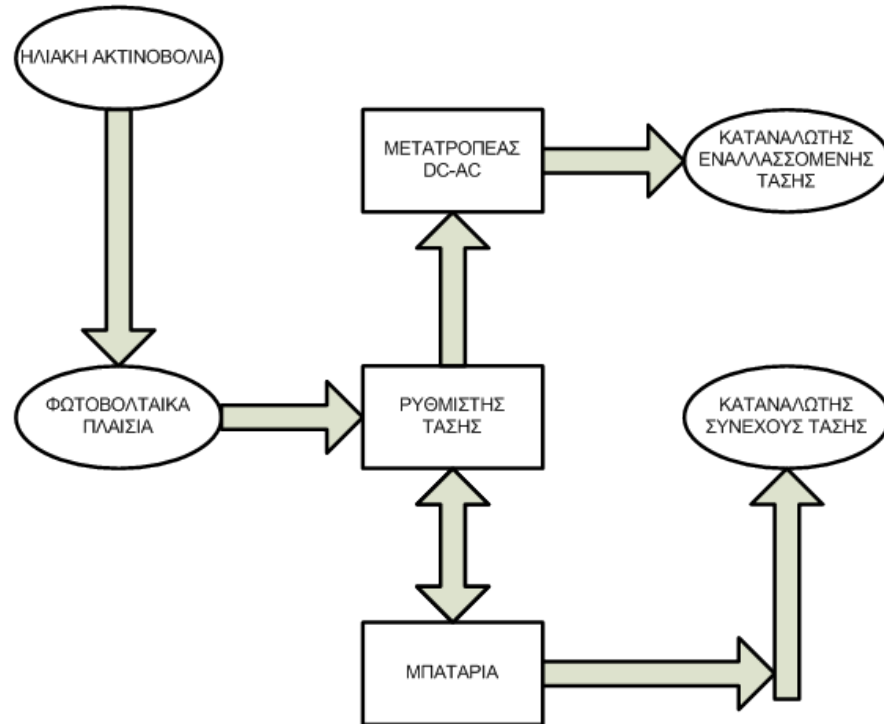


Σχήμα 3.14 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που περιλαμβάνει και μπαταρία.



Σχήμα 3.15 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος με παρεμβολή ρυθμιστή τάσεως για αυτόνομη διατήρηση της τάσης της μπαταρίας.

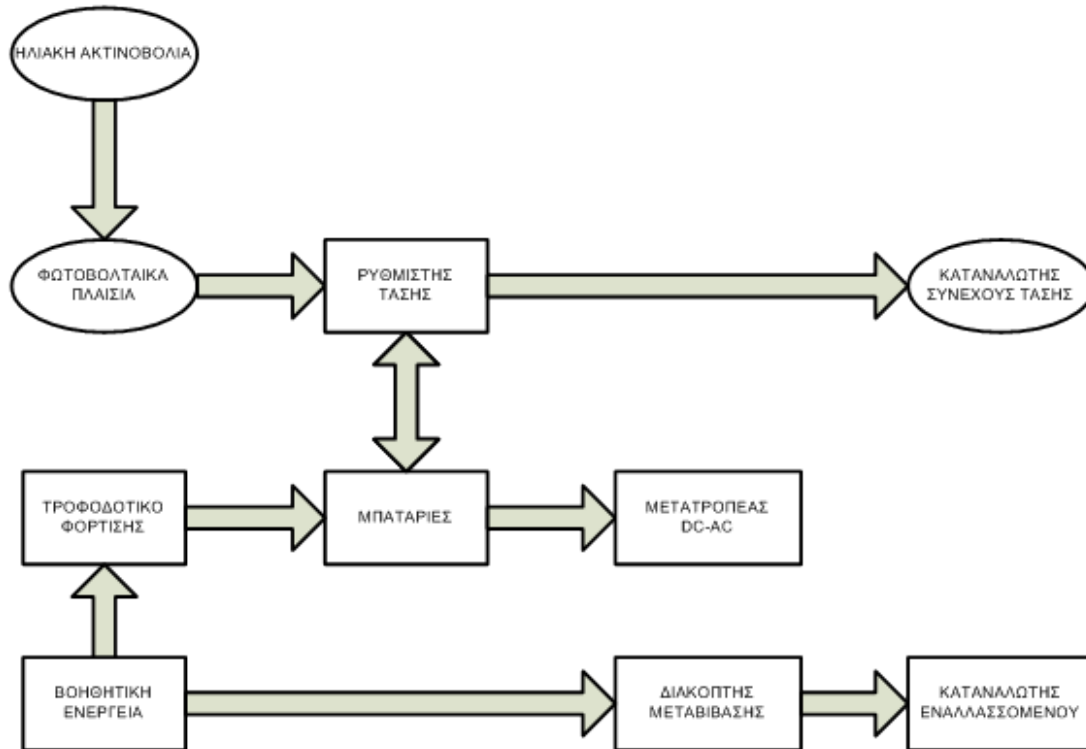




Σχήμα 3.16 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που παρεμβάλει μετατροπέα για A/C καταναλώσεις. Οι D.C. καταναλώσεις τροφοδοτούνται κατευθείαν από την μπαταρία.

Εάν η ισχύς που απαιτείται για την τροφοδότηση του καταναλωτή είναι πολύ μεγάλη, μπορεί τα Φ/Β πλαίσια και η αποθηκευμένη ενέργεια να μην έχουν τη δυνατότητα να ανταποκριθούν σε έκτακτες περιστάσεις που μπορεί να παρουσιαστούν. Τέτοιες έκτακτες περιστάσεις, όπως είναι μια απρόβλεπτα μεγάλη περίοδος συννεφιάς ή μια ξαφνική βλάβη του συστήματος, μπορεί να αντιμετωπισθούν με μια βοηθητική ενέργεια πετρελαίου και ένα τροφοδοτικό μπαταρίας.

Η προσθήκη βοηθητικής γεννήτριας στο σύστημα είναι ένας τρόπος να αντιμετωπισθεί κάποια μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να εμφανισθεί ξαφνικά. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού πλαισίων που θα ήταν απαραίτητα μόνο για εξαιρετικές περιπτώσεις χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας ή για προσωρινή χρησιμοποίηση στο σπίτι ηλεκτρικών συσκευών μεγάλης ισχύος. Γενικά πρέπει να τονιστεί ότι η γεννήτρια είναι μια εφεδρική συσκευή του Φ/Β συστήματος και χρησιμοποιείται πολύ αραιά για να φορτίσει τις μπαταρίες. Πάντοτε το μεγαλύτερο ή συνήθως όλο το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας



Σχήμα 3.17 – Διάγραμμα αυτοτελούς φ/β συστήματος που παραλαμβάνει βοηθητική γεννήτρια και τροφοδοτικό φόρτισης μπαταριών.

Όταν επρόκειτο να εγκατασταθεί ένα αυτοτελές Φ/Β σύστημα θα πρέπει να περιορισθεί η χρήση ηλεκτρικών συσκευών που παράγουν θερμότητα, γιατί τέτοιες συσκευές προκαλούν μεγάλη αύξηση του ρεύματος και γενικά της ηλεκτρικής ισχύος. Οι συσκευές που θα λειτουργούν με την ηλεκτρική ενέργεια του Φ/Β συστήματος πρέπει να είναι πολύ καλής απόδοσης. Αν υπάρχουν παλιές αντιοικονομικές συσκευές πρέπει να αντικατασταθούν με άλλες καλύτερης απόδοσης που φυσικά θα προσφέρουν την ίδια ή ακόμη καλύτερη εξυπηρέτηση.

Πάντα υπάρχει περιθώριο να ελαττωθεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς αυτό να προκαλέσει σοβαρή μεταβολή στον τρόπο ζωής μας ή να ελαττωθούν οι βασικές ευκολίες που μας προσφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα. Γενικά πρέπει η κατανάλωση του ρεύματος να είναι περιορισμένη για να αποφευχθεί έστω και η εφεδρική χρησιμοποίηση γεννήτριας που επιφέρει έξοδα, εκτός από την αγορά της, για τη τροφοδότηση της με καύσιμα και για τη συντήρηση της ώστε να βρίσκεται συνεχώς σε καλή κατάσταση. Επιπλέον μια γεννήτρια προκαλεί δυνατό και συνεχές ενοχλητικό θόρυβο και δεν έχει την δυνατότητα να υποθηκεύσει τα τυχόν περισσεύματα ενέργειας που παράγουν τα πλαίσια. Για αυτό κατά τη σχεδίαση ενός αυτοτελούς Φ/Β συστήματος πρέπει να γίνουν πολύ ακριβείς υπολογισμοί, κάτι που δεν είναι απαραίτητο για ένα Φ/Β σύστημα που πρόκειται να συνδεθεί με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Το τελευταίο σύστημα μπορεί να κατασκευαστεί πολύ μεγαλύτερο από αυτό που χρειάζεται για το συγκεκριμένο καταναλωτή της κατοικίας γιατί η επιπλέον ενέργεια που θα παράγει θα παρέχεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να χρησιμοποιηθεί από άλλους καταναλωτές. Γενικά το αυτοτελές Φ/Β σύστημα πρέπει να παράγει τόση ηλεκτρική ενέργεια ώστε να δίνει ένα μέρος για την άμεση λειτουργία του καταναλωτή και το υπόλοιπο να αποθηκεύεται στις μπαταρίες για να καλύπτονται οι ανάγκες της νύχτας και γενικά οι ανάγκες που προέρχονται από μεγάλες περιόδους χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας.

### 3.21 Αποθήκευση παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Σε συστήματα απομονωμένα από το δίκτυο, το φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να παρέχει την ενέργεια κάθε φορά που απαιτείται ανεξαρτήτως αν έχει ήλιο ή όχι. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται συσσωρευτές που αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργειας. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι μπαταριών είναι οι μολύβδου-ασβεστίου και μολύβδου - αντιμονίου. Για περιπτώσεις όπου ο συσσωρευτής είναι εκτεθειμένος σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών χρησιμοποιούνται οι νικελίου-καδμίου. Εξαιτίας της συνεχώς μεταβαλλόμενης τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας και του φορτίου, οι συσσωρευτές πρέπει να περνούν από πολλούς κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης χωρίς να χάνουν τις ιδιότητές τους γρήγορα. Το ποσοστό της χωρητικότητας του συσσωρευτή που μπορεί να εκφορτιστεί χωρίς να καταστραφεί ονομάζεται βάθος εκφόρτισης και εξαρτάται από τον τύπο του. Οι μολύβδου-ασβεστίου είναι μικρού βάθους εκφόρτισης και αντέχουν 20% εκφόρτιση σε κάθε κύκλο. Οι νικελίου-καδμίου είναι μεγάλου βάθους εκφόρτισης και αντέχουν 80% εκφόρτιση σε κάθε κύκλο. Οι συσσωρευτές χρειάζονται αλλαγή κάθε 5 με 10 χρόνια ανάλογα με τον αριθμό των κύκλων φόρτισης και εκφόρτισης που κάνουν.

Οι συσσωρευτές παρέχουν αυτονομία στο σύστημα από μερικές μέρες μέχρι δύο εβδομάδες. Η χρονική διάρκεια εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κάθε συστήματος, δηλαδή από την τοποθεσία του και την ύπαρξη ή όχι γεννήτριας. Οι συσσωρευτές χαρακτηρίζονται από την τάση τους, η οποία συνήθως είναι πολλαπλάσιο των 12 V, και από την χωρητικότητά τους, που μετριέται σε αμπερώρια (Ah). Για παράδειγμα συσσωρευτής 50Ah, 48V θα αποθηκεύσει υπό ονομαστικές συνθήκες 2400Wh.

Οι συσσωρευτές, πέραν της μείωσης της απόδοσης που προκαλούν, χρειάζονται περιοδική συντήρηση (έλεγχος υγρών) και έναν μεγάλο χώρο για να αποθηκευτούν. Ο σωστός υπολογισμός του μεγέθους του συσσωρευτή του συστήματος είναι καθοριστικός για την

επίτευξη μεγάλης διάρκειας ζωής του, για την ιδανική απόδοση και για την επίτευξη ονομαστικού κόστους κύκλου ζωής του συστήματος (LCC).

Παρακάτω γίνεται αναλυτικότερη αναφορά για τους συσσωρευτές και τα χαρακτηριστικά τους.

### 3.21.1 Συσσωρευτές (Μπαταρίες)

Η μπαταρία είναι απαραίτητη σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα για να αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στα φ/β πλαίσια και να τη δίνει στον καταναλωτή κατά τα χρονικά διαστήματα που δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (νυκτερινές ώρες, συνεφιασμένες μέρες).

Γενικά οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται σε φ/β συστήματα είναι όμοιες με τις κοινές μπαταρίες αυτοκινήτων, δηλαδή φόρτισης-εκφόρτισης. Οι πιο συνηθισμένες είναι με ηλεκτρόδια (πόλους) μολύβδου σε διάλυμα θειικού οξέος. Αυτές είναι και οι πιο οικονομικές για τα φ/β συστήματα. Σε περιπτώσεις όμως μεγάλων αυξομειώσεων της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους, χρησιμοποιούνται αλκαλικές νικελίου-καδμίου.

Κάθε μπαταρία έχει τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σύνδεση της σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.

#### 3.21.1.1 Ολική χωρητικότητα

Δείχνει το συνολικό φορτίο που είναι αποθηκευμένο στη μπαταρία και μετριέται σε αμπερώρια (Ah). Αν μια μπαταρία είναι φορτισμένη πλήρως και μπορεί να δώσει ρεύμα έντασης 5A για χρόνο (συνεχόμενο ή μη) 20h, έχει χωρητικότητα 100Ah.

#### 3.21.1.2 Η τάση

Η τάση της μπαταρίας όταν είναι φορτισμένη εξαρτάται από το είδος του ηλεκτρολύτη που περιέχει και το είδος και τον αριθμό των πλακών. Οι μπαταρίες περιέχουν πολλά ζεύγη πλακών στη σειρά και δίνουν ανάλογα αυξημένη τάση. Κάθε ζεύγος πλακών μπαταρίας μολύβδου δίνει τάση περίπου 2V. Έτσι μια μπαταρία μολύβδου με 6 ζεύγη πλακών δίνει τάση περίπου 12V. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα φ/β συστήματα μπορεί να έχουν 100 ή 150 ζεύγη πλακών στη σειρά, που δίνουν τάση συνεχούς ρεύματος 200V ή 300V αντίστοιχα.

#### 3.21.1.3 Το βάθος εκφόρτισης

Είναι το ποσοστό της εκφόρτισης, στο οποίο μπορεί να φθάνει καθημερινά η μπαταρία, για να διατηρείται σε καλή κατάσταση και να μην ελαττωθεί ο κανονικός χρόνος ζωής της.

Το βάθος εκφόρτισης εξαρτάται από την κατασκευή της μπαταρίας. Οι πλάκες μπορεί να κατασκευασθούν με διαφορετικό πάχος και από διάφορα κράματα μετάλλων, όπως μολύβδου-ασβεστίου, μολύβδου-αντιμονίου, για να ανταποκριθούν σε ορισμένες εφαρμογές. Γενικά όσο πιο χοντρές είναι οι πλάκες τόσο περισσότερο μπορεί να εκφορτιστεί μια μπαταρία και μετά να ξαναφορτισθεί. Υπάρχουν μπαταρίες για τις οποίες συστήνεται από τον κατασκευαστή ότι είναι δυνατό να εκφορτίζονται καθημερινά κατά 10-20% μετά από καθημερινή πλήρη φόρτιση. Υπάρχουν άλλες που μπορεί να εκφορτίζονται μέχρι και 80% του αρχικού φορτίου τους. Οι πρώτες είναι ελαφρές ενώ οι δεύτερες είναι βαριές, πιο ακριβές και προτιμώνται στα φ/β συστήματα. Μια κατηγορία μπαταριών που μπορούν να εκφορτιστούν πλήρως (100%) χωρίς καμία βλάβη και να ξαναφορτισθούν είναι εκείνες που έχουν πλάκες από νικέλιο-κάδμιο. Οι τελευταίες προτιμώνται στα φ/β συστήματα, διότι με την πλήρη φόρτιση και εκφόρτιση τους εξυπηρετούν με όλο το φορτίο τους. Εφόσον μάλιστα δεν επηρεάζεται ο χρόνος ζωής τους και η κατάσταση τους, είναι δυνατόν να αποφευχθεί και η χρησιμοποίηση ρυθμιστή τάσης.

Κάθε μπαταρία εκτός από την ολική χωρητικότητα της έχει και τη χρήσιμη (αξιοποιήσιμη) χωρητικότητα της, που είναι το γινόμενο του βάθους εκφόρτισης του επί την ολική χωρητικότητα:

$$C_x = B \times C_{ολ} \quad (3.1)$$

Όπου:

$C_x$  : Η χρήσιμη χωρητικότητα

$B$  : Το βάθος εκφόρτισης

$C_{ολ}$  : Η ολική χωρητικότητα

#### 3.21.1.4 Το κόστος για κάθε KWh

Για να βρεθεί η ολική ηλεκτρική ενέργεια  $E_{ολ}$  που θα δώσει μια μπαταρία για όλη τη διάρκεια της ζωής της, πρέπει να πολλαπλασιαστεί η χρήσιμη χωρητικότητα  $C_x$  με την τάση  $U$  και το συνολικό αριθμό  $N$  φορτίσεων - εκφορτίσεων:

$$E_{ολ} = C_x \times U \times N \quad (3.2)$$

Όταν διαιρεθεί η τιμή της μπαταρίας με την  $E_{ολ}$ , βρίσκεται το κόστος κάθε KWh που δίνει η μπαταρία. Είναι φανερό ότι όσο χαμηλότερο είναι το κόστος αυτό τόσο πιο συμφέρουσα θα είναι η αγορά της μπαταρίας.

### 3.21.1.5 Θερμοκρασία λειτουργίας

Η χωρητικότητα της μπαταρίας ελαττώνεται με την ελάττωση της θερμοκρασίας. Πολλοί κατασκευαστές μαζί με τις άλλες προδιαγραφές δίνουν και την καμπύλη διόρθωσης της μπαταρίας. Η διόρθωση γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί να έχει η μπαταρία κατά τη διάρκεια του χρόνου και το ρυθμό εκφόρτισης υπό μορφή ρεύματος που θα έχει στο συγκεκριμένο φ/β σύστημα.

Σε μια εκφορτισμένη μπαταρία μολύβδου ο ηλεκτρολύτης στερεοποιείται λίγο κάτω από τους 0°C, ενώ σε μια πλήρως φορτισμένη μπαταρία για να στερεοποιηθεί ο ηλεκτρολύτης πρέπει η θερμοκρασία να κατέβει στους -20°C.

### 3.21.1.6 Χρόνος ζωής.

Ο χρόνος ζωής μιας μπαταρίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι ο ρυθμός φόρτισης, και εκφόρτισης, ο αριθμός φορτίσεων και εκφορτίσεων, και οι ακραίες θερμοκρασίες λειτουργίας. Σε ένα φ/β σύστημα μια μπαταρία μολύβδου έχει διάρκεια ζωής που δεν ξεπερνά τα 5-6 χρόνια, ενώ οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου διαρκούν πολύ περισσότερο όταν λειτουργούν με τις ίδιες συνθήκες.

## 3.22 Ρυθμιστής τάσης

Η συσκευή αυτή ρυθμίζει τη ροή του ρεύματος από τα φ/β πλαίσια προς τις μπαταρίες αποθήκευσης και διατηρεί την κανονική κατάσταση φόρτισης των μπαταριών. Για παράδειγμα όσο η μπαταρία πλησιάζει την πλήρη φόρτισή της ο ρυθμιστής ελαττώνει το ρεύμα που δίνουν τα πλαίσια προς τη μπαταρία και εμποδίζει την υπερφόρτιση της. Είναι γνωστό ότι η υπερφόρτιση μιας μπαταρίας ελαττώνει το χρόνο ζωής της. Για την εκλογή του κατάλληλου ρυθμιστή τάσης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ένα φ/β σύστημα, λαμβάνονται υπόψη τα πιο κάτω βασικά χαρακτηριστικά του:

- **Η ισχύς.** Αυτή καθορίζεται από την τάση που δίνουν τα φ/β πλαίσια και την ένταση του ρεύματος στον καταναλωτή. Η ισχύς του ρυθμιστή πρέπει να ξεπερνά την ισχύ που δίνουν τα πλαίσια και την ισχύ που καταναλώνει το φορτίο. Γενικά ο ρυθμιστής πρέπει να έχει τέτοιο μέγεθος ώστε να μπορεί να δεχθεί ρεύμα τουλάχιστον 1,25 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος βραχυκυκλώσεως των πλαισίων και η τάση λειτουργίας του να είναι περίπου ίση με την τάση που δίνουν τα πλαίσια.
- **Χαμηλή τάση αποκοπής.** Όταν η τάση της μπαταρίας πέσει αρκετά κάτω από την κανονική της τιμή, τότε ο ρυθμιστής αποσυνδέει τη μπαταρία από το φορτίο ώστε να

διατηρηθεί η καλή κατάσταση της μπαταρίας και να προληφθεί οποιαδήποτε βλάβη συμβεί στον καταναλωτή (φορτίο) όταν στα άκρα του εφαρμοσθεί τάση μικρότερη από την κανονική τάση λειτουργίας του. Σε μια μπαταρία των 12V, η χαμηλή τάση αποκοπής του συνδεδεμένου ρυθμιστή είναι μεταξύ 11 και 12V.

- **Υψηλή τάση αποκοπής.** Όταν η τάση της μπαταρίας μεγαλώσει αρκετά, τότε ο ρυθμιστής την αποσυνδέει από τα πλαίσια και έτσι εμποδίζει την υπερφόρτιση της. Σε μια μπαταρία των 12 V η υψηλή τάση αποκοπής είναι μεταξύ 14,5 και 15V.
- **Ρύθμιση της φόρτισης της μπαταρίας ανάλο γα με την θερμοκρασία της.** Ο ρυθμιστής προσαρμόζει με αυτόματα το σημείο τερματισμού της φόρτισης της μπαταρίας ώστε το φορτίο που θα διοχετευθεί στη μπαταρία να είναι μέγιστο σε σχέση με τη θερμοκρασία της.
- **Προστασία πλαισίων από αντίθετο ρεύμα.** Ο ρυθμιστής περιέχει μηχανισμό που εμποδίζει κάποιο ρεύμα να κινηθεί από τη μπαταρία προς τα πλαίσια όταν δεν φωτίζονται ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το μέγεθος του ρυθμιστή έχει επίσης σημασία ιδίως στην περίπτωση που θα τοποθετηθεί στον ίδιο κλειστό χώρο με τις μπαταρίες.

### 3.23 Καταναλωτής

Ο όρος καταναλωτής ή φορτίο περιλαμβάνει όλες τις ηλεκτρικές συσκευές του συστήματος που πρέπει να λειτουργήσουν με την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Για να είναι σωστά σχεδιασμένο ένα φ/β σύστημα, θα πρέπει η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουν όλες οι συσκευές του σε ένα μήνα να είναι ίση ή μικρότερη από την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχει το φ/β σύστημα στην ίδια χρονική περίοδο.

Ο σωστός σχεδιασμός προϋποθέτει τη γνώση των πιο κάτω χαρακτηριστικών κάθε ηλεκτρικής συσκευής:

- Το είδος της τάσης λειτουργίας της. Αν είναι δηλαδή συνεχής ή εναλλασσόμενη και σε περίπτωση εναλλασσόμενης να είναι γνωστή η συχνότητα για την κανονική λειτουργία της.
- Η τιμή της κανονικής τάσης λειτουργίας της.
- Η ισχύς που καταναλώνει υπό την κανονική τάση λειτουργίας της.

Επειδή τα φ/β πλαίσια και η μπαταρία δίνουν συνεχή τάση, για να αποφεύγονται οι απώλειες κατά την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, θα ήταν καλύτερα να χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές συσκευές που λειτουργούν σε συνεχή τάση.

Δυστυχώς με τη μακροχρόνια χρήση του εναλλασσόμενου ρεύματος που δίνουν οι γεννήτριες των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγών σταθμών, οι ηλεκτρικές συσκευές που κυκλοφορούν στην αγορά είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται ηλεκτρικές συσκευές όλων των ειδών που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα. Επειδή όμως η ζήτηση είναι μικρή και η χρήση τους περιορισμένη, είναι προς το παρόν πιο ακριβές από τις αντίστοιχες που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα.

Οι συσκευές που λειτουργούν με χαμηλή τάση είναι μικρότερης απόδοσης από εκείνες που λειτουργούν με υψηλότερη συνεχή τάση. Αυτό συμβαίνει διότι οι πρώτες, για την ίδια ισχύ που καταναλώνουν δίνουν μεγαλύτερο ρεύμα και έτσι δημιουργούνται μεγαλύτερες απώλειες στα σύρματα μεταφοράς.

Εάν η ισχύς της συσκευής χαμηλής συνεχούς τάσης είναι μικρή, τα σύρματα σύνδεσης και μεταφοράς του ρεύματος προς τη συσκευή θα είναι κανονικά. Σε περίπτωση όμως που η ισχύς είναι αρκετά μεγάλη και μάλιστα πάνω από 1000W, τότε το ρεύμα τροφοδότησης γίνεται αρκετά μεγάλο και έτσι χρειάζονται πολύ πιο χονδρά σύρματα για να ελαττωθούν οι απώλειες. Με δεδομένη ισχύ όσο μικρότερη είναι η τάση λειτουργίας της συσκευής τόσο μεγαλύτερο θα είναι το ρεύμα που θα περάσει και τόσο χονδρότερα σύρματα τροφοδότησης θα χρειασθούν.

Η εναλλασσόμενη τάση έχει το πλεονέκτημα ότι με τη βοήθεια των μετασχηματιστών, μπορεί να αυξηθεί, με συνέπεια να ελαττωθεί το ρεύμα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι να περιορισθεί και το πάχος των χάλκινων συρμάτων. Ελάττωση του πάχους όμως των συρμάτων σημαίνει μικρές απώλειες καθώς και μεγάλη εξοικονόμηση σε χαλκό.

Φυσικά ο μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο που παρεμβάλλεται, έχει τις δικές του απώλειες που και αυτές περιορίζονται όσο μεγαλύτερη είναι η συνεχής τάση που δίνουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και η μπαταρία.

Για να υπολογισθεί η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια οικιακή ηλεκτρική εγκατάσταση, πρέπει να ληφθεί υπόψη η ισχύς κάθε συσκευής και οι ώρες λειτουργίας της κατά τη διάρκεια του μήνα.



### 3.24 Μετατροπέας

Η συσκευή αυτή είναι απαραίτητη για τη μετατροπή του συνεχούς (D.C.) ρεύματος σε εναλλασσόμενο (A.C.) για να μπορούν να λειτουργοῦν οι διάφορες συσκευές που κυκλοφορούν στην αγορά.

Ένας τέτοιος μετατροπέας είναι περιστρεφόμενος, στον οποίο το συνεχές ρεύμα προκαλεί περιστροφή ενός κινητήρα που με τη σειρά του μεταδίδει την κίνηση σε μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος. Η συσκευή αυτή δε χρησιμοποιείται σήμερα διότι με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν κατασκευασθεί παρόμοιες συσκευές με ημιαγωγούς και χωρίς κινητά μέρη. Η απόδοση των τελευταίων είναι πολύ μεγαλύτερη, η συντήρησή τους πολύ πιο εύκολη και η ανάγκη για επιδιόρθωση πολύ σπάνια.

Ανάλογα με το είδος του φ/β συστήματος χρησιμοποιείται και ο κατάλληλος μετατροπέας. Σε ένα αυτοτελές φ/β σύστημα συνδέεται μετατροπέας που έχει τέτοια κατασκευή ώστε να λειτουργεί με την ηλεκτρική ενέργεια που δίνουν τα φ/β πλαίσια και να μετατρέπει τη συνεχή μορφή της ενέργειας αυτής σε εναλλασσόμενη. Σε ένα φ/β σύστημα ενωμένο με το κεντρικό δίκτυο, συνδέεται μετατροπέας που λειτουργεί με την τάση του κεντρικού δικτύου και καθίσταται ικανός να μετατρέπει τη συνεχή τάση των φ/β πλαισίων σε εναλλασσόμενη ώστε να τροφοδοτούνται οι ηλεκτρικές συσκευές ή ακόμη και το εξωτερικό δίκτυο.

#### 3.24.1 Μετατροπέας αυτοτελούς συστήματος

Τα κύρια χαρακτηριστικά μετατροπέα αυτοτελούς φωτοβολταϊκού συστήματος είναι τα εξής: α) η τάση εισόδου, είναι η τάση των φ/β πλαισίων, β) η ισχύς του που καθορίζεται από το μέγεθος του φ/β συστήματος, γ) η απόδοσή του που κυμαίνεται μεταξύ του 80 και 90%, δ) η ικανότητα του να μετατρέπει όσο το δυνατό καλύτερα τη συνεχή τάση εισόδου σε εναλλασσόμενη, χωρίς να εμφανίζονται σήματα παραμόρφωσης και ε) να διατηρεί μια σχετική σταθερότητα στη συχνότητα.

Βασικό κριτήριο στην εκλογή κατάλληλου μετατροπέα που θα τοποθετηθεί σε αυτοτελές φ/β σύστημα είναι το είδος της εναλλασσόμενης τάσης που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο καταναλωτής. Πολλές συσκευές λειτουργούν και με εναλλασσόμενη τάση διαφορετική της ημιτονοειδούς, υπάρχουν όμως συσκευές, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, που χρειάζονται τέλεια ημιτονοειδή τάση για να λειτουργήσουν κανονικά.

Άλλες συσκευές που έχουν κινητήρα χρειάζονται σταθερότητα στη συχνότητα για αυτό και ο μετατροπέας πρέπει να δίνει εναλλασσόμενη τάση σταθερής συχνότητας.

Η όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόδοση αποτελεί βασικό κριτήριο για την εκλογή του μετατροπέα. Αν ένας μετατροπέας έχει 90% απόδοση τότε στην είσοδο του θα χρειαστεί ισχύς 3,3 KW για να δώσει στην έξοδο του ισχύ 3 KW. Συνήθως η απόδοση είναι μικρότερη αν η ισχύς που του δίνεται είναι μικρότερη από την τιμή για την οποία κατασκευάστηκε. Φυσικά είναι πλεονέκτημα για ένα μετατροπέα να έχει σταθερή απόδοση για μεγάλη περιοχή διαφορετικών τιμών ισχύος.

Ένα άλλο πλεονέκτημα που πρέπει να έχει ένας μετατροπέας είναι η αυτόματη διακοπή της λειτουργίας του όταν δεν είναι συνδεδεμένος με καταναλωτή σε λειτουργία. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται ενέργεια γιατί δεν θα υπάρχουν απώλειες στον ίδιο τον μετατροπέα όταν δεν περνά ρεύμα από αυτόν.

Επίσης, σε περίπτωση που ο μετατροπέας χρειαστεί να τροφοδοτήσει μεγάλο κινητήρα σαν αυτόν που βρίσκεται σε ηλεκτρική αντλία νερού ή σε συμπιεστή ψυγείου, πρέπει να είναι σε θέση να δώσει στην αρχή την απαραίτητη ισχύ που χρειάζεται ο κινητήρας για να ξεκινήσει, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Για παράδειγμα ένας κινητήρας ισχύος ενός ίππου ( HP ), ανάλογα με την απόδοσή του, χρειάζεται 1 μέχρι 1,5KW για να λειτουργήσει κανονικά. Για να ξεκινήσει όμως είναι δυνατό να χρειασθεί 5KW ή ακόμη και περισσότερη ισχύ. Κάθε μετατροπέας έχει ως χαρακτηριστικά τη μέγιστη στιγμιαία ισχύ που μπορεί να δώσει σε ένα κινητήρα για να τον ξεκινήσει και τη συνεχή ισχύ που δίνει στον ίδιο κινητήρα για να λειτουργήσει κανονικά.

Άλλο χαρακτηριστικό μετατροπέα αυτοτελούς φ/β συστήματος, είναι η σταθερότητα τάσης που δίνει στον καταναλωτή. Επειδή η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας δεν είναι πάντοτε η ίδια, υπάρχουν αυξομειώσεις στην τάση που δέχεται ο μετατροπέας. Σήμερα έχουν κατασκευασθεί εξαιρετικοί από πλευράς ποιότητας μετατροπείς που έχουν τη δυνατότητα να δίνουν ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση με 1-2 % αυξομείωση στην τάση εξόδου. Οι περισσότερες οικιακές συσκευές λειτουργούν κανονικά με αυξομειώσεις της τάσης γύρω στο 5-10%. Αυτές είναι συνήθως μικρότερες των αυξομειώσεων της τάσης που δίνει το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο στο σπίτι. Για προστασία τόσο του ίδιου του μετατροπέα της μπαταρίας αλλά και του καταναλωτή, ένας καλής ποιότητας μετατροπέας έχει μηχανισμό διακοπής της λειτουργίας του εφόσον η τάση στην είσοδο του έχει αστάθεια.

Ο συντελεστής ισχύος είναι ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος που χρησιμοποιεί ο καταναλωτής προς την ισχύ που δίνεται στον καταναλωτή. Η τιμή του συντελεστή ισχύος εξαρτάται από την εκλογή του μετατροπέα και το είδος του καταναλωτή. Ένας καλής

ποιότητας μετατροπέας παρουσιάζει συντελεστή ισχύος 0,7 κατά τη σύνδεση του με τους διάφορους καταναλωτές.

Είναι γεγονός όμως ότι πολλοί μετατροπείς παρουσιάζουν προβλήματα στη διατήρηση σταθερότητας μιας αποδεκτής τιμής του συντελεστή ισχύος κάτω από διαφορετικές συνθήκες φόρτισης. Για παράδειγμα αν στο κύκλωμα του καταναλωτή υπάρχουν φώτα και πλυντήριο, είναι δυνατό να χαμηλώσουν τα φώτα λόγω μικρότερης ισχύος που δέχονται αν λειτουργήσει συγχρόνως και το πλυντήριο.

Πολλοί μετατροπείς, όταν λειτουργούν, προκαλούν ηλεκτρομαγνητική ενόχληση σε ηλεκτρονικές συσκευές. Για να αποφευχθεί το άσχημο αυτό επακόλουθο πρέπει να γίνει καλή εκλογή του μετατροπέα ώστε το βασικό εσωτερικό κύκλωμα να μην προκαλεί ηλεκτρομαγνητική εκπομπή

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που πρέπει να έχει ένας μετατροπέας είναι να μη προκαλεί θόρυβο κατά τη λειτουργία του. Στην περίπτωση που προκαλεί κάποιο μικρό θόρυβο, πρέπει να τοποθετείται μακριά από χώρους στους οποίους ο θόρυβος είναι ενοχλητικός.

Είναι πολύ σημαντικό επίσης για το μετατροπέα να λειτουργήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υποστεί βλάβη αλλά και σε περίπτωση βλάβης ο αντιπρόσωπος να είναι σε θέση να τον επιδιορθώσει.

### **3.24.2 Μετατροπέας φ/β συστήματος ενωμένο με δίκτυο**

Τα κύρια χαρακτηριστικά του μετατροπέα αυτού είναι δύο. Πρώτον έχει απόδοση που είναι γύρω στο 90 - 95% και δεύτερο μπορεί να μετατρέψει πλήρως τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη, γιατί λειτουργεί με βάση το σήμα που παίρνει από το ηλεκτρικό δίκτυο.

Θα πρέπει να έχει μεγάλη ισχύ για να μπορεί να μετατρέπει σε εναλλασσόμενη όλη την ισχύ που παράγουν τα φ/β πλαίσια. Θα πρέπει ακόμη να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει και σε περιπτώσεις πολύ μεγαλύτερων τιμών ισχύος που μπορεί να εμφανισθούν κατά τη διάρκεια ειδικών καιρικών συνθηκών. Για παράδειγμα, μεγάλη ισχύς μπορεί να δημιουργηθεί όταν ορισμένα σύννεφα που, λειτουργώντας σαν φακός, προκαλούν μεγαλύτερη συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας στα φ/β πλαίσια από την κανονική.

Ένα πλεονέκτημα του μετατροπέα που συνδέεται με το κεντρικό δίκτυο είναι ότι δεν χρειάζεται να αντιμετωπίσει τις μεγάλες τιμές ρεύματος που απαιτούνται για το ξεκίνημα ενός κινητήρα. Σε τέτοιες περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα τα υψηλά ρεύματα να παρέχονται από το δίκτυο.

Και σε αυτή την περίπτωση όμως ο μετατροπέας πρέπει να έχει σταθερή απόδοση σε πολύ μεγάλη περιοχή τιμών ισχύος.

Άλλο χαρακτηριστικό που πρέπει να έχει ένας τέτοιος μετατροπέας είναι η ικανότητα να προσαρμόζει τη λειτουργία του υπό τέτοια τάση ώστε με οποιεσδήποτε συνθήκες, η ισχύς εξόδου να είναι πάντα η μέγιστη. Γενικά η καλή απόδοση και η ικανότητα του μετατροπέα να χρησιμοποιεί τη μέγιστη ισχύ που παράγουν τα φ/β πλαίσια έχει πολύ μεγάλη σημασία γιατί έχει σχέση με το οικονομικό όφελος του ιδιοκτήτη του φ/β συστήματος.

Επειδή η ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό να διατεθεί δια μέσου του ηλεκτρικού δικτύου, η μορφή του ηλεκτρικού ρεύματος που δίνει ο μετατροπέας πρέπει να είναι ημιτονοειδής όπως ακριβώς το ρεύμα που κυκλοφορεί στο ηλεκτρικό δίκτυο. Πραγματικά με την αλματώδη ανάπτυξη της φυσικής της στερεάς κατάστασης της ύλης, έχουν κατασκευασθεί μετατροπείς που δίνουν σχεδόν τέλεια ημιτονοειδή τάση με ελάχιστα αρμονικά σήματα που την παραμορφώνουν. Το αποτέλεσμα είναι ότι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο δεν προκαλεί προβλήματα στη λειτουργία των κινητήρων και είναι πλήρως δεκτή από το ηλεκτρικό δίκτυο.

Ένας άλλος παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη είναι ο συντελεστής ισχύος. Στην ιδανική περίπτωση ο συντελεστής αυτός πρέπει να είναι ίσος με τη μονάδα. Αυτό σημαίνει ότι η τάση και το ρεύμα παίρνουν συγχρόνως τη μέγιστη τους τιμή και ότι όλη η ισχύς εξόδου του μετατροπέα είναι ίση με την ισχύ που καταναλώνει το φορτίο. Τελευταία έχουν κατασκευασθεί μετατροπείς που έχουν συντελεστή ισχύος 0,95 που είναι ίσος με αυτόν που έχει το ηλεκτρικό δίκτυο.

Για την εκλογή του μετατροπέα όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως θα πρέπει να προσεχθεί ώστε κατά τη λειτουργία του να μην προκαλεί εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Αυτά είναι δυνατό να επηρεάσουν τη λειτουργία συσκευών όπως είναι οι τηλεοράσεις, τα ραδιόφωνα, τα τηλέφωνα και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

Υπάρχει ακόμη η περίπτωση ο μετατροπέας κατά τη λειτουργία του να προκαλεί θόρυβο που αυξάνεται μάλιστα με το φορτίο. Για αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε ο τύπος του μετατροπέα που θα χρησιμοποιηθεί να είναι όσο το δυνατό πιο αθόρυβος.

Σοβαρό κριτήριο για την εκλογή του μετατροπέα είναι η ασφάλεια που πρέπει να παρέχει προς το ηλεκτρικό δίκτυο. Δηλαδή σε περίπτωση βλάβης στον κεντρικό ηλεκτροπαραγωγό σταθμό ή σε κάποιο σημείο του δικτύου με συνέπεια τη διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, θα πρέπει οι γραμμές του ηλεκτρικού δικτύου να διατηρούνται ηλεκτρικά νεκρές μέχρι να διορθωθεί η βλάβη από το προσωπικό της αρχής ηλεκτρισμού.

Η παρουσία όμως του φ/β συστήματος που βρίσκεται σε λειτουργία και είναι ενωμένο με το δίκτυο, θέτει τις γραμμές υπό τάση και μάλιστα υψηλή σε περίπτωση που μεταξύ φ/β συστήματος και δικτύου παρεμβάλλεται μετασχηματιστής υψηλής τάσης. Για αυτό ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος με τέτοιο τρόπο ώστε μόλις συμβεί βλάβη στο ηλεκτρικό δίκτυο, να σταματά τη λειτουργία του και να διακόπτει την παροχή προς το δίκτυο. Στην κατάσταση αυτή θα πρέπει να παραμείνει για όλη τη διάρκεια που οι γραμμές του δικτύου είναι ηλεκτρικά νεκρές.

Επίσης για λόγους ασφαλείας θα πρέπει η εναλλασσόμενη τάση εξόδου του μετατροπέα να τροφοδοτείται στο ηλεκτρικό δίκτυο δια μέσου ενός μετασχηματιστή. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η ηλεκτρική επαφή μεταξύ της συνεχούς τάσης και του ηλεκτρικού δικτύου ώστε σε περίπτωση βλάβης να μπορεί να απομονωθεί η πλευρά της συνεχούς τάσης.

Σήμερα οι περισσότεροι μετατροπείς του είδους αυτού περιέχουν τέτοιο μετασχηματιστή απομόνωσης και οι σχεδιαστές φωτοβολταϊκών συστημάτων πρέπει να διαλέγουν μετατροπέα που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του συστήματος.



## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ”

#### 4.1 Εισαγωγή

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να παρέχουν ένα μεγάλο μέρος σε ποσότητα ζεστού νερού για οικιακή χρήση με παράλληλη εξοικονόμηση ενέργειας. Η ποσότητα και η θερμοκρασία του ζεστού νερού που παρέχουν τα συστήματα αυτά, εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος του συστήματος, την τοποθεσία εγκατάστασης και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την άμεση ή έμμεση θέρμανση νερού με χρήση ηλιακών συλλεκτών και την αποθήκευσή του σε θερμομονωτικά δοχεία.

#### 4.2 Είδη ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού

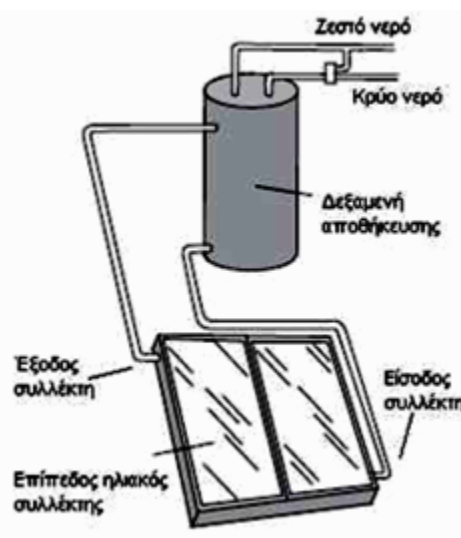
Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: (α) σε συστήματα φυσικής κυκλοφορίας και (β) σε συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Στα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας, η κυκλοφορία του ρευστού απολαβής θερμότητας πραγματοποιείται με φυσική κυκλοφορία χωρίς να απαιτείται εξωτερική παρέμβαση, ενώ στα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας για την κυκλοφορία του νερού χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα θερμοσιφωνικά συστήματα (Thermosiphon systems) και οι ηλιακές συσκευές ολοκληρωμένου συλλέκτη (Integrated Collector Storage, ICS) ενώ στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα ηλιακά θερμικά συστήματα με κύκλωμα διαφορικού ελέγχου (Differential controller operated pump systems). Στα συστήματα αυτά, οι συλλέκτες που έχουν τοποθετηθεί στην σκεπή ή την ταράτσα του κτιρίου συνδέονται με δεξαμενές νερού που βρίσκονται εντός του κτιρίου ενώ ένας διαφορικός θερμοστάτης φροντίζει για την έναρξη ή την διακοπή της κυκλοφορίας ανάλογα με τη διαφορά θερμοκρασίας του νερού μεταξύ των συλλεκτών και της δεξαμενής.

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να ταξινομηθούν σε ανοιχτού κυκλώματος (Open Loop-Direct systems) ή σε κλειστού κυκλώματος (Closed Loop- Indirect systems) ανάλογα τον τρόπο θέρμανσης του νερού. Τα συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

αποτελούνται από ένα κύκλωμα μέσα στο οποίο κυκλοφορεί νερό, το οποίο θερμαίνεται απευθείας από τον ηλιακό συλλέκτη καθώς βρίσκεται σε άμεση επαφή με αυτόν όπου στη συνέχεια αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή. Αντίθετα, στα συστήματα κλειστού κυκλώματος το νερό θερμαίνεται με αγωγιμότητα μέσω εναλλακτών θερμότητας από ένα ρευστό (συνήθως μίγμα νερού και αντιψυκτικού) το οποίο κυκλοφορεί σε χωριστό κύκλωμα στη δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης (εξωτερικό μανδύα ή σερπαντίνα). Τα κυριότερα συστήματα ανοιχτού κυκλώματος είναι οι ηλιακές συσκευές ολοκληρωμένου συλλέκτη, ενώ τα θερμοσιφωνικά συστήματα είναι κλειστού κυκλώματος. Τα διαφορικά συστήματα μπορούν να είναι είτε ανοιχτού είτε κλειστού τύπου. Παρακάτω περιγράφονται τα βασικότερα είδη ηλιακών θερμικών συστημάτων.

#### 4.2.1 Θερμοσιφωνικό σύστημα

Τα θερμοσιφωνικά συστήματα (Thermosiphon systems) είναι τα πιο διαδεδομένα θερμικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού και αποτελούνται από έναν επίπεδο ηλιακό συλλέκτη μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ρευστό και απολαβής θερμότητας και μια δεξαμενή αποθήκευσης θερμικά μονωμένη (σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1 – Θερμοσιφωνικό σύστημα

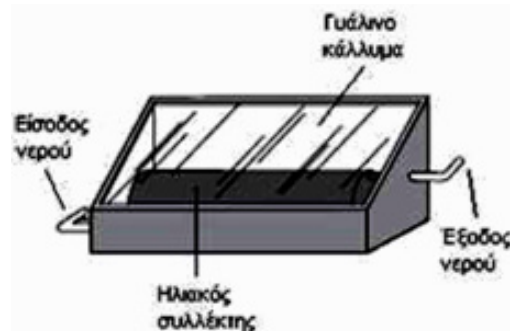
Η είσοδος του ρευστού απολαβής θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας γίνεται από το κάτω μέρος του της δεξαμενής και η έξοδος του από τον συλλέκτη οδηγείται στο επάνω μέρος της δεξαμενής. Το κύκλωμα αυτό είναι ανεξάρτητο και δεν έρχεται σε επαφή με το νερό χρήσης το οποίο εισάγεται από το δίκτυο ύδρευσης στο κάτω μέρος της δεξαμενής και αφού θερμανθεί εξάγεται από το πάνω μέρος. Η κυκλοφορία του ρευστού μέσα στο συλλέκτη και η μεταφορά θερμότητας επιτυγχάνεται με τη φυσική κυκλοφορία που δημιουργείται όταν



ο ηλιακός συλλέκτης και το ρευστό το οποά περιέχει θερμανθούν με την ηλιακή ακτινοβολία. Το θερμό νερό στον σωλήνα εξόδου είναι ελαφρότερο από το κρύο νερό στον σωλήνα εισόδου κάτι που δημιουργεί μια συνεχή ροή λόγω διαφοράς πυκνότητας στα δύο τμήματα. Για αυτό το λόγω στα θερμοσιφωνικά συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης τοποθετείται σε υψηλότερο σημείο από τον ηλιακό συλλέκτη. Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις μέσα στο δοχείο αποθήκευσης υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση για θέρμανση του νερού χρήσης στην περίπτωση που δεν επαρκεί η ηλιακή ενέργεια.

#### 4.2.2 Ολοκληρωμένη ηλιακή συσκευή ICS.

Σε μια ολοκληρωμένη ηλιακή συσκευή (Integrated Collector Storage), ο ηλιακός συλλέκτης αποτελεί ταυτόχρονα και το δοχείο αποθήκευσης του νερού. Το δοχείο αποθήκευσης είναι συνήθως κυλινδρικό για να αντέχει την πίεση του δικτύου ύδρευσης ενώ εξωτερική του επιφάνεια βάφεται με μαύρο χρώμα ή επιστρώνεται με ειδική επιλεκτική επιφάνεια για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Σε πολλές περιπτώσεις, τοποθετούνται περισσότερα από ένα δοχεία σε σειρά με την έξοδο του καθενός να συνδέεται με την είσοδο του επόμενου αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την συνολική απόδοση της συσκευής. Στις συσκευές αυτές, επειδή το δοχείο αποθήκευσης είναι ταυτόχρονα και η απορροφητική επιφάνεια παρουσιάζουν σημαντικές θερμικές απώλειες. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις διάφανα θερμομονωτικά υλικά, διπλά διάφανα καλύμματα ή και ακόμα χρήση κενού μεταξύ του απορροφητή και του γυάλινου καλύμματος.



Σχήμα 4.2 – Ολοκληρωμένη ηλιακή συσκευή ICS

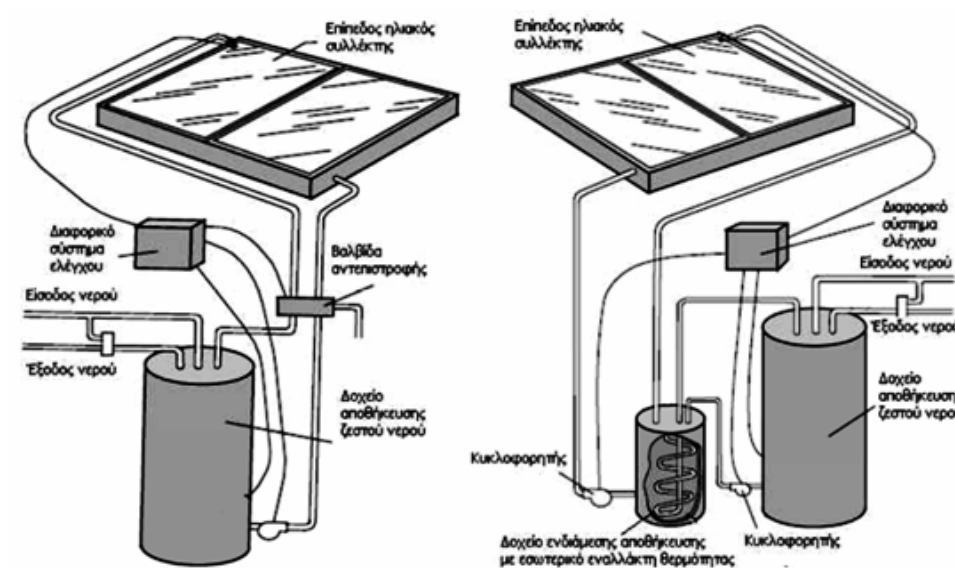
#### 4.2.3 Ηλιακά θερμικά συστήματα διαφορικού ελέγχου

Τα ηλιακά θερμικά συστήματα διαφορικού ελέγχου (Differential controller operated pump systems) αποτελούνται από τους συλλέκτες, μία ή δύο θερμικές δεξαμενές αποθήκευσης και ένα δίκτυο διανομής του ρευστού με κυκλοφορητή. Τα συστήματα αυτά

έχουν ένα διαφορικό σύστημα ελέγχου το οποίο καταγράφει τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ρευστού του συλλέκτη και του νερού στην δεξαμενή αποθήκευσης. Όταν η θερμοκρασία του ρευστού του συλλέκτη είναι υψηλότερη από αυτή του νερού στην δεξαμενή, ο κυκλοφορητής τίθεται σε λειτουργία με σκοπό να κυκλοφορήσει το ρευστό έως τη διαφορά θερμοκρασίας να γίνει πολύ μικρή.

Επιπλέον το διαφορικό σύστημα ελέγχου διακόπτει την λειτουργία της κυκλοφορίας σε περίπτωση που δεν υπάρχει δυνατότητα κέρδους ενέργειας από τον ήλιο, ενώ σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών, εκκινεί μια βάννα, η οποία τροφοδοτεί τους συλλέκτες με ζεστό νερό από τη δεξαμενή αποθήκευσης.

Επίσης σε αυτά τα συστήματα επειδή η κυκλοφορία δεν γίνεται με φυσική κυκλοφορία, η σχετική θέση δεξαμενής-συλλεκτών δεν έχει σημασία από λειτουργικής πλευράς.



Σχήμα 4.3 – Ηλιακά θερμικά συστήματα διαφορικού ελέγχου.

### 4.3 Κατηγορίες ηλιακών συλλεκτών

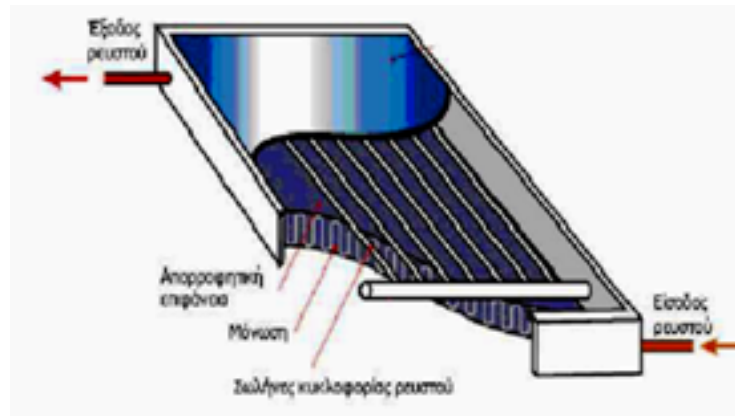
Οι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούν το σημαντικότερο τμήμα ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού. Υπάρχουν πολλά είδη ηλιακών συλλεκτών ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους και την χρήση για την οποία προορίζονται. Οι ηλιακοί συλλέκτες χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- **Συλλέκτες υγρού:** Οι ηλιακοί συλλέκτες της κατηγορίας αυτής, χρησιμοποιούν ως μέσο απολαβής της θερμότητας υγρό στοιχείο (συνήθως νερό) και χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση νερού σε σπίτια και σε πισίνες.

- **Συλλέκτες αέρα:** Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές για θέρμανση εσωτερικών χώρων. Αντίστοιχα με του συλλέκτες υγρού τύπου οι συλλέκτες αυτοί χρησιμοποιούν ως μέσο απολαβής θερμότητας τον αέρα.

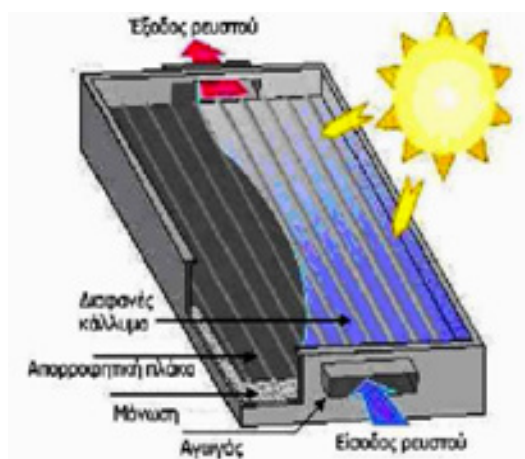
#### 4.3.1 Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (Flat plate solar collectors)

Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης αποτελεί το πιο διαδεδομένο είδος ηλιακού συλλέκτη. Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης αποτελείται από ένα μεταλλικό περίβλημα με διαφανές κάλυμμα μέσα στο οποίο βρίσκεται μία φωτοαπορροφητική πλάκα για την απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες υγρού τύπου (σχήμα 4.4) υπάρχει ένα δίκτυο σωλήνων σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια. Η λειτουργία του στηρίζεται στη μετάδοση θερμότητας από την απορροφητική πλάκα στους σωλήνες και στη συνέχεια στο υγρό με αποτέλεσμα την ανύψωση της θερμοκρασίας του.



Σχήμα 4.4 – Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες υγρού τύπου.

Στους επίπεδους συλλέκτες αέρα (σχήμα 4.5) πίσω από την απορροφητική πλάκα υπάρχει ένας αγωγός μέσα στον οποίο ρέει με φυσική μεταφορά το ρευστό.

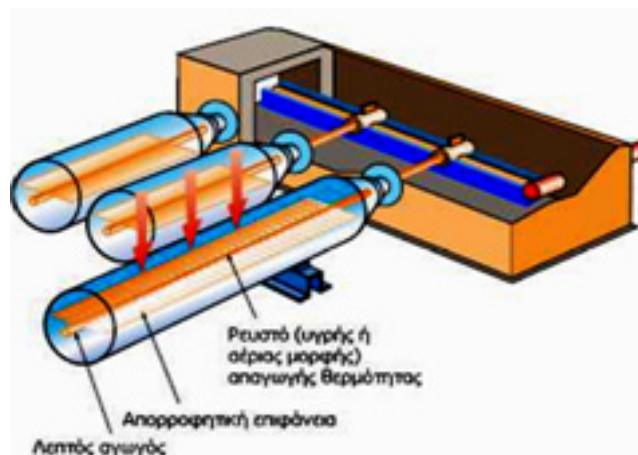


Σχήμα 4.5 – Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αέρα.

Οι συλλέκτες αέρα σε σύγκριση με τους συλλέκτες υγρού τύπου παρουσιάζουν χαμηλότερη απόδοση λόγω του μικρότερου ποσού θερμότητας που μεταφέρεται από την πλάκα στον αέρα ενώ παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι είναι απλούστεροι στην κατασκευή τους

#### 4.3.2 Συλλέκτες σωλήνων κενού (Evacuated tube collectors)

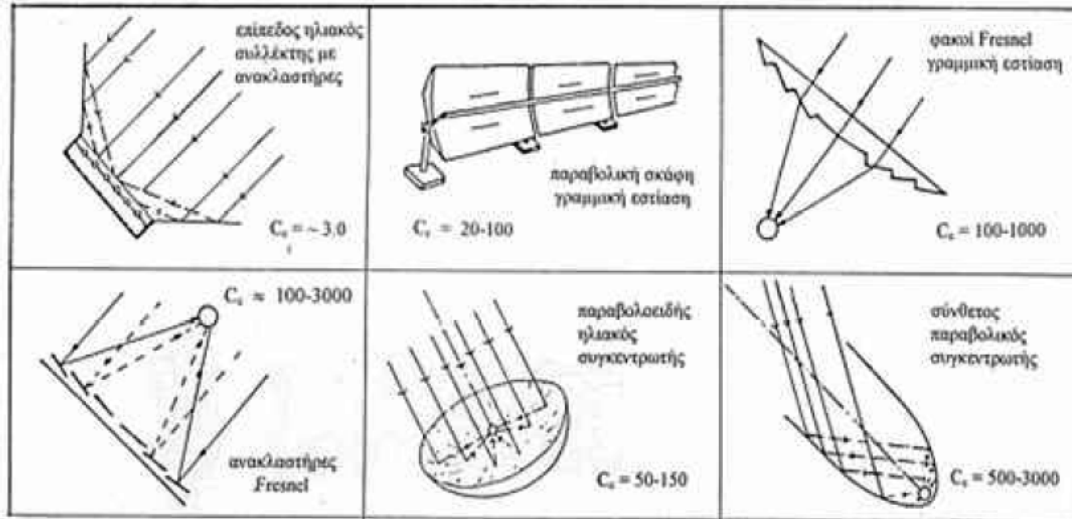
Οι συλλέκτες αυτοί αποτελούνται από ένα σύστημα με αρθρωτούς σωλήνες, στο κέντρο των οποίων βρίσκεται απορροφητική επιφάνεια σε θερμική επαφή με λεπτό μεταλλικό αγωγό (Σχήμα 4.6). Μέσα στους σωλήνες έχει δημιουργηθεί κενό αέρος μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό τις θερμικές απώλειες του συλλέκτη. Σε τέτοιους συλλέκτες ο θερμικός φορέας απαγωγής θερμότητας που δημιουργείται στο στην απορροφητική επιφάνεια είναι είτε νερό είτε ρευστό αλλαγής φάσης όπως αλκοόλη. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται οι συλλέκτες σωλήνων κενού με χρήση ανακλαστήρων για τη συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και οι συλλέκτες κενού διπλών εξωτερικών σωλήνων για καλύτερη θερμική προστασία.



Σχήμα 4.6 – Συλλέκτες σωλήνων κενού.

#### 4.3.3 Συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες (Concentrating solar collectors)

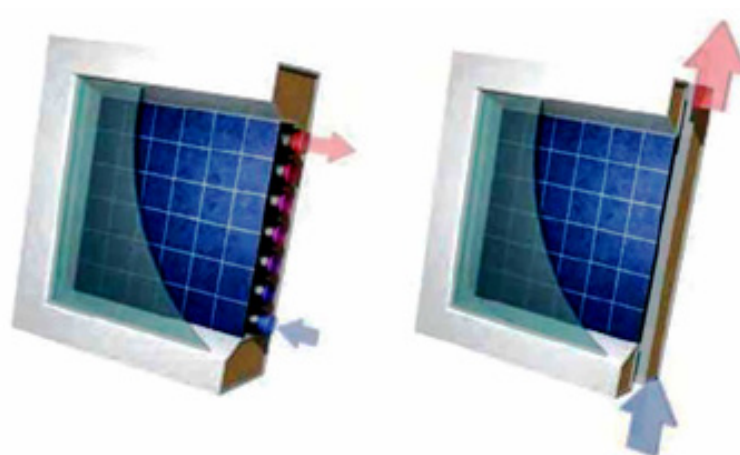
Οι συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με αυτές που επιτυγχάνονται με τους συνήθεις επίπεδους συλλέκτες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες ταξινομούνται ανάλογα με το λόγο συγκέντρωσης που επιτυγχάνεται, το είδος των ανακλαστήρων που χρησιμοποιούνται και το είδος εστίασης που επιτυγχάνουν (για παράδειγμα σημειακή ή γραμμική). Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται τα σημαντικότερα είδη συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών.



Σχήμα 4.7 – Είδη συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών

#### 4.3.4 Υβριδικοί φωτοβολταϊκοί/θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες (Photovoltaic/Thermal Solar Collectors, PV/T solar collectors)

Οι υβριδικοί φωτοβολταϊκοί /θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες (Σχήμα 4.8) έχουν την δυνατότητα να παρέχουν τόσο ηλεκτρική όσο και θερμική ενέργεια. Τα υβριδικά φβ/θ συστήματα αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια πίσω από τα οποία υπάρχει ενσωματωμένη θερμική μονάδα απολαβής θερμότητας όπου κυκλοφορεί το ρευστό. Οι συλλέκτες αυτοί χωρίζονται σε υβριδικούς φβ/θ συλλέκτες νερού και σε υβριδικούς φβ/θ συλλέκτες αέρα, ανάλογα με το ρευστό απολαβής θερμότητας που χρησιμοποιούν. Τα παραπάνω συστήματα εκμεταλλεύονται την θερμότητα που οφείλεται στις απώλειες των φωτοβολταϊκών πλαισίων, λόγω της περιορισμένης μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την συνολική απόδοση του συστήματος.



Σχήμα 4.8 – Υβριδικοί φωτοβολταϊκοί/θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες.

## 4.4 Μοντέλα θερμικών ηλιακών συλλεκτών

Η απόδοση του ηλιακού συλλέκτη εξαρτάται από μια σειρά τεχνικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών για τη σωστή μοντελοποίηση της συνολικής λειτουργίας των θερμικών ηλιακών συλλεκτών. Όλα τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο που προσεγγίζουν τη λειτουργία του συλλέκτη. Τα μοντέλα αυτά είναι:

### 4.4.1 Μοντέλο σταθερής κατάστασης (steady-state model)

Το μοντέλο αυτό, περιγράφει τη στιγμιαία συμπεριφορά ενός συλλέκτη σε συνθήκες σταθερής κατάστασης, δηλαδή σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει σημαντική διακύμανση τόσο στα μετεωρολογικά μεγέθη (ακτινοβολία, θερμοκρασία περιβάλλοντος) όσο και σε κάποια λειτουργικά χαρακτηριστικά του συλλέκτη (παροχή και θερμοκρασία εισόδου του ρευστού).

### 4.4.2 Δυναμικά μοντέλα (dynamic models)

Τα δυναμικά μοντέλα προσεγγίζουν τη στιγμιαία συμπεριφορά του συλλέκτη, λαμβάνοντας υπόψη τα μεταβατικά φαινόμενα που οφείλονται στις θερμοχωρητικότητες των κατασκευαστικών υλικών ενός θερμικού ηλιακού συστήματος. Στην κατηγορία των δυναμικών μοντέλων υπάγονται και τα μοντέλα ‘quasi’ τα οποία λαμβάνουν υπόψη ορισμένα από τα θερμοχωρητικά στοιχεία ενός συστήματος.

Η βασική διαφορά των δύο μοντέλων έγκειται στις επιπτώσεις της συμπεριφοράς του συλλέκτη από τις μετεωρολογικές κυρίως μεταβολές σε συνθήκες πραγματικής λειτουργίας. Όταν η συνολική θερμοχωρητικότητα των υποσυστημάτων είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή του συλλέκτη (συνηθέστερη περίπτωση), το μοντέλο σταθερής κατάστασης προσεγγίζει σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία του συστήματος. Στην περίπτωση όμως που πρόκειται για συστήματα με θερμοχωρητικότητα συγκρίσιμη με αυτή του συλλέκτη, το δυναμικό μοντέλο κρίνεται ότι είναι πιο αποτελεσματικό.

## 4.5 Αποθήκευση θερμότητας σε ηλιακές δεξαμενές

Η αποθήκευση θερμότητας γίνεται με τη βοήθεια θερμικών δεξαμενών, οι οποίες χωρίζονται ανάλογα με τη γεωμετρία κατασκευής τους, το θερμικό φορέα που χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικό μέσο και τον προσανατολισμό τους. Η θερμική δεξαμενή αποτελεί σημαντικό τμήμα ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού καθώς θα πρέπει να

είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες του χρήστη αλλά ταυτόχρονα να φροντίζει για την μέγιστη αποδιδόμενη ενέργεια. Οι κύριοι παράμετροι που επηρεάζουν την συμπεριφορά μιας ηλιακής δεξαμενής και κατ' επέκταση την απόδοση όλου του συστήματος είναι το μέγεθος τους, οι θερμικές απώλειες από τα τοιχώματα προς το περιβάλλον και η θερμοκρασιακή διαστρωμάτωση του νερού μέσα στην δεξαμενή. Το μέγεθος μιας θερμικής ηλιακής δεξαμενής καθορίζεται από το πηλίκο του όγκου (V) περιεχόμενου νερού της δεξαμενής προς την επιφάνεια ανοίγματος (A) του ηλιακού συλλέκτη. Για συνήθεις εφαρμογές εκμετάλλευσης της θερμικής ενέργειας, το μέγεθος των ηλιακών δεξαμενών επιλέγεται τηρώντας μια αναλογία της τάξης των 50-100 l/m<sup>2</sup>. Οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον μιας δεξαμενής εξαρτάται από το σχήμα της δεξαμενής, το πάχος της και τις θερμομονωτικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής. Οι ολικές θερμικές απώλειες μιας δεξαμενής εκφράζονται από τον συντελεστή θερμικών απωλειών  $U_s$ , οποίος είναι συνάρτηση της μάζας, της μέσης θερμοκρασίας και της θερμοχωρητικότητας του νερού εντός της δεξαμενής. Σημαντικό ρόλο στη λειτουργία μιας ηλιακής δεξαμενής έχει προσπάθεια επίτευξης όσο το δυνατόν καλύτερης θερμοκρασιακής διαστρωμάτωσης του νερού ύ ετσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη ενεργειακή απολαβή. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται μια δεξαμενή το νερό υψηλής θερμοκρασίας που προέρχεται από το συλλέκτη και το νερό χαμηλής θερμοκρασίας που προέρχεται από δίκτυο διανομής συνυπάρχουν στην ίδια δεξαμενή με το πρώτο στο ανώτερο και το δεύτερο στο κατώτερο τμήμα αντίστοιχα. Η διατήρηση αυτού του στρώματος θερμοκρασιακής διαβάθμισης είναι από τους κυριότερους στόχους κατά τη μελέτη και κατασκευή θερμικών ηλιακών δεξαμενών.





## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ”

#### 5.1 Ήλιος και Άνεμος

Η δημιουργία των ανέμων είναι ένα θέμα που απασχολεί την ανθρωπότητα από τους αρχαίους χρόνους. Οι απόψεις του Αναξίμανδρου (ότι οι άνεμοι οφείλονται σε λεπτότατους ατμούς του αέρα, οι οποίοι αναγκάζονται να κινούνται από την θερμότητα του ηλίου), του Αναξίμενη (ότι οι άνεμοι δημιουργούνται όταν, έχοντας χάσει ο αέρας την πυκνότητα του γίνεται αραιός και τίθεται σε κίνηση) ή αρχαίων Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων (ότι ο άνεμος λέγεται η αισθητή οριζόντια κίνηση του αέρα), επικρατούν μέχρι τις μέρες μας.



Σχήμα 5.1 – Ο Αίολος, ο θεός των ανέμων.

Η δημιουργία και κίνηση του ανέμου είναι ένα σύνθετο μετεωρολογικό φαινόμενο, που οφείλεται στην άνιση κατανομή της θερμότητας που στέλνεται από τον ήλιο προς τη γη. Οι ηλιακές ακτίνες επειδή προσπίπτουν στις διάφορες περιοχές της γης με διαφορετική γωνία, τις θερμαίνουν ανομοιόμορφα. Ο θερμός αέρας ανέρχεται σε υψηλότερα επίπεδα, επειδή είναι ελαφρύτερος, και την θέση του καταλαμβάνει ψυχρός αέρας. Γενικά, τα ψυχρά ρεύματα αέρα που προέρχονται από τους πόλους κατευθύνονται προς τις τροπικές περιοχές, όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη, παίρνοντας τη θέση του θερμομέτρου αέρα ο οποίος κατευθύνεται προς τους πόλους. Με αυτή τη φυσική ροή αναπτύσσονται σταθεροί άνεμοι. Η κινητική ενέργεια του ανέμου οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στον πλανήτη μας μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια. Η ισχύς όλων των ανέμων στη γη υπολογίζεται σε  $3.6 \cdot 10^9$  MW. Οι ενεργειακές ανάγκες των ΗΠΑ είναι μόλις το 1% της ενέργειας των ανέμων που υπάρχουν εκεί, γεγονός που αποδεικνύει πόσο πλούσια πηγή ενέργειας είναι ο άνεμος.

## 5.2 Τα χαρακτηριστικά των ανέμων

Ο άνεμος χαρακτηρίζεται από δύο κύρια χαρακτηριστικά του, α) την ταχύτητα και β) την διεύθυνση του.

### 5.2.1 Η ταχύτητα

Η ταχύτητα του ανέμου κυρίως οφείλεται στη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης μεταξύ δύο τόπων. Οι παράγοντες οι οποίοι δημιουργούν διαφορά στην ατμοσφαιρική πίεση μεταξύ δύο τόπων που βρίσκονται στο ίδιο υψόμετρο είναι: α) η δράση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στη γη, η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της, η ποικιλομορφία της επιφάνειας της γης (ωκεανοί, βουνά, λίμνες, έρημοι, δάση), εξαιτίας της οποίας επηρεάζεται η θερμοκρασία του εδάφους και β) η τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ του ανέμου και της επιφανείας πάνω από την οποία πνέει.

Οι προαναφερόμενοι παράγοντες δημιουργούν ανομοιομορφίες στην κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης πάνω στη γη, εξαιτίας των οποίων αναπτύσσονται δυνάμεις, οι οποίες προκαλούν μετατοπίσεις αέριων μαζών σε μεγάλη ή μικρή κλίμακα.

Η ταχύτητα των ανέμων εκφράζεται σε χιλιόμετρα ανά ώρα (Km/h) ή σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (κόμβοι) ή μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Η κλίμακα μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου επινοήθηκε από τον Άγγλο πλοίαρχο Μποφόρ το 1805 και τροποποιημένη από τον παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό ισχύει μέχρι σήμερα.

Η κλίμακα μποφόρ περιλαμβάνει 12 βαθμούς, που ο καθένας αντιπροσωπεύει και ένα φαινόμενο (π.χ. θρόισμα φύλλων) και το αντίστοιχο όριο της ταχύτητας του ανέμου.

Η παρακάτω εξίσωση συνδέουν προσεγγιστικά τις βαθμίδες της κλίμακας Beaufort με την ταχύτητα του ανέμου:

$$u_{[m/s]} = 0,836 \times \sqrt{B^3} \quad (\text{ταχύτητα αν } \mu\theta\upsilon \text{ σε } m \ s) \quad (5.1)$$

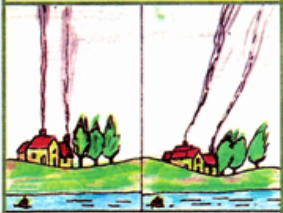
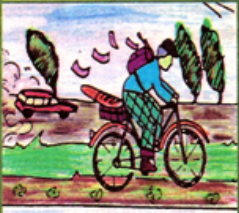




$$u_{[kn]} = 1,625 \times \sqrt{B^3} \quad (\text{ταχύτητα αν } \acute{\alpha}\mu\upsilon \text{ σε } \kappa \ \mu\beta\upsilon\sigma\upsilon\varsigma) \quad (5.2)$$

$$u_{[Km/h]} = 3,01 \times \sqrt{B^3} \quad (\text{ταχύτητα αν } \mu\theta\upsilon \text{ σε } Km \ h) \quad (5.3)$$

Αντίστροφα, το μέγεθος Μποφόρ μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά από την ταχύτητα του ανέμου με τη σχέση:

$$B \approx \frac{u_{[kn]} + 10}{6} \quad (5.4)$$

η οποία ισχύει ικανοποιητικά για μεγέθη μεταξύ 3 και 10.

Φαινόμενο	Βαθμός	Φαινόμενο	Βαθμός
	<b>0 ΜΠΟΦΟΡ</b> Ο καπνός ανεβαίνει ολόισια <b>1 ΜΠΟΦΟΡ</b> Λοξός καπνός		<b>4 ΜΠΟΦΟΡ</b> Σκάνεται σκόνη, παρασύρονται χαρτιά <b>5 ΜΠΟΦΟΡ</b> Ο ποδηλάτης νιώθει αντίσταση, κυματάκια στη λίμνη
	<b>2 ΜΠΟΦΟΡ</b> Τα φύλλα θρούζουν, ο ανεμοδείκτης κινείται		<b>6 ΜΠΟΦΟΡ</b> Κινούνται μεγάλοι κλώνοι, αναποδογυρίζουν ομπρέλες <b>7 ΜΠΟΦΟΡ</b> Λυγίζουν τα δέντρα, δύσκολο το βάδισμα
	<b>3 ΜΠΟΦΟΡ</b> Κυματίζουν οι σημαίες		<b>8 ΜΠΟΦΟΡ</b> Σπάζουν κλώνοι, πολύ δύσκολο το βάδισμα κόντρα στον άνεμο <b>9 ΜΠΟΦΟΡ</b> Ξεκολλούν καπνοδόχοι και κεραμίδια <b>10 ΜΠΟΦΟΡ</b> Δέντρα σπάζουν ή ξεριζώνονται

Σχήμα 5.2 – Κλίμακα Beaufort (Βαθμός – Φαινόμενο)

Πίνακας 5.1 – Βαθμοί Beaufort – Προσδιορισμός – Ταχύτητα ανέμου

Βαθμοί Beaufort	Γενική περιγραφή	Προσδιορισμός	m/s	Km/h
0	Νηνεμία	Καπνός ανέρχεται κατακόρυφα.	<0.6	<1
1	Υποπνέων	Η διεύθυνση προσδιορίζεται από τον καπνό, αλλά όχι από τους ανεμοδείκτες.	0.6-1.7	1-6
2	Ασθενής	Αισθητός στο πρόσωπο. Θρόισμα φύλλων. Κινεί συνήθη ανεμοδείκτη.	1.8-3.3	7-12
3	Λεπτός	Φύλλα και κλώνοι σε συνεχή κίνηση. Εκτείνει λεπτή σημαία.	3.4-5.2	13-18
4	Μέτριος	Εγείρεται κονιορτός και φύλλα χαρτιού. Μικροί κλάδοι δένδρων κινούνται.	5.3-7.4	19-26
5	Λαμπρός	Μικρά δένδρα με φύλλα λυγίζουν	7.5-9.8	27-35
6	Ισχυρός	Μεγάλοι κλάδοι δένδρων κινούνται. Συριγμοί στα τηλεφωνικά σύρματα. Δύσκολη χρήση ομπρέλας.	9.9-12.4	36-44
7	Σφοδρός	Κινεί ολόκληρα δένδρα. Βάδισμα αντίθετα προς τον άνεμο με δυσχέρεια.	12.5-15.2	45-55
8	Ορμητικός	Θραύει κλώνους δένδρων και το βάδισμα γενικά εμποδίζεται.	15.3-18.2	56-66
9	Θύελλα	Κίνδυνος για μικρές κατασκευές	18.2-21.6	66-78
10	Ισχυρή θύελλα	Ξεριζώνονται δένδρα και προκαλούνται σημαντικές ζημιές στις οικοδομές.	21.6-25.4	78-90
11	Σφοδρή θύελλα	Σπάνια σημειώνεται στην ξηρά και προκαλεί εκτεταμένες ζημιές.	25.5-29.0	91-104
12	Τυφώνας	Εξαιρετικά σοβαρές καταστροφές.	>29.0	>105

### 5.2.2 Η διεύθυνση των ανέμων

Η διεύθυνση του ανέμου σε μια θέση δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται συνεχώς, καθορίζεται δε με βάση το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος, σε σχέση με την θέση μέτρησης. Παρακάτω δίνεται η ονοματολογία των ανέμων.

**Πίνακας 5.2 – Η ονοματολογία των ανέμων**

Κατευθύνσεις Ανεμολογίου	Ελληνικός Συμβολισμός	Διεθνής Συμβολισμός
Βορράς	B	N
Ανατολή	A	E
Νότος	N	S
Δύση	Δ	W
Βορειανατολικά	BA	NE
Νοτιοανατολικά	NA	SE
Νοτιοδυτικά	NΔ	SW
Βορειοδυτικά	NB	NW

Η Διεύθυνση του ανέμου είναι συνάρτηση του αληθούς Βορρά και μετριέται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού, σε μοίρες ή σε τιμές που αντιστοιχούν σε ολόκληρο κυκλικό τομέα.

Κατά την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής, χαρακτηρίζουμε σαν κύρια διεύθυνση του ανέμου κάθε διεύθυνση η οποία συνεισφέρει τουλάχιστον 10% στη συνολική διαθέσιμη αιολική ισχύ. Οι κύριες διευθύνσεις του ανέμου είναι διαφορετικές για κάθε τοποθεσία, δεδομένου ότι ο προσανατολισμός των λόφων, των βουνών, των κοιλάδων, η υπάρχουσα βλάστηση καθώς και η ύπαρξη κτιρίων ανάμεσα στα άλλα επηρεάζουν τις κύριες διευθύνσεις του ανέμου.

#### 5.2.2.1 Επικρατούσα διεύθυνση

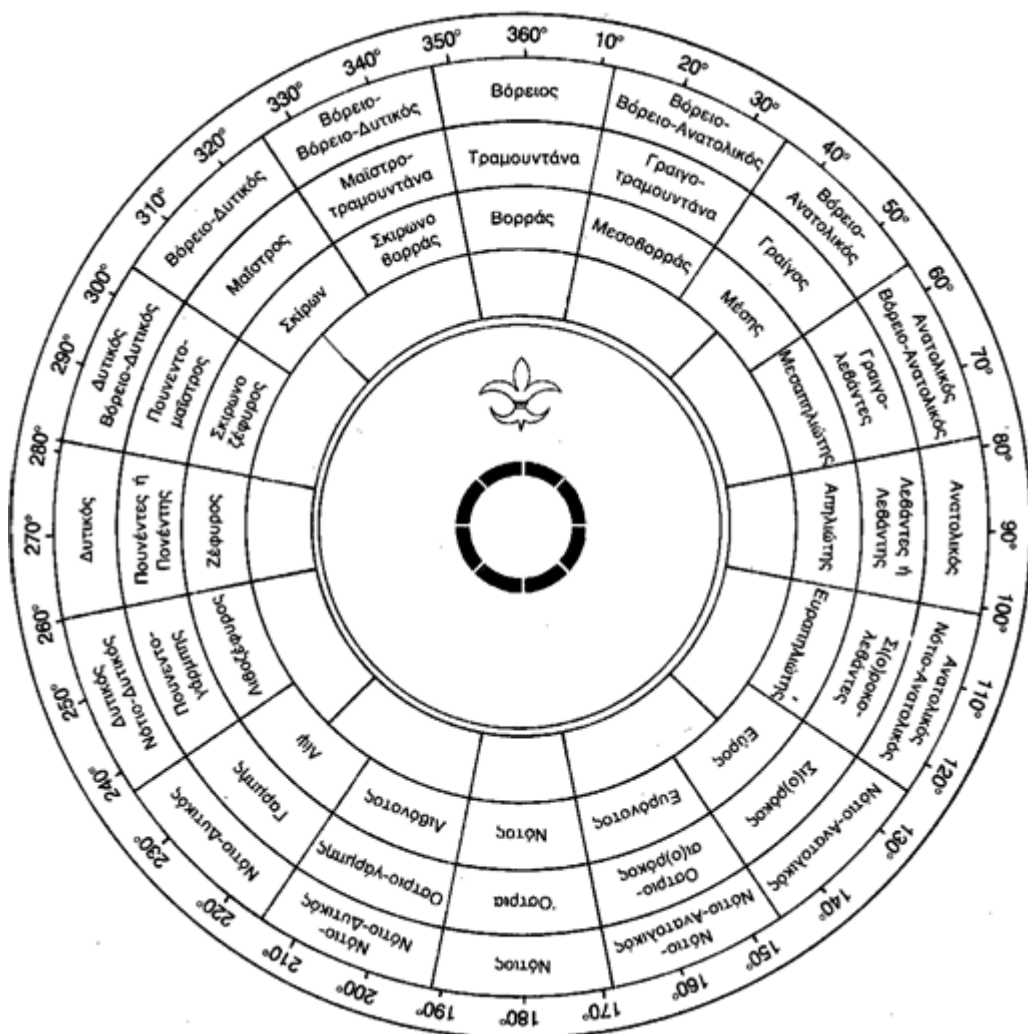
Επικρατούσα διεύθυνση ονομάζουμε την διεύθυνση του ανέμου η οποία στην υπό μελέτη περιοχή έχει την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης. Μεταβάλλεται συνήθως με την εποχή του χρόνου.

#### 5.2.2.2 Προσήμεμη περιοχή

Προσήμεμη περιοχή ονομάζουμε τον χώρο μεταξύ του σημείου στο οποίο θέλουμε να εγκαταστήσουμε μια ανεμογεννήτρια και της επικρατούσας διεύθυνσης.

### 5.2.2.3 Υπήνεμη περιοχή

Υπήνεμη περιοχή ονομάζουμε την περιοχή η οποία είναι προστατευμένη από τον άνεμο (περιοχές που εκτίθενται σε ανέμους με ελάχιστη συχνότητα εμφάνισης) και είναι συχνά αντίθετη της προσήνεμης περιοχής.

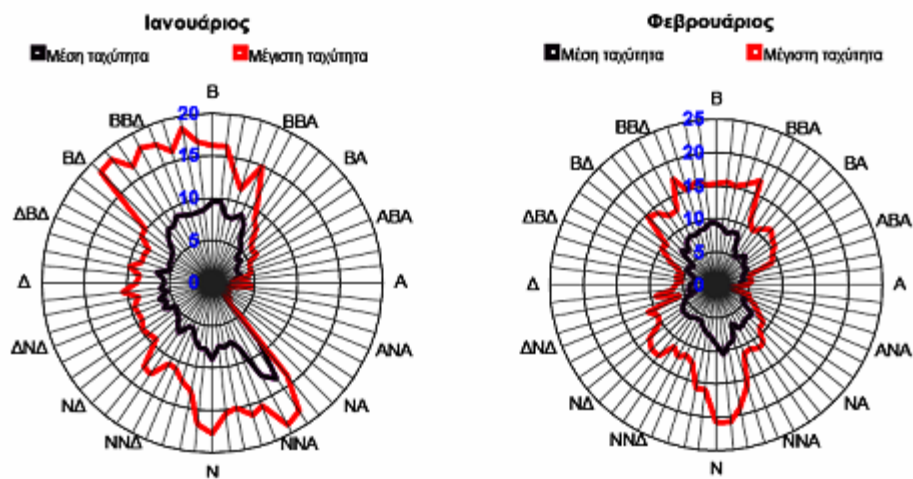


Σχήμα 5.3 – Το ανεμολόγιο

Στον Ελλαδικό χώρο η επικρατούσα κατά κανόνα διεύθυνση των ανέμων είναι η βόρεια και βορειανατολική, ιδιαίτερα στην περιοχή του Αιγαίου, χωρίς βέβαια να αποκλείονται περιπτώσεις σε περιοχές με διαφορετική επικρατούσα διεύθυνση.

Με βάση τις παρατηρήσεις της διεύθυνσης του ανέμου υ μπο ρύμε να χαράξουμε σε πολικό διάγραμμα ( ή ανεμολόγιο ροζέτα ) τις συχνότητες (%), σε σχέση με το σύνολο των παρατηρήσεων που διαθέτουμε, ανάλογα με το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος. Στο ίδιο διάγραμμα είναι δυνατόν να παρασταθεί και η μέση ταχύτητα του ανέμου κατά την εκάστοτε διεύθυνση. Επιπλέον, για μεγαλύτερη ακρίβεια είναι δυνατός ο υπό

κλίμακα σχεδιασμός, ώστε να εμφανίζονται και τα διαστήματα έντασης του ανέμου για κάθε διεύθυνση. Ανάλογα με την επιθυμητή ακρίβεια χρησιμοποιούνται 8, 16 ή 32 τομείς, όπου και καθορίζονται οι κυκλικοί τομείς για κάθε μια από τις διευθύνσεις. Τέλος, στο κέντρο του πολικού διαγράμματος και σε ειδικό κύκλο κατάλληλης ακτίνας καταγράφεται το ποσοστό της νηνεμίας. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο πολικά διαγράμματα τα οποία έχουν δημιουργηθεί μέσω του λογισμικού πακέτου WIND ROSE.



Σχήμα 5.4 – Αναλυτικά μηνιαία πολικά διαγράμματα της μέσης και μέγιστης ταχύτητας του ανέμου.

### 5.2.3 Μέτρηση της έντασης του ανέμου

Για την μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται τα ανεμόμετρα ή ανεμογράφοι. Τα πλέον απλά ανεμόμετρα είναι τα ανεμόμετρα ταχύτητας, στα οποία η ένταση του ανέμου προκύπτει από την ταχύτητα περιστροφής που επιβάλλει ο άνεμος σε ορισμένα τμήματα του οργάνου. Από τα κλασικά ανεμόμετρα ταχύτητας, γνωστά είναι τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα.

Αυτά αποτελούνται από έναν κατακόρυφο άξονα στην κορυφή του οποίου υπάρχουν τρεις ή τέσσερις οριζόντιοι βραχίονες συμμετρικά τοποθετημένοι. Στα άκρα κάθε βραχίονα είναι τοποθετημένο ένα ημισφαιρικό ή κωνικό κύπελλο, σε τρόπο ώστε η διαμετρική τομή του να είναι κατακόρυφη. Γνωρίζοντας ότι η αεροδυναμική αντίσταση της κοίλης πλευράς είναι σημαντικά μεγαλύτερη της κυρτής, το σύστημα περιστρέφεται από την επίδραση του ανέμου και ο αριθμός των περιστροφών του καταγράφεται δια μέσου του κατακόρυφου άξονα σε ένα καταγραφικό σύστημα.

Για τον καθορισμό της διεύθυνσης του ανέμου, η διεύθυνση του ανέμου βρίσκεται συνήθως με τη βοήθεια των ανεμοδεικτών. Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από έναν

κατακόρυφο άξονα στο πάνω άκρο του οποίου περιστρέφεται ένας οριζόντιος άξονας με ένα ή δύο ελάσματα στο ένα άκρο του. Όταν η πίεση που ασκεί ο άνεμος εξισορροπηθεί και από τις δύο πλευρές του ελάσματος του ανεμοδείκτη, αυτός έχει στραφεί έτσι, ώστε ο δείκτης του ανεμοδείκτη να διευθύνεται προς τη μεριά από την οποία φυσά ο άνεμος. Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι, επειδή η διεύθυνση του ανέμου μετριέται συναρτήσει του αληθούς βορρά, το όργανο πρέπει να προσανατολιστεί με την βοήθεια της χαραγής που υπάρχει επάνω του.

Τέλος θα ήταν σκόπιμο να αναφέρουμε τον τριαξονικό ανεμογράφο, ο οποίος χρησιμοποιείται για να καταγράψει και τις τρεις συνιστώσες της ταχύτητας του ανέμου, δηλαδή μας δίνει ταυτόχρονα την ένταση και την διεύθυνση του ανέμου.



Σχήμα 5.5 – Ανεμόμετρο ταχύτητας.

### 5.3 Ιστορική Αναδρομή - Ανεμομηχανές:

Ο Αίολος ήταν σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία ο θεός διαχειριστής των ανέμων μαζί με τους οχτώ βοηθούς του (Βορέας, Καικιάς, Απηνιώτης, Εύρος, Νότος, Λιψ, Ζέφυρος, Σκίρων) που απεικονίζονται στον πύργο των Αέρηδων (Κτίσμα του 2ου π.χ. αιώνα) στην Πλάκα.

Η πρώτη χρήση αιολικής ενέργειας έγινε στη Ναυσιπλοΐα, ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν για άλεσμα δημητριακών και άντληση νερού.

Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι (κατακόρυφου άξονα) κατασκευάστηκαν στην Περσία τον 6ο έως τον 9ο αιώνα μ.Χ., ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στην Κίνα το 13ο αιώνα μ.Χ.

Στην Ευρώπη αναπτύχθηκαν διάφορα είδη ανεμόμυλων (οριζοντίου άξονα) από τον 13ο αιώνα και πιθανόν οι νερόμυλοι να αποτέλεσαν πρότυπο για την κατασκευή τους.

Το 17ο αιώνα η τεχνολογία μεταφέρεται στην Αμερική όπου οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για άντληση νερού.

Ο πρώτος ανεμόμυλος για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Cleveland του Ohio. Είχε διάμετρο πτερωτής 17 μέτρα και ισχύ 12 KW.

Σήμερα η Δανία χώρα πλούσια σε Αιολικό Δυναμικό έχει τα πρωτεία στην κατασκευή αλλά και στην χρήση ανεμογεννητριών.

Στην Ελλάδα η χρήση ανεμόμυλων χρονολογείται από το 13ο αιώνα. Το 1960 υπήρχαν 10000 ανεμόμυλοι στο Οροπέδιο Λασιθίου, 2500 στην υπόλοιπη Κρήτη και 600 στην Ρόδο.



Σχήμα 5.6 – Ανεμόμυλοι

#### 5.4 Ισχύς του Ανέμου - Ωφέλιμη αιολική ισχύς

Οι μεγάλες μάζες του ανέμου που διαρκώς μετακινούνται στην ατμόσφαιρα περιέχουν τεράστια ποσά ενέργειας που προσφέρονται περισσότερο από κάθε άλλη μορφή ενέργειας για μετατροπή και εκμετάλλευση.



Η ισχύς  $P$  αέριας δέσμης σταθερής ταχύτητας  $V_A$  και πυκνότητας  $\rho_A$  που διέρχεται από μια νοητή επιφάνεια εμβαδού  $A_F$  κάθετη στο διάνυσμα της ταχύτητας υπολογίζεται από την σχέση:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho_A \times V_A^3 \times A_F \quad (5.5)$$

$$A_F = \frac{\pi \cdot d_F^2}{4} \quad (5.6)$$

όπου:

- $P$  : Η μηχανική ισχύς Ανεμοκινητήρα (W)
- $A_F$  : Η μετωπική επιφάνεια του δρομέα ( $m^2$ )
- $d_F$  : Η διάμετρος της πτερωτής (m)
- $\rho_A$  : Η πυκνότητα του ανέμου (περίπου  $1,3 \text{ kg/m}^3$ )
- $V_A$  : Η ταχύτητα του ανέμου (m/s)

Η ισχύς όμως, που περιέχει η έλικα είναι μικρότερη από την ισχύ του ανέμου σύμφωνα με τη σχέση:

$$P_{A/K} = C_p \times \frac{1}{2} \times n \times \rho_A \times V_A^3 \times A_F \quad (5.7)$$

όπου:

- $P_{A/K}$  : Η ηλεκτρική ισχύς ανεμοκινητήρα
- $C_p$  : Ο αεροδυναμικός συντελεστής εκμετάλλευσης ισχύος
- $n$  : Ο μηχανικός βαθμός απόδοσης

$$n = n_M \times n_E \quad (5.8)$$

όπου

- $n_M$  : Ο μηχανολογικός βαθμός απόδοσης
- $n_E$  : Ο ηλεκτρολογικός βαθμός απόδοσης

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο λόγος της ταχύτητας των ακροπτερυγίων ( $\lambda$ ) ως προς την ταχύτητα του ανέμου:

$$\lambda = \frac{R \times \omega_R}{V_A} \quad (5.9)$$

όπου:

- $R$  : Η ακτίνα του δρομέα

$\omega_R$  : Η ταχύτητα περιστροφής της έλικας.

Ο  $C_p$  αναφέρεται σε μια ισχύ που δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε ολόκληρη, ακόμη και με μια ιδανική έλικα. Όπως έδειξε ο Betz, η μέγιστη τιμή του είναι:

$$C_p = \frac{16}{27} \approx 0,59 \quad (5.10)$$

Πρακτικά, στην περίπτωση καλού σχεδιασμού ο  $C_p$  κυμαίνεται στο 0,35. Ο αεροδυναμικός συντελεστής εκμεταλλεύσεως ισχύος  $C_p$  δίνεται από την σχέση:

$$C_p = \frac{\text{Δεσμευόμενη αιολική ισχύς}}{\text{Ισχύ προσπίπτοντος αέρα}} = \frac{P_{A/K}}{\frac{1}{2} \times \rho_A \times n \times A_F \times V_A^3} \quad (5.11)$$

Όπως είπαμε και παραπάνω ένας ανεμοκινητήρας δεν μπορεί να αξιοποιήσει ολόκληρη την ετήσια ενέργεια του ανέμου. Όμως και στην ιδανική περίπτωση που παραβλέπουμε τις μηχανικές απώλειες ή τις απώλειες λόγω στροβιλισμού είναι αδύνατο να δεσμευθεί ολόκληρη η ισχύς του ανέμου, δεδομένου ότι:

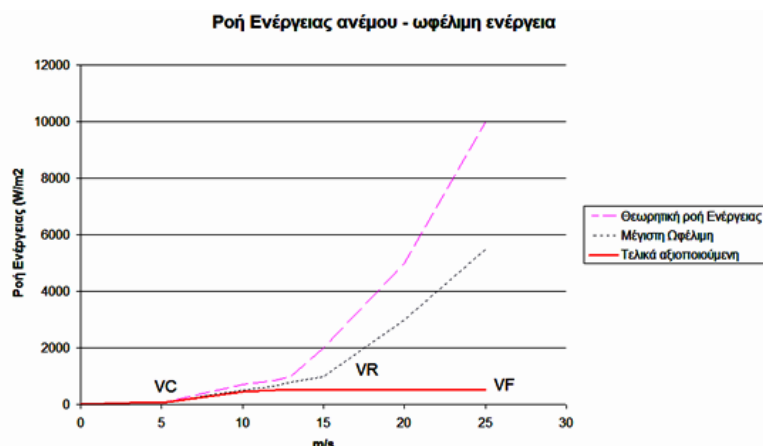
- Ο αέρας που διαπερνά την πτερωτή μιας αιολικής μηχανής πρέπει να διαθέτει την απαραίτητη ταχύτητα, ώστε να απομακρύνεται από αυτήν, με βάση το θεώρημα διατηρήσεως της μάζας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα αξιόλογο μέρος της κινητικής ενέργειας του προσπίπτοντος επί της πτερωτής ανέμου να χάνεται με τη δέσμη διαφυγής του ανέμου.
- Ένα μικρό ποσοστό της μάζας του αέρα, που θα διερχόταν από την επιφάνεια που θα καταλαμβάνει η πτερωτή, στην πραγματικότητα παρακάμπει την πτερωτή, λόγω της απόκλισης των γραμμών ροής που η πτερωτή επιβάλλει στον προσπίπτοντα άνεμο.
- Τέλος, ένα μικρό επίσης μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου παραμένει ανεκμετάλλευτο, δεδομένης της χρονικής υστέρησης προσανατολισμού της πτερωτής στην διεύθυνση του ανέμου. Σήμερα τα σύγχρονα συστήματα προσανατολισμού η απόκριση της ανεμογεννήτριας είναι σχεδόν ακαριαία. Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις διαρκούς μεταβολής της διεύθυνσης του ανέμου, είναι αναπόφευκτη η απώλεια μέρους της ενέργειας του ανέμου.

Εκτός από τους παραπάνω προφανείς λόγους μειωμένης αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού μιας αέριας δέσμης, μηχανικές αλλά και αεροδυναμικές απώλειες επάνω στις

πτερυγώσεις καθώς και άλλοι περιορισμοί μειώνουν σημαντικά σε μέγεθος και σε εύρος το πραγματικά αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό μιας περιοχής. Συγκεκριμένα έχουμε:

- Ο ανεμοκινητήρας είναι σε θέση να αποδώσει ωφέλιμη ισχύ μόνο όταν η ισχύς του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τις απώλειες κενού φορτίου (τριβές, άξονα, μειωτήρα, γεννήτριας). Την ταχύτητα του ανέμου στην οποία ο ανεμοκινητήρας ξεκινά ονομάζουμε ταχύτητα έναρξης λειτουργίας και συμβολίζουμε με  $V_{cut-in}$ . Συνεπώς η παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας ξεκινάει όταν η ισχύς του ανεμοκινητήρα υπερβεί τις απώλειες νεκρού φορτίου  $P_c$  δηλαδή  $P \geq P_c$  και για ταχύτητες ανέμου μικρότερες της ταχύτητας έναρξης ( $0 \leq V \leq V_c$ ) η ισχύς του ανέμου παραμένει αναξιοποίητη. Οι τυπικές τιμές έναρξης λειτουργίας κυμαίνονται μεταξύ των 2,5m/s (1,5 Beaufort) και των 5m/s (3 Beaufort). Συνήθως οι μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές ταχύτητας έναρξης λειτουργίας από τις μικρότερες και συνεπώς ελαφρύτερες αιολικές μηχανές.
- Από μια τιμή της ταχύτητας του ανέμου και μετά η ωφέλιμη ισχύς του ανεμοκινητήρα παραμένει για λειτουργικούς λόγους περίπου σταθερή, με αποτέλεσμα να χάνουμε έτσι ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας του ανέμου ιδιαίτερα σε υψηλές ταχύτητες π.χ. ( $V \geq 12\text{m/s}$ ). Καθώς η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται, αυξάνει και η αποδιδόμενη ισχύς μέχρι να φθάσει την ονομαστική ισχύ  $P_0$  της γεννήτριας. Κατόπιν, όσο και να αυξάνεται η ισχύς του ανέμου επιδιώκουμε να διατηρήσουμε την ισχύ σταθερή. Αυτό γίνεται 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. Η μικρότερη ταχύτητα ανέμου στην οποία ο δρομέας αναπτύσσει την ονομαστική ισχύς  $P_0$  της μηχανής – γεννήτριας ορίζεται με  $V_R$  και ονομάζεται ονομαστική ταχύτητα του ανέμου. Άρα, για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες της  $V_R$  χάνεται ένα ποσοστό του αιολικού δυναμικού. Οι τυπικές τιμές της ονομαστικής ταχύτητας λειτουργίας ανεμοκινητήρων κυμαίνονται μεταξύ 8m/s και 14m/s.
- Όταν ο άνεμος φθάσει σε υψηλές ταχύτητες ενδείκνυται η διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης για λόγους ασφαλείας. Η ταχύτητα διακοπής της λειτουργίας (furling speed), συμβολίζεται με  $V_F$  και η ενέργεια του ανέμου για ταχύτητες μεγαλύτερες της παραμένει τελείως αναξιοποίητη. Η ταχύτητα αυτή  $V_F$  κυμαίνεται μεταξύ των 20m/s για μικρές μηχανές έως και 30m/s για ιδιαίτερα στιβαρές κατασκευές, στην περίπτωση αυτή ολόκληρη η ισχύς του ανέμου παραμένει τελείως ανεκμετάλλευτη.

- Κατά την διάρκεια της κανονικής λειτουργίας έχουμε απώλειες ενέργειας επάνω στα περύγια της περωτής, τις λεγόμενες αεροδυναμικές απώλειες της περωτής, οι οποίες οφείλονται λόγω τριβής ρευστού και περυγίων, λόγω λειτουργίας εκτός σημείου σχεδιασμού των περυγίων, καθώς και λόγω στροβιλισμού. Οι αεροδυναμικές απώλειες μιας ανεμογεννήτριας μετρώνται μέσω του αεροδυναμικού συντελεστή εκμετάλλευσης ισχύος  $C_p$  της περωτής και δεν υπερβαίνουν το όριο Betz και αντιπροσωπεύουν σημαντικό ποσοστό της διαθέσιμης κινητικής ενέργειας.
- Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας έχουμε πρόσθετα μηχανικές απώλειες στον άξονα, μειωτήρα, καθώς και ηλεκτρικές απώλειες στη γεννήτρια, προτού να καταλήξουμε στην τελική ισχύ εξόδου της εγκατάστασης. Οι ήλεκτρο-μηχανολογικές απώλειες μπορούν να θεωρηθούν σταθερές και ίσες με τις απώλειες κενού φορτίου. Ανάλογα με τα υποσυστήματα του ανεμοκινητήρα, οι συνολικές απώλειες κενού φορτίου, μπορεί να ανέρχονται και στο 10% της ονομαστικής ισχύος της μηχανής.
- Τέλος, για την ακριβή εκτίμηση της αποδιδόμενης ενέργειας από την διαθέσιμη κινητική ενέργεια του ανέμου είναι χρήσιμο να ληφθεί υπόψη και η διαθεσιμότητα ( $\delta$ ) της εγκατάστασης. Στον όρο ( $\delta$ ) περιλαμβάνεται ο πραγματικός αριθμός των ωρών ετήσιας λειτουργίας μιας αιολικής εγκατάστασης, λαμβανομένων τυχόν υπόψη απροβλέπτων βλαβών, οι οποίες θέτουν εκτός λειτουργίας την εγκατάσταση, καθώς και τυχόν προγραμματισμένων διακοπών λειτουργίας της εγκατάστασης για την απαραίτητη περιοδική συντήρησή της. Στο σχήμα παρακάτω παρατίθεται η κατανομή της ισχύος του ανέμου  $v$  σε ωφέλιμη ισχύ και σε αναπόφευκτες ή απρόβλεπτες απώλειες, συναρτήσει των ωρών (8760) του έτους. Από το οποίο τελικά μόνο ένα σχετικά μικρό ποσό της ροής ενέργειας του ανέμου που διέρχεται από την επιφάνεια μιας περωτής είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ωφέλιμου έργου.



Σχήμα 5.7 – Η κατανομή της ισχύος του ανέμου.

## 5.5 Συστήματα αποθήκευσης αιολικής Ενέργειας

Ένα βασικό μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας, είναι η ασυνέχεια καθώς και η αδυναμία παραγωγής της κατά βούληση, με σκοπό την κάλυψη της στιγμιαίας ζήτησης. Το γεγονός αυτό δημιούργησε την ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, ώστε να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες σε περιόδους ζήτησης, ή και άπνοιας. Από τα μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας είναι γνωστό ότι η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, αυξάνει σημαντικά το κόστος αρχικής εγκατάστασης, προσθέτοντας επιπλέον απώλειες μετατροπής.

Μερικά από τα κυριότερα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας είναι:

### 5.5.1 Συστοιχίες συσσωρευτών

Αποτελούν την πλέον κατάλληλη μέθοδο για αποθήκευση σχετικά μικρών ποσοτήτων ενέργειας, για μικρούς οικισμούς και μεμονωμένες αγροικίες.

### 5.5.2 Υδροδυναμικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας

Σε περιόδους μικρής ενεργειακής ζήτησης, η περίσσεια αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για την άντληση νερού στην πάνω λίμνη υδροηλεκτρικού φράγματος, έτσι ώστε σε περίπτωση χαμηλής αιολικής παραγωγής ή άπνοιας, λειτουργεί ο υδροηλεκτρικός σταθμός με την πτώση του αποθηκευμένου ύδατος στον υδροστρόβιλο και παραγωγή του επιθυμητού ποσού ενέργειας. Ο συντελεστής απόδοσης του αποθηκευτικού αυτού συστήματος είναι περίπου 70%, εφόσον οι αιολικές και υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, βρίσκονται στην ίδια περιοχή, αποφεύγοντας έτσι τις απώλειες μεταφοράς της ενέργειας.

### 5.5.3 Συστήματα παραγωγής υδρογόνου

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σαν καύσιμο αφού παράγεται με ηλεκτρόλυση θαλασσινού νερού αποδίδοντας τριπλάσια ενέργεια από ίση ποσότητα πετρελαίου, χωρίς να ρυπαίνετε το περιβάλλον.

### 5.5.4 Αποθήκευση ενέργειας σε σφόνδυλο

Στην περίπτωση αυτή, η αποθήκευση της αιολικής ενέργειας γίνεται με την βοήθεια ενός ή περισσότερων σφονδύλων. Ελάχιστα ποσά ενέργειας μπορούν να αποθηκευτούν με τον τρόπο αυτό, παρέχοντας μας αυτονομία μερικών μόνο λεπτών, δεδομένου ότι οι

σφόνδυλοι με δυνατότητα αποθήκευσης πολλών KWh χρειάζονται μεγάλη προσοχή στην σχεδίαση και κατασκευή ώστε να είναι αξιόπιστοι για πολλά χρόνια λειτουργίας.

### 5.5.5 Υβριδικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται συνδυασμοί των παραπάνω αποθηκευτικών μέσων, για παράδειγμα: συστήματα συσσωρευτών – με σφονδύλου, συσσωρευτών – με υδροδυναμικά, συσσωρευτών – με φωτοβολταϊκά και ανεμογεννήτρια.

## 5.6 Κοινωνικό κόστος και πηγές ενέργειας

Η δημιουργία της αγοράς των νέων τεχνολογιών που βασίζονται στους ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους, όπως η αιολική ενέργεια και η ηλιακή ενέργεια, εξαρτάται κύρια από την αγοραία τιμή της προσφερόμενης ενέργειας από αυτές τις νέες τεχνολογίες.

Η χρήση κάθε τεχνολογίας για παραγωγή ενέργειας συνοδεύεται από κάποιο κοινωνικό κόστος, δηλαδή το κόστος που επιβαρύνει την κοινωνία ολόκληρη από την εκμετάλλευση ενός φυσικού πόρου ή μιας πηγής ανανεώσιμης ενέργειας.

Μέσα από τον ανταγωνισμό των συμβατικών και των νέων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας μπορεί να επιτύχουμε μείωση του κοινωνικού κόστους. Βέβαια η επικράτηση της εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που σήμερα καλύπτουν ένα μικρό μέρος της αγοράς ενέργειας, θα επιφέρει σημαντική μείωση του κοινωνικού κόστους.

Είναι παγκόσμια γνωστό και επιθυμητό ότι μπαίνουμε στην περίοδο που η ηλιακή και αιολική ενέργεια θα αποτελέσουν τις κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για αρκετό χρονικό διάστημα. Είναι σκόπιμο να αναλυθεί το κοινωνικό κόστος των συμβατικών τεχνολογιών ηλεκτρικής παραγωγής με εκείνο των νέων τεχνολογιών αιολικής και ηλιακής ενέργειας και η επίδραση του στην αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού.

Ο μη συνυπολογισμός του κοινωνικού κόστους στην αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού οδηγεί σε χαμηλού κόστους επενδύσεις, αλλά με υπερβολικό κόστος για την κοινωνία

Στην περίπτωση αυτή η πολιτεία πρέπει να παρεμβαίνει και να επιβάλλει το κοινωνικό κόστος σαν στοιχείο απαραίτητο για την αξιολόγηση μιας επένδυσης για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Επίσης μπορεί να επιβάλλει μεγαλύτερους φόρους στα ενεργειακά συστήματα με υψηλό κοινωνικό κόστος ή να παρέχει επιδοτήσεις και να επιβάλλει χαμηλή φορολογία στα συστήματα με χαμηλό κοινωνικό κόστος.

Σε μία ανταγωνιστική οικονομία το βασικό πρόβλημα της κατανομής των σπανίων φυσικών πόρων μπορεί να λυθεί με το μηχανισμό της αγοράς που βασίζεται στις αγοραίες τιμές των πόρων.

Για να λειτουργήσει σωστά αυτή η διαδικασία κατανομής πρέπει η αγοραία τιμή να απαρτίζεται από όλα τα είδη κόστους που βαρύνουν την παραγωγή. Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία των επιχειρήσεων (μικρο-οικονομικά) θα μπορούσε να οδηγήσει σε ένα άριστο σημείο την διαδικασία κατανομής για την κοινωνία (μακρο-οικονομικά). Εάν κάποιο κόστος της παραγωγικής διαδικασίας δεν περιλαμβάνεται στην αγοραία τιμή, διότι ίσως να επιβαρύνουν τρίτους εκτός των καταναλωτών και των παραγωγών (εξωτερικό ή κοινωνικό κόστος (external or social cost), τότε ο μηχανισμός της αγοράς δεν μπορεί να εξασφαλίσει μια άριστη μακροοικονομική κατανομή.

Αυτή η άνιση κατανομή επιφέρει επιβεβαιωμένη απώλεια για την κοινωνία. Τυπικά το κόστος περνάει σε τρίτους και περιλαμβάνει περιβαντολλογικό κόστος (π.χ καταστροφή δασών), κόστος υγείας, κόστος περιοδικής ανισοκατανομής των εξαντλούμενων πόρων και κόστος από τις επιδοτήσεις για έρευνα και ανάπτυξη (R&D).

Η ηλεκτρική ενέργεια εμφανίζει κατάλοιπα ή πυρηνικά απόβλητα και για τούτο περιλαμβάνει αξιόλογο εξωτερικό κόστος σε αντίθεση με την χρήση των ανανεώσιμων πόρων που επιφέρει μικρότερα εξωτερικά κόστη.

Ένα βασικό ερώτημα είναι πόσο μεγάλη διαφορά υπάρχει μεταξύ του προτεινόμενου ή εξωτερικού κόστους (ή κέρδους) από την χρήση των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων και αυτού που επέρχεται από την συμβατική ηλεκτρική παραγωγή.

Επίσης είναι αυτή η διαφορά αρκετά μεγάλη, ώστε να επηρεάζει την ανταγωνιστική θέση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;

Εάν η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι θετική, πως επηρεάζεται η οικονομική εκμετάλλευση και εξάπλωση των συστημάτων ενέργειας που χρησιμοποιούν ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους;

Ο προσδιορισμός του εξωτερικού κόστους από την εκμετάλλευση μιας πηγής ενέργειας είναι πολύ δύσκολος αν όχι ανέφικτος σε κάποιες περιπτώσεις. Ιδιαίτερα αυτό συμβαίνει όταν αφορά υγεία και καταστροφή περιβάλλοντος. Παρ' όλα αυτά μπορεί να συγκριθεί ένα εκτιμώμενο ελάχιστο καθαρό εξωτερικό κόστος συμβατικής ηλεκτρικής παραγωγής με αυτό που προέρχεται από αιολική και φωτοβολταϊκή ηλιακή ενέργεια.

Η πλήρη νομισματοποίηση του κόστους δεν βοηθάει τόσο όσο η γνώση ενός ελάχιστου καθαρού εξωτερικού κόστους (κατώτερος πιθανός πραγματικός δείκτης) η οποία μπορεί να

εκτιμηθεί για να βελτιωθεί μια διαδικασία κατανομής που δεν υπολογίζει το κοινωνικό κόστος στο σύνολο του.

Για να εξετασθεί το εξωτερικό κόστος πρέπει να δεχθούμε ότι το εξωτερικό κόστος ενός συστήματος που χρησιμοποιεί πηγές ανανεώσιμης ενέργειας είναι κατώτερο από αυτό του συστήματος που χρησιμοποιεί συμβατικές πηγές ενέργειας.

Έτσι αν και προτείνονται πάντα διορθωτικά μέσα, μπορεί αυτά να μην είναι άριστα. Κάποια δεδομένα θα χρησιμοποιούν από την έρευνα του Olav H.Hohmeyer που αφορά την Δυτική Γερμανία. Αν και η ποσοτική και νομισματική ανάλυση δεν είναι άμεσα εφαρμόσιμη σε άλλες χώρες, η γενική προσέγγιση όμως ισχύει για κάθε οικονομία που λειτουργεί με το σύστημα της αγοράς.

Για τον υπολογισμό των εξωτερικών αποτελεσμάτων των ενεργειακών συστημάτων υπάρχουν τρεις περιοχές που συνήθως λαμβάνονται υπόψη:

- Περιβαλλοντολογικά αποτελέσματα που περιλαμβάνουν τις επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία.
- Γενικά οικονομικά αποτελέσματα, όπως αλλαγές στην απασχόληση και στην προστιθέμενη αξία.
- Επιδοτήσεις (su bsidies) που πληρώνονται από την πολιτεία άμεσα ή έμμεσα σαν κρατική μέριμνα στο συγκεκριμένο είδος ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων και των δαπανών για την έρευνα και ανάπτυξη των ενεργειακών τεχνολογιών.

Υπάρχουν βέβαια και κάποια αποτελέσματα ή επιδράσεις που δεν μπορούν να εκτιμηθούν νομισματικά ή ποσοτικά, όπως:

- το ψυχολογικό κοινωνικό κόστος σοβαρών παθήσεων ή θανάτων, όπως παράλληλα και το κόστος του συστήματος νοσοκομειακής περίθαλψης,
- το κόστος των κλιματικών αλλαγών
- ο περιβαλλοντολογικός κίνδυνος της τακτικής λειτουργίας των εργοστασίων πυρηνικής ενέργειας κλπ..

Σύμφωνα με τη έρευνα τα εξωτερικά αποτελέσματα για την παραγωγή 1 KWh ηλεκτρισμού με συμβατικά ενεργειακά συστήματα βασιζόμενων σε ορυκτά καύσιμα κυμαίνεται από 0.04 έως 0.09 DM82/KWh. Για ηλεκτρισμό που παράγεται από πυρηνικούς αντιδραστήρες το εξωτερικό κόστος κυμαίνεται από 0.1 έως 0.2 DM82/KWh.



Μία μέση εκτίμηση γι' αυτό το ακαθάριστο εξωτερικό κόστος στην Δ. Γερμανία το 1981 βρέθηκε από 0.05 έως 0.12 DM82/KWh παραγόμενου ηλεκτρισμού γενικά.

Για παραγωγή ηλεκτρισμού από την αιολική ενέργεια, θεωρούμενου του εξωτερικού κόστους της παρούσας ηλεκτρικής παραγωγής σαν διαφυγόν κέρδος, το εξωτερικό κέρδος κυμαίνεται από 0.06 έως 0.12 DM82/KWh, σαν ελάχιστη εκτίμηση.

Για παραγωγή ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια με φωτοβολταϊκά το εξωτερικό κέρδος κυμαίνεται από 0.07 έως 0.17 DM82/KWh σαν εκτίμηση ενός επιπέδου ελάχιστου εξωτερικού καθαρού κέρδους. Τα πραγματικά εξωτερικά κέρδη είναι υψηλότερα από τα εκτιμώμενα ελάχιστα.

Είναι κοινά παραδεκτό ότι ακόμα και με μια μονομερή εξέταση των εξωτερικών αποτελεσμάτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αγοραία τιμή του ηλεκτρισμού, που βασίζεται σε αυτές είναι τουλάχιστον ίδια σήμερα με αυτή των συμβατικών πηγών ενέργειας. Η πολιτική των εξωτερικών αποτελεσμάτων έχει σημαντική επίδραση στην διαδικασία διανομής και την τρέχουσα δημιουργία της αγοράς της αιολικής ενέργειας αλλά και στην μελλοντική δημιουργία αγοράς της φωτοβολταϊκής ηλιακής ενέργειας.

## 5.7 Προοπτικές ανάπτυξης Αιολικής Ενέργειας Στην Ελλάδα

Οι προοπτικές ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στη χώρα μας εξαρτώνται τόσο από το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό όσο και από την τεχνικοοικονομική ελκυστικότητα των επενδύσεων στον τομέα της αιολικής ενέργειας στην εγχώρια ενεργειακή αγορά. Σημαντικό επίσης ανασταλτικό παράγοντα αποτελεί η υφιστάμενη υποδομή, η οποία καθορίζει το ανώτατο επιτρεπόμενο ποσοστό διείσδυσης της αιολικής ενέργειας στα τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα (μέγιστη ικανότητα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ευστάθεια ηλεκτρικών δικτύων, απορρόφηση ενέργειας σε περιόδους χαμηλής ζήτησης κλπ.). Δεν πρέπει, τέλος, να αγνοηθεί και η στάση των τοπικών κοινωνιών απέναντι στις υλοποιούμενες ή σχεδιαζόμενες εφαρμογές.

Στα περισσότερα νησιά του Αιγαίου το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό είναι σχεδόν άριστο, με αποτέλεσμα να υπερκαλύπτει τις ανάγκες των νησιών σε ηλεκτρική ενέργεια. Όμως, τα προβλήματα συνεργασίας των αιολικών μηχανών με τα τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα (κυρίως μο νάδες εμβολοφόρων κινητήρων τύπο υ Diesel, εκτός Κρήτης και Ρόδου, όπου υπάρχουν και αεριοστρόβιλοι), καθορίζουν, για λόγους ευστάθειας και ομαλής λειτουργίας του δικτύου, ιδιαίτερα χαμηλές τιμές μέγιστης επιτρεπόμενης εγκατεστημένης αιολικής ισχύς, οι οποίες κυμαίνονται στο 30% της μέγιστης ετήσιας ζήτησης του αντίστοιχου τοπικού

δικτύου. Για την αποκατάσταση της αλήθειας, το ζήτημα της ευστάθειας των τοπικών δικτύων, λόγω της σύνδεσης σε αυτά αιολικά πάρκα, αποτελεί ένα σοβαρό τεχνικό πρόβλημα, που όμως σήμερα αντιμετωπίζεται από τους κατασκευαστές αιολικών μηχανών (σύγχρονες μηχανές ή μηχανές μεταβλητών ή πολλαπλών στροφών) με αρκετή επιτυχία. Στην πραγματικότητα, η ακριβής τιμή του συντελεστή διείσδυσης της αιολικής ενέργειας σε ένα τοπικό απομονωμένο δίκτυο εξαρτάται, εκτός των άλλων, από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των θερμικών μηχανών του δικτύου, των χρησιμοποιούμενων αιολικών μηχανών αλλά και στις στιγμιαίες ζήτησης ενέργειας, ενώ ένα επιδιωκόμενο ποσοστό διείσδυσης της τάξεως του 5% είναι επιτρεπτό, εφόσον και οι ιδιοκτήτες των αιολικών πάρκων λάβουν σοβαρά υπόψη τους τα τυχόν προβλήματα ευστάθειας του τοπικού δικτύου.

	Installed 2011	End 2011	Installed 2012	End 2012
<b>EU Capacity (MW)</b>				
Austria	73	1084	296	1,378
Belgium	191	1,078	297	1,375
Bulgaria	28	516	168	684
Cyprus	52	134	13	147
Czech Republic	2	217	44	260
Denmark	211	3,956	217	4,162
Estonia	35	184	86	269
Finland	2	199	89	288
France*	826	6,792	404	7,196
Germany	2,100	29,071	2,440	31,332
Greece	316	1,634	117	1,749
Hungary	34	329	0	329
Ireland	208	1,614	125	1,738
Italy	1,090	6,878	1,273	8,144
Latvia	17	48	21	68
Lithuania*	16	179	46	225
Luxembourg*	1	45	0	45
Malta	0	0	0	0
Netherlands	59	2,272	119	2,391
Poland	436	1,616	880	2,497
Portugal	341	4,379	145	4,525
Romania	520	982	923	1,905
Slovakia	0	3	0	3
Slovenia	0	0	0	0
Spain	1,050	21,674	1,122	22,796
Sweden	754	2,899	846	3,745
United Kingdom	1,298	6,556	1,897	8,445
<b>Total EU-27</b>	<b>9,660</b>	<b>94,337</b>	<b>11,566</b>	<b>105,696</b>
<b>Total EU-15</b>	<b>8,520</b>	<b>90,130</b>	<b>9,386</b>	<b>99,308</b>
<b>Total EU-12</b>	<b>1,140</b>	<b>4,207</b>	<b>2,181</b>	<b>6,388</b>

Σχήμα 5.8 – Η πρόοδος της εγκατάστασης αιολικών πάρκων σε χώρες της Ευρώπης.

Όμως, ακόμα και τα όρια αυτά δεν πρόκειται να υλοποιηθούν, δεδομένου ότι η διείσδυση της αιολικής ενέργειας σε ετήσιο ποσοστό μεγαλύτερο του 10% καθίσταται αντιοικονομική, εάν αναλογισθεί κανείς τη στοχαστική συμπεριφορά του ανέμου και την έντονη ημερήσια και εποχική διακύμανση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Η μόνη περίπτωση αξιόλογης συμβολής της αιολικής ενέργειας στα απομονωμένα νησιώτικα δίκτυα απαιτεί την δημιουργία κατάλληλων συστημάτων ενδιάμεσης - βραχυχρόνιας αποθήκευσης της ενέργειας. Δεδομένου των χαρακτηριστικών των περισσότερων ελληνικών νησιών, η μόνη ρεαλιστική λύση βασίζεται στη δημιουργία και λειτουργία ανατρέψιμων αιολικών – υδροηλεκτρικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά έχουν την ικανότητα, αξιοποιώντας καθιερωμένες τεχνολογικές επιλογές, να εξασφαλίσουν σημαντικό βαθμό ενεργειακής αυτονομίας των τοπικών οικονομιών, μα βάση την αιολική ενέργεια, έως και του θεωρητικού ποσοστού του 100%. Φυσικά, ανάλογες λύσεις απαιτούν συστηματική και ολοκληρωμένη ανάλυση, ώστε να εφαρμοσθούν σε κάθε περίπτωση οι άριστοι οικονομοτεχνικοί συνδυασμοί. Οι πλέον ενδιαφέρουσες περιπτώσεις για αντίστοιχες εφαρμογές αποτελούν η Κρήτη, η Ικαρία, η Κάρπαθος και η Λέσβος.

Η κατάσταση είναι διαφορετική στις περιοχές της ηπειρωτικής χώρας (π.χ. Εύβοια, Ανατολική Αττική, Μαγνησία, Νότια και Ανατολική Πελοπόννησος, Ήπειρος, Θράκη κλπ.), όπου η ύπαρξη του διασυνδεδεμένου δικτύου εμφανίζει σημαντική ελαστικότητα στην πιθανή διασύνδεση αιολικών μονάδων. Βέβαια, οι εκεί επικρατούσες συνθήκες ανέμου δεν είναι κατά κανόνα της ίδιας ποιότητας με αυτές του αρχιπελάγους, παρ' όλα αυτά, το υπάρχον αιολικό δυναμικό είναι αρκετά υψηλό για μια σημαντική συμμετοχή στην κάλυψη του συνολικού εθνικού ηλεκτρικού φορτίου. Να σημειωθεί ότι σε αντίστοιχες περιπτώσεις η διαθέσιμη υποδομή είναι σαφώς ευνοϊκότερη των νησιών του Αιγαίου ωστόσο δεν πρέπει να αγνοηθεί ο σημαντικός περιοριστικός παράγοντας που επιβάλλεται από την αδυναμία των τοπικών δικτύων να μεταφέρουν την αιολική παραγωγή στα κέντρα κατανάλωσης, π.χ. της Νότιας Εύβοιας.

Από καθαρά οικονομικής σκοπιάς, τα χαμηλά τιμολόγια αγοράς της αιολικής – ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με το κόστος λειτουργίας των ΑΣΠ (Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής) της Δ.Ε.Η., περιορίζουν προς το παρόν τη διείσδυση της αιολικής ενέργειας στη νησιωτική χώρα. Βέβαια, η πιθανή ποσοτικοποίηση του κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους παραγωγής συμβατικής ενέργειας, καθώς και η αναγνώριση της συνεισφοράς ισχύος των ανεμογεννητριών στο ηλεκτρικό δίκτυο θα δώσουν σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα στην αιολική ενέργεια τα επόμενα χρόνια. Αντιθέτως, η διαφαινόμενη απελευθέρωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και η απαίτηση για άμεσο ανταγωνισμό της αιολικής

ενέργειας με την παραγωγή των θερμικών σταθμών στα πλαίσια λειτουργίας μιας μειοδοτικής προθεσμιακής αγοράς δεν πρόκειται να ευνοήσουν σε καμία περίπτωση την περαιτέρω διάδοση των αιολικών εφαρμογών στην ηπειρωτική χώρα.

Από την πλευρά της η Δ.Ε.Η., λειτουργώντας πλέον σε ένα πλαίσιο ιδιωτικής επιχείρησης, έχει δημιουργήσει μια νέα θυγατρική επιχείρηση (Δ.Ε.Η. Ανανεώσιμες ), η οποία ασχολείται αποκλειστικά με την ανάπτυξη νέων αιολικών πάρκων. Λαμβάνοντας υπόψη τον υφιστάμενο σκληρό ανταγωνισμό από ισχυρούς επενδυτές του τομέα, καθώς και ότι απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις για την δημιουργία αιολικών πάρκων, ενώ η μέχρι σήμερα αξιοποίηση των αιολικών σταθμών της επιχείρησης δεν είναι ικανοποιητική, είναι κατανοητό ότι τα επόμενα χρόνια η συμβολή της Δ.Ε.Η. στη διάδοση της αιολικής ενέργειας θα παραμείνει περιορισμένη.

Τέλος, σε αρκετές περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, όπου υπήρχαν οι προϋποθέσεις για δημιουργία ικανού αριθμού αιολικών πάρκων, εμφανίστηκε σοβαρή αντίδραση των τοπικών κοινωνιών να αποδεχθούν παρόμοιες εγκαταστάσεις. Αν και η λειτουργία των αιολικών μηχανών είναι σαφώς ευνοϊκότερη προς το περιβάλλον σε σύγκριση με οποιοδήποτε θερμικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, η άκομψη συμπεριφορά ορισμένων κατασκευαστών αιολικών πάρκων, κυρίως στην περιοχή της Νότιας Εύβοιας, και η παρουσία καιροσκόπων στις τοπικές κοινωνίες, οι οποίοι εκμεταλλευόμενοι την άγνοια των πολιτών μεγεθύνουν περιορισμένης έκτασης επιπτώσεις αιολικής ενέργειας, οδήγησαν στο πάγωμα της αιολικής δραστηριότητας σε αρκετές περιοχές της χώρας μας, όπως για παράδειγμα στην περιοχή Ευβοίας και της Πελοποννήσου.

Ανακεφαλαιώνοντας την διερεύνηση της επικρατούσας κατάστασης στην εγχώρια αιολική αγορά, πρέπει να ομολογήσουμε ότι η παρούσα εικόνα των εγκατεστημένων περίπου 400MW είναι σαφώς ευνοϊκότερη της εικόνας που εμφάνιζε η αντίστοιχη αγορά το 1998, δηλαδή εγκατεστημένα 40MW. Όμως σε καμία περίπτωση δεν προσεγγίζει τις πραγματικές δυνατότητες του διαθέσιμου αξιοποιήσιμου αιολικού δυναμικού (εκτιμάται στα 4000MW). Για την προσέγγιση του αισιόδοξου αυτού στόχου μέχρι τα τέλη της τρέχουσας δεκαετίας και την εκπλήρωση των ορίων της Ευρωπαϊκής ένωσης (20%), που σχετίζονται με το ν περιορισμό της πλανητικής κλιματικής αλλαγής, θα πρέπει να υλοποιηθούν οι παρακάτω προτάσεις:

- 1) Να παραμείνουν στα σημερινά τουλάχιστον επίπεδα οι οικονομικές ενισχύσεις κατασκευής των αιολικών πάρκων (Αναπτυξιακός νόμος, Ευρωπαϊκά Προγράμματα Στήριξης).

- 2) Να ενισχυθούν σοβαρά οι υποδομές του ηλεκτρικού δικτύου, ώστε να έχουν την ικανότητα μεταφοράς της αιολικής παραγωγής.
- 3) Να εξακολουθήσει η παραγωγή αιολικής ενέργειας να αγοράζεται κατά προτεραιότητα από τον διαχειριστή δικτύου σε εγγυημένες τιμές, όπως ορίζονται από το ισχύον νομικό πλαίσιο (Ν.2244/94).
- 4) Να συνυπολογισθεί στην τιμή της αιολικής ενέργειας στο νησιωτικό χώρο το πραγματικό κόστος λειτουργίας των τοπικών αυτονόμων σταθμών παραγωγής.
- 5) Να υποστηριχθεί η δημιουργία ανατρέψιμων αιολικών – υδροηλεκτρικών συγκροτημάτων, κυρίως στη νησιώτικη χώρα, με την παροχή υψηλότερων τιμών προμήθειας της παραγόμενης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη την συνεισφορά στην κάλυψη ισχύος, την αυξημένη αξιοπιστία του ηλεκτρικού συστήματος και την υψηλή ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας.
- 6) Να αναληφθούν υπεύθυνες και συντονισμένες προσπάθειες ενημέρωσης των τοπικών κοινωνιών για το πραγματικό μέγεθος των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλεί η παρουσία αιολικών πάρκων σε μια περιοχή καθώς και οι διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις.

Μόνο με την εφαρμογή των παραπάνω προτάσεων και την επιμονή της Πολιτείας και των ιδιωτικών φορέων στην περαιτέρω ενίσχυση του εγχώριου αιολικού προγράμματος είναι δυνατή η υλοποίηση σε λογικό χρονικό ορίζοντα των Ευρωπαϊκών και Εθνικών στόχων για συγκεκριμένη εγχώρια αιολική παραγωγή, γεγονός που θα συντελέσει στην αξιόλογη βελτίωση του συντελεστή ενεργειακής αυτάρκειας της χώρας μας και πιθανόν να δώσει κίνητρα για την ανάπτυξη εγχώριας κατασκευαστικής βιομηχανίας αιολικών μηχανών.



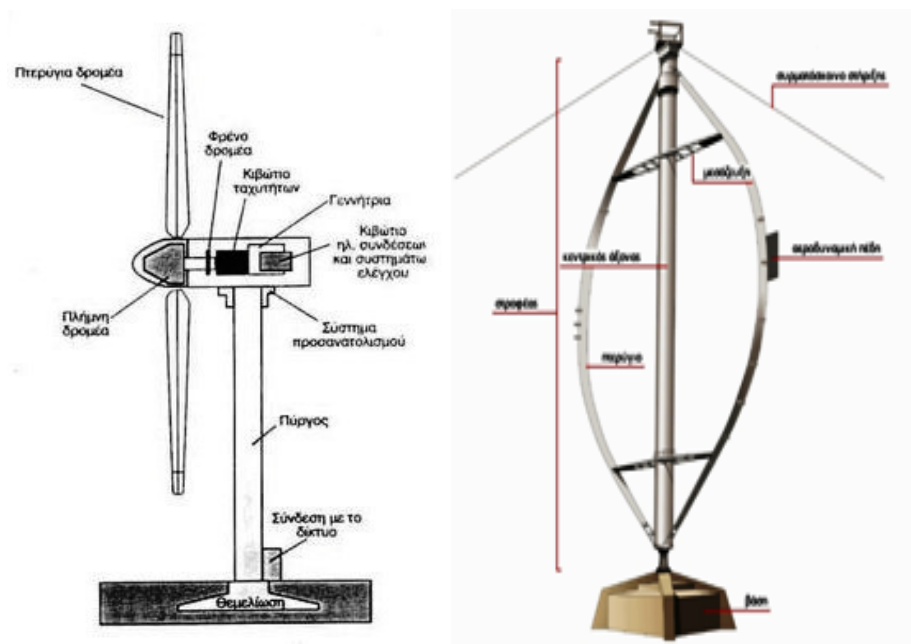
## 6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ”

#### 6.1 Κατάταξη αιολικών μηχανών

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις, που έχουν σαν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια.

Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Ως εκ τούτου, οι πλέον διαδεδομένοι τύποι ανεμοκινητήρων είναι οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα τύπου έλικας και οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα π.χ. (Dartieus).



Σχήμα 6.1 – Ανεμογεννήτριες οριζοντίου & κάθετου άξονα.

##### 6.1.1 Ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχο  $\omega$  το  $\nu$  άξο  $\nu\alpha$  τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και συνήθως παράλληλο και με την διεύθυνση του ανέμου (head on), αν και κάποτε η διεύθυνσή τους είναι κάθετη προς την διεύθυνση του ανέμου (cross-wind).

### 6.1.2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονάς τους είναι κάθετος σε αυτή, καθώς και στην επιφάνεια της γης. Επίσης, έχουν επινοηθεί και άλλοι τύποι ανεμοκινητήρων, όπως για παράδειγμα οι ανεμογεννήτριες τύπου μεταφοράς, αποτελούμενες από οχήματα που κινούνται σε μια καθορισμένη διαδρομή και είναι συνδεδεμένα με ηλεκτρογεννήτριες.

Οι υφιστάμενες αιολικές μηχανές κατατάσσονται επίσης σε ταχύστροφες και αργόστροφες, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής τους ή, ακριβέστερα, ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου περιστροφής ( $\lambda$ ). Η ταχύτητα περιστροφής μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται εκτός από τις αεροδυναμικές παραμέτρους και από το μέγεθος των πτερυγίων της μηχανής, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη λόγοι στατικής αντοχής, φαινόμενα δυναμικών καταπονήσεων και ταλαντώσεων, φυγοκεντρικές δυνάμεις κ.λ.π. Επιπλέον, καθοριστικό ρόλο παίζει και η διασύνδεση ή μη της εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο, δεδομένου ότι σε περιπτώσεις σύγχρονων ηλεκτρογεννητριών διασυνδεδεμένων με το δίκτυο, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να έχει την συχνότητα του κεντρικού δικτύου, δηλαδή 50Hz για τη χώρα μας και τις υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε. και 60Hz για τις Η.Π.Α.

Οι υφιστάμενες μηχανές κατατάσσονται και βάση του αριθμού πτερυγίων που διαθέτει η πτερωτή τους. Οπότε οι ανεμογεννήτριες διαχωρίζονται σε πολυπτερυγες όπως οι παραδοσιακοί ανεμόμυλοι χαμηλών ταχυτήτων περιστροφής, και οι ολιγοπτερυγοί που αποτελούν την πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών οριζοντίου και καθέτου άξονα, με αριθμό πτερυγίων από ένα έως τρία πτερύγια για κάθε πτερωτή.

Ένα μέγεθος που συνδέεται άμεσα με την γωνιακή ταχύτητα μιας πτερωτής είναι η παράμετρος περιστροφής της μηχανής ( $\lambda$ ), η οποία ορίζεται στο προηγούμενο κεφάλαιο στη σχέση (5.9).

Ανάλογα με την μηχανική ισχύς ( $P_0$ ) που παρέχουν οι ανεμοκινητήρες στην έξοδό τους, κατατάσσονται από πλευράς μεγέθους σαν:

- Μικροί  $\rightarrow (50W \leq P_0 < 30kW)$
- Μεσαίοι  $\rightarrow (30kW \leq P_0 < 300kW)$
- Μεγάλοι  $\rightarrow (300kW \leq P_0 < 5MW)$

Οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές και ο χαρακτηρισμός μιας ανεμογεννήτριας δεν ακολουθεί αυστηρά αυτές τις τιμές.



Μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των ανεμοκινητήρων είναι η παράμετρος στιβαρότητας ( $\sigma$ ) της κατασκευής, η οποία για μηχανές οριζοντίου άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{Z \times c \times R}{\pi \times R^2} \quad (6.1)$$

Ενώ για μηχανές κατακόρυφου άξονα ορίζεται σαν:

$$\sigma = \frac{Z \times c}{R} \quad (6.2)$$

όπου:

Z : Ο αριθμός των πτερυγίων της πτερωτής

R : Η ακτίνα της πτερωτής

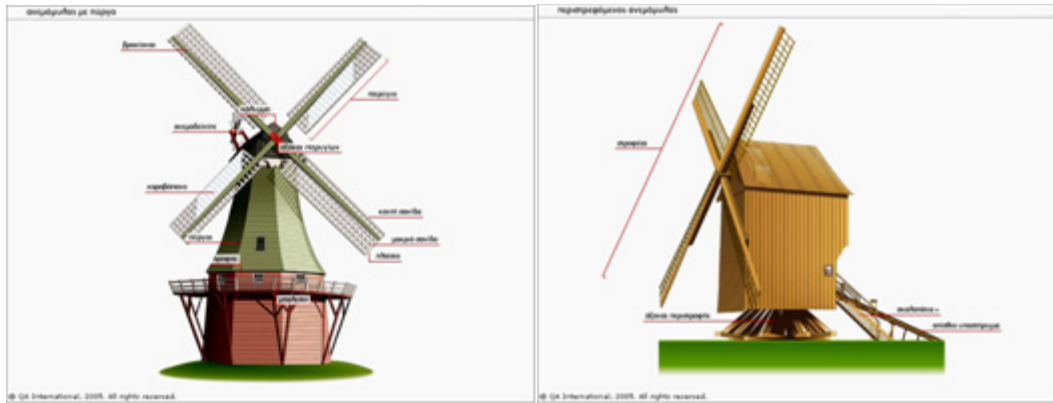
c : Η χορδή (πλάτος) των πτερυγίων της πτερωτής

Η παράμετρος στιβαρότητας δίνει το λόγο του εμβαδού όλων των πτερυγίων προς το εμβαδόν της επιφανείας που διαγράφουν τα πτερύγια κατά την περιστροφή τους.

Οι μηχανές μεγάλης στιβαρότητας, είναι μηχανές αργόστροφες, κατάλληλες για αγροτικές χρήσεις και στηρίζονται σε σχετικά απλή τεχνολογία. Αποδίδουν τη μέγιστη ισχύ τους σε χαμηλές τιμές της παραμέτρου περιστροφής ( $\lambda$ ), έχο  $\psi$  σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης, ενώ είναι ανθεκτικές με ελάχιστες ανάγκες συντήρησης. Επιπλέον χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλες δυνάμεις στα πτερύγια και συνεπώς μεγάλη ροπή στον άξονα περιστροφής, ξεκινούν μόνες τους, όταν αρχίζει να φυσάει ο άνεμος.

Αντίθετα, οι μηχανές μικρής στιβαρότητας, είναι μηχανές πολύστροφες, αποδίδοντας την μέγιστη ισχύ τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου ( $\lambda$ ), διαθέτουν σχετικά μεγάλο βαθμό απόδοσης, είναι πλέον ευπαθείς από τις μηχανές μεγάλης στιβαρότητας και χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρές δυνάμεις στα πτερύγια και περιορισμένη ροπή στο  $\nu$  άξονά τους. Οι μηχανές αυτές σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτούν εξωτερική βοήθεια για να ξεκινήσουν, είναι κατάλληλες για ηλεκτροπαραγωγή και θεωρούνται προϊόντα αρκετά υψηλής τεχνολογίας, ιδιαίτερα οι μεγαλύτερες από αυτές.

Τέλος, έχουμε μηχανές οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα, μηχανές πολυπτερυγες και ολιγοπτερυγες, μηχανές μεγάλης και μικρής ταχύτητας περιστροφής, μηχανές μεγάλης και μικρής ισχύος καθώς και μηχανές μεγάλης και μικρής στιβαρότητας.



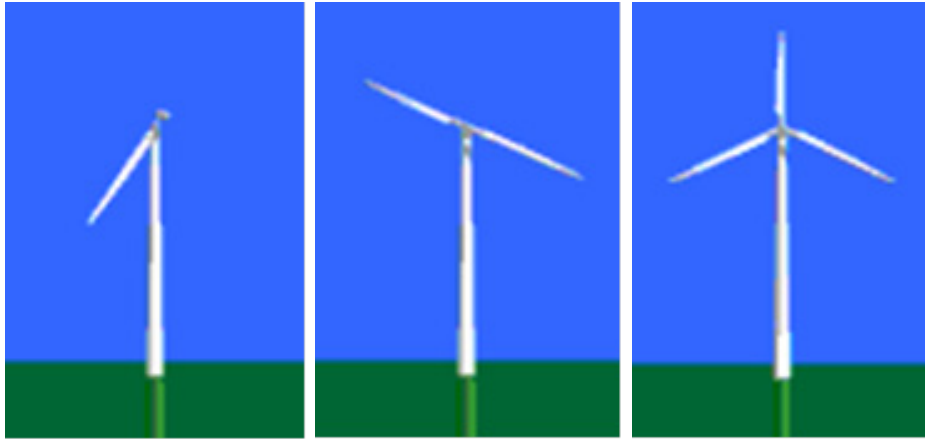
Σχήμα 6.2 – Μηχανές μεγάλης στιβαρότητας.



Σχήμα 6.3 – Μηχανές μικρής στιβαρότητας.

## 6.2 Μηχανές Οριζοντίου άξονα

Σήμερα, το 90% του συνόλου των εγκατεστημένων παγκοσμίως μηχανών αποτελούν οι μηχανές οριζοντίου άξονα τύπου έλικας. Οι μηχανές αυτές εμφανίζουν σημαντικές περιφερειακές ταχύτητες, ενώ τα πτερύγια τους, που είναι συνήθως ένα έως τρία, βασίζονται στην τεχνολογία των αεροπορικών ελίκων αλλά και σε αυτή της έλικας των ελικοπτερών. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσης τους, αλλά και η βέλτιστη λειτουργία τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου περιστροφής ( $\lambda$ ), με αποτέλεσμα την αρκετά μεγάλη σχετικά ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο. Οι δρομείς που κατασκευάζονται για τις σημερινές μηχανές έχουν αρκετά σχετικά λεπτά πτερύγια.



Σχήμα 6.4 – Μονόπτερη, δίπτερη και τρίπτερη ανεμογεννήτρια.

Στην αγορά υπάρχουν οι τρίπτερες, οι δίπτερες και οι μονόπτερες. Ο λόγος που έχουν επικρατήσει οι τρίπτερες είναι γιατί σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους μπορεί να ναι πιο ακριβή σε κόστος (παραπάνω πτερύγια) αλλά δεν χρειάζονται τόσο μεγάλη ταχύτητα ανέμου για να παράγουν το ίδιο ποσό ενέργειας.

Στις μηχανές αυτές γίνεται ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής και για λόγους προστασίας της σε περιπτώσεις πολλών ισχυρών ανέμων, είτε με τη χρήση ειδικών αεροδυναμικών βοηθημάτων (flap) στην άκρη των πτερυγίων είτε με τη στροφή της πτερωτής υπό γωνία σε σχέση με την διεύθυνση του ανέμου. Η αιολική ισχύς από την πτερωτή μεταφέρεται είτε μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης (οδοντωτοί τροχοί) στη βάση του πύργου στήριξης, είτε από τον άξονα της πτερώγωσης στην ηλεκτρική γεννήτρια, που βρίσκεται συνήθως και αυτή επάνω στον πύργο στήριξης.

Οι μηχανές οριζοντίου άξονα συνεχίζουν να αναπτύσσονται και σήμερα, ενώ έχουν κατασκευασθεί ή κατασκευάζονται μονάδες με ισχύ, που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες W έως και αρκετά MW.

Ολοκληρώνοντας, ονομαστικά τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η βιομηχανία κατασκευής ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα και κυρίως οι μηχανές τύπου έλικας είναι:

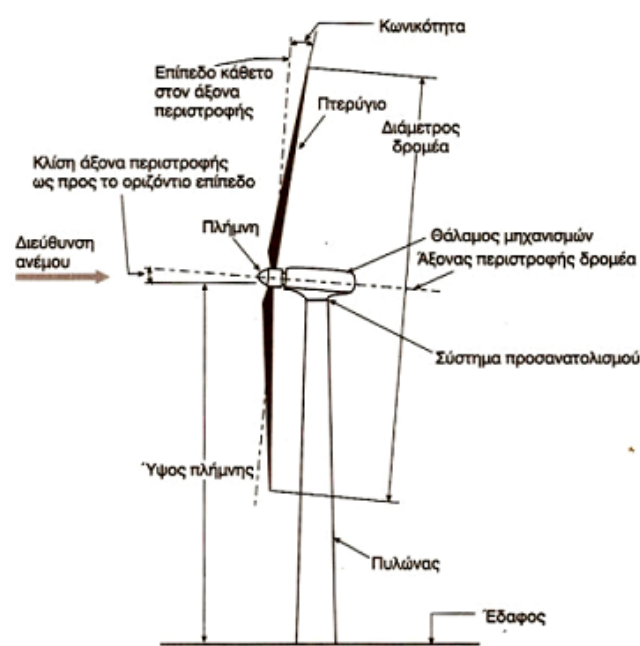
- Ο βέλτιστος σχεδιασμός του δρομέα, με σκοπό την βελτίωση των χαρακτηριστικών λειτουργίας της μηχανής.
- Η συμπεριφορά του δρομέα σε ειδικές καταστάσεις, όπως η εκκίνηση, η επιτάχυνση, η επιβράδυνση, καθώς και άλλα δυναμικά φαινόμενα.
- Η ρύθμιση του βήματος των πτερυγίων και οι αντίστοιχοι αυτοματισμοί, που σχετίζονται με την έναρξη και την παύση λειτουργίας του ανεμοκινητήρα.
- Ο προσανεμισμός του άξονα του δρομέα προς την κατεύθυνση του ανέμου.

- Τα προβλήματα αντοχής των υλικών που αφορούν την κατασκευή και την έδραση των πτερυγίων.
- Ο καθορισμός του ύψους του δρομέα επάνω από το έδαφος.
- Η κατασκευή του πύργου στήριξης και θεμελίωσή του.
- Η μελέτη του πεδίου ροής πίσω από την πτερωτή.

### 6.3 Περιγραφή Μηχανής Οριζοντίου Άξονα

Τα βασικά μέρη μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα, δίνοντας έμφαση στην περιγραφή μιας όσο το δυνατόν πιο διαδεδομένης και αντιπροσωπευτικής μηχανής είναι:

- 7) Ο πύργος στήριξης
- 8) Ο θάλαμος
- 9) Η πτερωτή
- 10) Η πλήμνη
- 11) Ο άξονας περιστροφής
- 12) Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης
- 13) Το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας
- 14) Η ηλεκτρική γεννήτρια
- 15) Το σύστημα προσανατολισμού προσανεμισμού της μηχανής
- 16) Αυτόματοι διακόπτες και ηλεκτρικές συσκευές



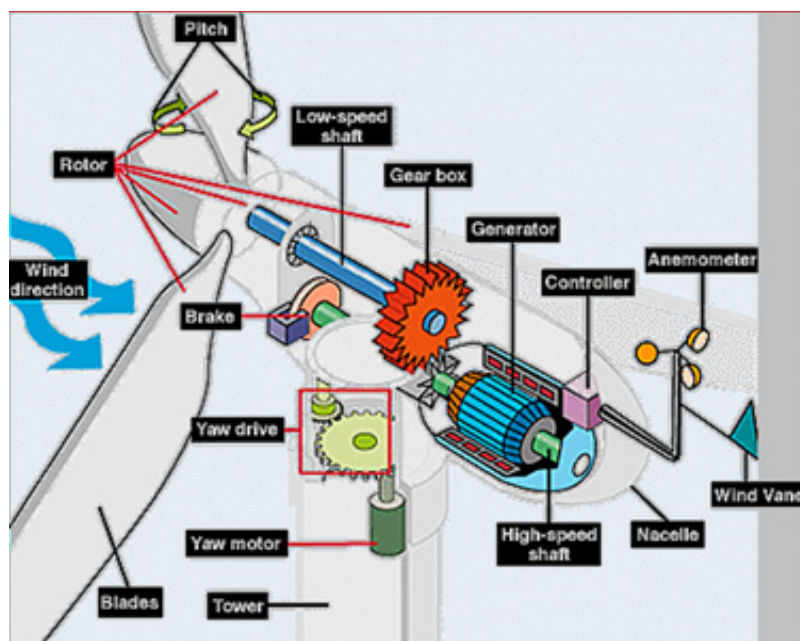
Σχήμα 6.5 – Τα βασικά μέρη μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.

### 6.3.1 Ο πύργος στήριξης

Η πυλώνας, όπως εμφανίζεται στο παραπάνω σκαρίφημα, αποτελείται συνήθως είτε από ένα μεταλλικό δικτύωμα είτε από μια στήλη από μπετό ν ή μεταλλικό σωλήνα για μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες. Στην τελευταία περίπτωση υπάρχει ειδική μέριμνα για εσωτερική σκάλα, ενώ για ανεμογεννήτριες μεγάλων διαστάσεων υπάρχει πρόσθετη μέριμνα για εγκατάσταση ανελκυστήρα. Το ελάχιστο ύψος του πύργου στήριξης είναι συνήθως ίσο με την διάμετρο της περωτής, ενώ κατά την εκλογή του πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο το αυξημένο κόστος κατασκευής και θεμελίωσης για μεγάλα ύψη όσο και η δυνατότητα αξιοποίησης υψηλότερων ταχυτήτων του ανέμου με την αύξηση του ύψους τοποθέτησης της περωτής. Κατασκευάζεται από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους.

### 6.3.2 Ο θάλαμος μηχανισμών

Ο θάλαμος που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονας, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων και ηλεκτρογεννήτρια). Για την προστασία των τμημάτων της ανεμογεννήτριας από τις καιρικές συνθήκες χρησιμοποιείται ειδικό κέλυφος από συνθετικό υλικό, π.χ. ειδικά κράματα χάλυβα ή αλουμινίου ή ενισχυμένο πλαστικό, που στην περιοχή πλήμνης πρέπει να έχει και αεροδυναμική μορφή. Επιπλέον, το κέλυφος της ανεμογεννήτριας πρέπει να έχει αντιδιαβρωτική προστασία.



Σχήμα 6.6 – Ο θάλαμος μηχανισμών.

### 6.3.3 Η πτερωτή

Η πτερωτή του ανεμοκινητήρα αποτελείται από πτερύγια, των οποίων το σχήμα έχει προέλθει από αντίστοιχα πτερύγια αεροπορικών κινητήρων (π.χ. αεροτομές τύπου N.A.C.A.) και είναι κατασκευασμένα συνήθως από ελαφρά κράματα μετάλλων, ενισχυμένο πολυεστέρα, αλλά και από ξύλο σε συνδυασμό με ειδικές ρητίνες. Μια τυπική μέθοδος κατασκευής αποτελείται πτερυγίων βασίζεται στην συνδυασμένη χρήση χάλυβα και πλαστικού, όπου το κεντρικό χαλύβδινο τμήμα απορροφά τα καμπτικά και στρεπτικά φορτία, ενώ χρησιμοποιούνται πλαστικά κελύφη τα οποία προσδίδουν την επιθυμητή αεροδυναμική μορφή στα πτερύγια. Η πτερωτή τοποθετείται είτε στα ανάντη είτε στα κατάντη του πύργου στήριξης και τα πτερύγια καλύπτουν ένα μικρό ποσοστό (2-10%) του εμβαδού της περιφέρειας που διαγράφουν. Όταν ο δρομέας λειτουργεί στα κατάντη του πύργου στήριξης, έχουμε μεν αυξημένο επίπεδο αεροδυναμικού θορύβου, αλλά και αυτόματο προσανατολισμό της πτερωτής στην διεύθυνση του ανέμου. Στην ανάντη λειτουργία της πτερωτής εκλείπουν τα παραπάνω φαινόμενα, με αποτέλεσμα η διάταξη αυτή να προτιμάται σήμερα.

Για λόγους ασφαλείας της ανεμογεννήτριας τα πτερύγια είναι συνήθως εφοδιασμένα με συστήματα αεροδυναμικής πέδησης (αερόφρενα), τα οποία διακόπτουν τη λειτουργία της μηχανής σε έκτατες περιπτώσεις. Σε ειδικές κατασκευές, εκτός από την παρουσία των αερόφρενων (π.χ. επίπεδες πλάκες κάθετες στην επιφάνεια του πτερυγίου), χρησιμοποιούνται και μικρά αλεξίπτωτα, που απελευθερώνονται φυγοκεντρικά μετά από κάποιο όριο στροφών και επιβραδύνουν την ανεμογεννήτρια.

Για την βελτίωση της συνολικής συμπεριφοράς μιας πτερωτής ανεμογεννήτριας χρησιμοποιούνται πτερωτές μεταβλητού βήματος σε αντιδιαστολή με τις απλούστερες περιπτώσεις πτερωτών σταθερού βήματος. Η μεταβολή του βήματος συνιστάται στην περιστροφή του πτερυγίου γύρω από το διαμήκη άξονά του, με αποτέλεσμα τη μεταβολή της γωνίας προσβολής του από το  $v$  άνεμο. Με το  $v$  τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διατήρηση σταθερής ταχύτητας περιστροφής της ανεμογεννήτριας, η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος της παραγόμενης ισχύς, ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια κ.ά.

### 6.3.4 Η πλήμνη

Αποτελεί το δεύτερο συστατικό της πτερωτής (δρομέα) και περιλαμβάνει εκείνο το μέρος της ανεμογεννήτριας πάνω στο οποίο προσαρμόζονται τα πτερύγια. Η τελική της

μορφή εξαρτάται τόσο από το είδος της περωτής όσο και από τους επιθυμητούς βαθμούς ελευθερίας στη θέση σύνδεσης πτερυγίων και άξονα.

### 6.3.5 Ο άξονας περιστροφής

Κατασκευάζεται από ειδικό ενισχυμένο χάλυβα, ώστε να δύναται να μεταφέρει ισχυρές μη μόνιμες στρεπτικές και καμπτικές ροπές, ενώ η έδραση του γίνεται συνήθως σε δύο ένσφαιρα έδρανα ικανά να περιλαμβάνουν τόσο το βάρος του άξονα όσο και τα εξασκούμενα φορτία.

Η δυνατότητα περιστροφής του άξονα σε διεύθυνση παράλληλη προς αυτή του ανέμου εξασφαλίζεται με τη χρήση καθοδηγητικών πτερυγίων και ειδικών αυτοματισμών. Η πλέον σύγχρονη μέθοδος προσανατολισμού στηρίζεται στη χρήση ειδικού αισθητηρίου και σερβομηχανισμού, που περιστρέφει την άτρακτο της μηχανής με την βοήθεια οδόντωσης περιστροφής.

### 6.3.6 Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης

Είναι ένα από τα σπουδαιότερα μέρη της ανεμογεννήτριας. Περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο μετασχηματισμού της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής της περωτής (συνήθως από 20 έως 1100 rpm ) σε υψηλότερες ταχύτητες περιστροφής (άνω των 1000 rpm), στις οποίες λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες. Ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός διβάθμιου συστήματος μετάδοσης είναι περίπου 96%, ενώ για λόγους ασφαλείας η μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια της ονομαστικής ισχύος της ανεμογεννήτριας.

Το σύστημα κίνησης περιλαμβάνει επίσης υδραυλικό ή μηχανικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης στρεπτικών ταλαντώσεων. Το μηχανικό φρένο της ανεμογεννήτριας τοποθετείται είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας περιστροφής, οπότε απαιτείται μικρή σχετικά δύναμη ροπής πέδησης, αλλά δεν προστατεύεται η περωτή από απώλεια φορτίου ή θραύση του συστήματος μετάδοσης κίνησης, είτε στον άξονα χαμηλής ταχύτητας περιστροφής. Στην τελευταία περίπτωση λόγω της μεγάλης ροπής πέδησης απαιτείται φρένο αυξημένων διαστάσεων, βάρους και κόστους. Στην περίπτωση όμως αυτή προστατεύεται καλύτερα η περωτή και το κιβώτιο μετάδοσης, γι' αυτό και αποτελεί την βέλτιστη τεχνικά λύση. Τέλος, για λόγους πρόσθετης ασφάλειας απαιτείται η αυτόματη ενεργοποίηση του φρένου με τη βοήθεια ελατηρίου στην περίπτωση πτώσης της υδραυλικής πίεσης ή της ηλεκτρικής τάσης για την περίπτωση ηλεκτρομαγνητικού συστήματος πέδησης.

### 6.3.7 Το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας ή διαφορετικά ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας.

Αποτελούνται από ένα η περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.

#### 6.3.7.1 Αυτόματη έναρξη λειτουργίας

Αν σε διάστημα 3 λεπτών μετρηθεί ταχύτητα κατάλληλη για την λειτουργία της ανεμογεννήτριας και ο αισθητήρας του συστήματος ελέγχου δεν δείξει κάποιο σφάλμα, τότε αρχίζει η αυτόματη διαδικασία έναρξης λειτουργίας.

#### 6.3.7.2 Αυτόματη θέση ρυθμίσεως και ελέγχου

Μετά από μια επιτυχή έναρξη λειτουργίας η ανεμογεννήτρια μπαίνει στην αυτόματη θέση ρύθμισης και ελέγχου. Οι αισθητήρες των εξαρτημάτων συνεχίζουν να ελέγχουν τις παραμέτρους που αφορούν:

- 1) Μετρήσεις για ασφαλή λειτουργία
- 2) Μετρήσεις για παύση λειτουργίας
- 3) Καταστάσεις κινδύνου

Αν η ανεμογεννήτρια σταματήσει είτε χειροκίνητα είτε από το σύστημα ελέγχου, η γωνία των πτερυγίων ρυθμίζεται στις  $90^0$  και η μηχανή χαμηλώνει τις στροφές, μέχρι να έρθει περίπου σε θέση αναμονής. Όταν πραγματοποιείται παύση λειτουργίας, το φρένο δεν λειτουργεί και το σύστημα προσανεμισμού της ατράκτου παραμένει σε λειτουργία. Σταμάτημα της ανεμογεννήτριας μπορεί να προκληθεί από:

- Χειροκίνητο σταμάτημα
- Έλλειψη ανέμου
- Η ταχύτητα ανέμου βρίσκεται στο μέγιστο όριο λειτουργίας
- Συστροφή καλωδίων
- Σφάλμα σε μονάδες τροφοδοσίας
- Σήμα υψηλής θερμοκρασίας
- Σφάλμα (βλάβη) σε εξαρτήματα



#### 6.3.7.2.1 Συστροφή καλωδίων

Τα καλώδια ελέγχου και τροφοδοσίας είναι αναρτημένα ελεύθερα στον μέσα στον πύργο και περιστρέφονται αλλά μέχρι ένα βαθμό. Ο αριθμός περιστροφής όπως και η διεύθυνση ελέγχονται από ένα ηλεκτρομηχανικό διακόπτη. Αν πραγματοποιηθούν τέσσερις στροφές προς την ίδια κατεύθυνση η ανεμογεννήτρια σταματάει την λειτουργία της και ξετυλίγει τα καλώδια περιστρέφοντας την άτρακτο αντίθετα.

#### 6.3.7.2.2 Πέδη συγκρατήσεως (φρένο)

Ο ρότορας μπορεί να σταματήσει με την βοήθεια του φρένου που ενεργοποιείται από τον διακόπτη κινδύνου σε συνδυασμό με τη διαδικασία emergency stop (παύση λειτουργία κινδύνου), π.χ. ταχεία ρύθμιση του βήματος περυγίου. Κάποιο σφάλμα στο φρένο δεν επηρεάζει την λειτουργία του συστήματος ασφαλείας. Σε περίπτωση σφάλματος του δικτύου, ενεργοποιείται η διαδικασία παύσης κινδύνου με την βοήθεια της ταχείας ρύθμισης του βήματος των φτερών. Το φρένο δεν ενεργοποιείται και ο ρότορας περιστρέφεται ελεύθερα. Αν οι στροφές του ρότορα ξεπεράσουν τις ονομαστικές στροφές κατά 30% (διαφέρει για κάθε κατασκευαστή από 27 μέχρι 33) ένας ηλεκτρικός διακόπτης υπερτάχυνση ενεργοποιεί το κύκλωμα του emergency stop και το μηχανικό φρένο ενεργοποιείται ταυτόχρονα με την ταχεία ρύθμιση του βήματος των φτερών.

#### 6.3.7.2.3 Μείωση – Απόρριψη ισχύς

Η μείωση ή η απόρριψη παραγωγής από την γεννήτρια, υλοποιείται με την ρύθμιση της γωνίας προσβολής των περυγίων, μέσω του συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρυθμίσεως.

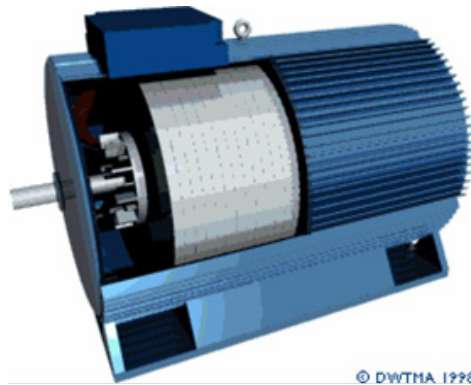
#### 6.3.7.2.4 Ανιχνευτής ταλάντωσης

Ο ανιχνευτής ταλάντωσης αναγνωρίζει μεγάλες ταλαντώσεις της ατράκτου και ενεργοποιεί τη διαδικασία άμεσης παύσης λειτουργίας με γρήγορη ρύθμιση της γωνίας των περυγίων.

### 6.3.8 Η ηλεκτρική γεννήτρια

Συνδέεται μέσω εύκαμπτων καλωδίων με τη βάση του πύργου της Α/Γ όπου βρίσκεται ο πίνακας διακοπών και ασφαλειών. Από τον πίνακα αυτό εν συνεχεία αναχωρούν καλώδια προς την κατανάλωση. Στην περίπτωση σύνδεσης της Α/Γ σε υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο,

μεταξύ της Α/Γ και του δικτύου παρεμβάλλεται μετασχηματιστής ανύψωσης της τάσης. Στα νησιά του Αιγαίου η σύνδεση των Α/Γ γίνεται με γραμμές Μέσης Τάσης δηλ. 15 - 20 KV.



Σχήμα 6.7 – Ηλεκτρική γεννήτρια

### 6.3.8.1 Τύποι γεννητριών

#### 6.3.8.1.1 Ασύγχρονη γεννήτρια

Αυτή παρέχει την περισσότερο οικονομική λύση, έχει απλή κατασκευή (απουσία ψηκτρών στον δρομέα), εύκολη σύνδεση με το δίκτυο και απουσία ταλαντώσεων συχνότητας αποτελούν σοβαρά πλεονεκτήματα. Διεγείρεται παίρνοντας ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο στο οποίο παραλληλίζεται. Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα όταν η εγκατεστημένη ισχύς είναι μικρότερη από την ισχύ του δικτύου. Εμφανίζονται όμως προβλήματα όταν η εγκατεστημένη ισχύς είναι συγκρίσιμη με την ισχύ του δικτύου.

Όταν η Α/Γ είναι συνδεδεμένη σε ηλεκτρικό δίκτυο τότε η άεργος ισχύς προσφέρεται από το δίκτυο. Συνήθως εγκαθίστανται επιπλέον στο  $n$  πίνακα της Α/Γ πυκνωτές για την κάλυψη μέρους της άεργου ισχύος συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση του λεγόμενου συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης.

Αν η Α/Γ λειτουργεί αυτόνομα (μη συνδεδεμένη σε ηλεκτρικό δίκτυο) αλλά τροφοδοτεί μια χρονικά μεταβαλλόμενη κατανάλωση, η λειτουργία της γεννήτριας είναι προβληματική λόγω της δυσκολίας της ρύθμισης της άεργου ισχύος μέσω συστήματος πυκνωτών. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται σύγχρονες ή συνεχούς ρεύματος γεννήτριες.

#### 6.3.8.1.2 Σύγχρονη γεννήτρια

Έχει το πλεονέκτημα της αυτοδιέγερσης γεγονός που επιτρέπει την χρησιμοποίηση της όταν η εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου ίση με την ισχύ του δικτύου. Εκτός από την μηχανική ρύθμιση ισχύος στην περύγωση η οποία είναι απαραίτητη ανεξάρτητα από το είδος της γεννήτριας η σύγχρονη γεννήτρια απαιτεί και ηλεκτρική ρύθμιση ισχύος γιατί όταν

για μια συγκεκριμένη φόρτιση (χωρική, επαγωγική, ωμική) τα kVA του φορτίου είναι συνάρτηση του ρεύματος διέγερσης όταν η τάση στα άκρα της είναι σταθερή.

Το βασικό όμως πρόβλημα της σύγχρονης γεννήτριας είναι ότι για να διατηρούνται οι στροφές σταθερές απαιτούνται συστήματα αυτομάτου ελέγχου τα οποία και πολύπλοκα είναι και δαπανηρά.

#### 6.3.8.1.3 Σύγχρονη γεννήτρια με μαγνητικούς πόλους

Χρησιμοποιούνται κυρίως για αυτόνομες οικιακές εφαρμογές απαιτούν συσσωρευτή "εκκίνησης" για την διέγερσή του και οι απώλειες του τυλίγματος δεν υπερβαίνουν για μικρές γεννήτριες το 5 έως 10% της ονομαστικής λειτουργίας τους.

Βέβαια μετά από μεγάλη διακύμανση του ανέμου οι στροφές αυξομειώνονται με συνέπεια οι μέσες απώλειες του τυλίγματος διέγερσης να φθάνουν το 20 έως 30% εκτός και αν παρέχεται ρεύμα στη διέγερση πάνω από μια ταχύτητα ανέμου.

Με την εύρεση νέων μαγνητικών υλικών (Hera, Ferrite Magnadur) δίνουν τη δυνατότητα στις μηχανές αυτές να λειτουργούν σε συνθήκες κόρου του σιδηρομαγνητικού υλικού. Επίσης έχουν τη δυνατότητα να κατασκευαστούν με μεγάλο αριθμό πόλων και έτσι περιορίζεται σημαντικά η απαιτούμενη σχέση μετάδοσης 1:1 (π.χ. 2.5 Οστρ/λ.). Αυτό σημαίνει πλήρη απουσία του υκιωτίου πολ/σμου στροφών με την αντίστοιχη μείωση του κόστους. Στη δισκοειδή της μορφή καταλαμβάνει ένα μικρό εγκάρσιο μήκος και μπορεί να τοποθετηθεί σ' ένα οριζόντιο άξονα με τον δρομέα να αποτελούν ένα ενιαίο συμπαγές σύνολο.

#### 6.3.8.1.4 Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος

Οι μηχανές Σ.Ρ. είναι πολύ περισσότερο εύκολο να ελεγχθούν απ' ότι οι μηχανές Ε.Ρ. και συνεπώς από την πλευρά αυτή προσφέρονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο και κυρίως για μικρές αυτόνομες μονάδες. Στην περίπτωση αυτή ή τροφοδοτούν απ' ευθείας συσκευές συνεχούς ρεύματος ή φορτίζουν συσσωρευτές, που με τη βοήθεια Inverter μετατρέπεται το ρεύμα σε εναλλασσόμενο για την τροφοδότηση συνηθισμένων οικιακών συσκευών. Βέβαια παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα και κυρίως η ευπάθεια και συντήρηση του συστήματος ψηκτρών - συλλέκτη, αλλά το μικρό κόστος και η ευκαμψία τους τις έχει καθιερώσει σε αυτές τις εφαρμογές.

### 6.3.9 Το σύστημα προσανατολισμού προσανεμισμού της μηχανής

Το σύστημα προσανατολισμού προσανεμισμού της μηχανής, το οποίο αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου. Το σύστημα προσανατολισμού βρίσκεται τοποθετημένο μεταξύ της ατράκτου και του πύργου στερέωσης. Για τον προσανατολισμό της ανεμογεννήτριας χρησιμοποιείται ο κινητήρας προσανατολισμού, είναι ασύγχρονος τριφασικός και ισχύος 1 KW στρεφόμενος και κατά τις δυο φορές περιστροφής δια εναλλαγής των φάσεων. Σε νεότερες μηχανές οι κινητήρες αυτοί είναι υδραυλικοί με καλύτερη απόκριση και ακρίβεια, μα με υψηλότερο κόστος. Ο μηχανισμός ελέγχεται από τον ανεμοδείκτη του ανεμογράφου.

### 6.3.10 Αυτόματοι διακόπτες και ηλεκτρικές συσκευές

Στον ηλεκτρικό πίνακα της Α/Γ είναι τοποθετημένοι αυτόματοι διακόπτες για το άνοιγμα ή κλείσιμο των κυκλωμάτων κατόπιν εντολών που προέρχονται από το σύστημα ελέγχου της Α/Γ, ασφάλειες για την προστασία του ηλεκτρικού της κυκλώματος έναντι υπερέντασης βραχυκυκλώματος και το σύστημα ελέγχου της. Το σύστημα ελέγχου της Α/Γ σε νεότερη μορφή, μπορεί να αποτελείται από PLC ή μικρούς υπολογιστές (erptom). Επίσης βασικό είναι να γνωρίζουμε και τις ακόλουθες μονάδες:

#### 6.3.10.1 Ρυθμιστής τάσης

Με τον οποίο επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση σε συγκεκριμένα όρια της παραγόμενης τάσης.

#### 6.3.10.2 Συσσωρευτές

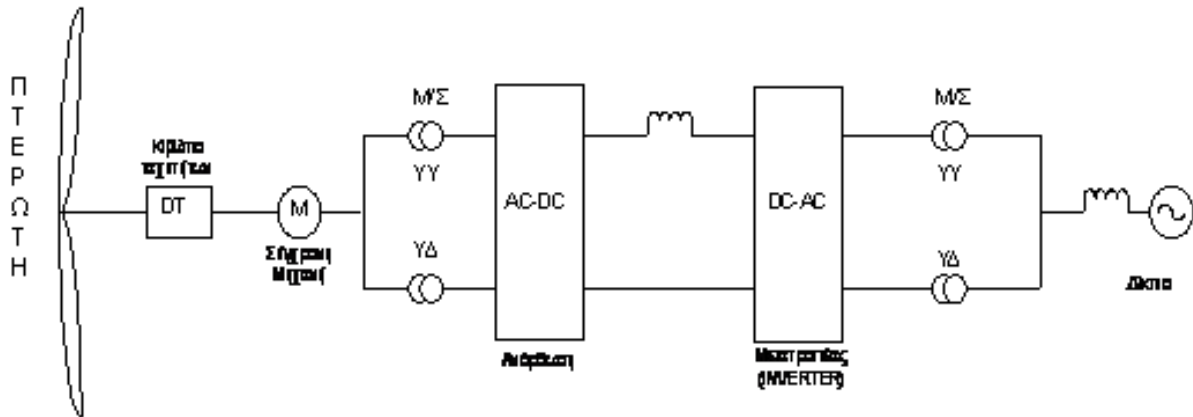
Για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην περίπτωση που οι γεννήτριες υποστηρίζουν αυτόνομα τα φορτία και δεν είναι παραλληλισμένες με το δίκτυο.

#### 6.3.10.3 Μετατροπέα DC-AC (Inverter)

Είναι ηλεκτρονική διάταξη, που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Η εναλλασσόμενη τάση κατόπιν οδηγείται σε Μ/Σ ανύψωσης τάσης, για να αποκτήσει εκείνη την τιμή, που θα της επιτρέψει να παραλληλιστεί με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Τέλος, η παραγόμενη από την Α/Γ ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με καλώδια (γραμμή μεταφοράς).

### 6.3.10.4 Μετατροπή AC-DC

Για Α/Γ που παράγουν εναλλασσόμενη τάση και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πρόκειται να αποταμιευθεί σε συσσωρευτές.



Σχήμα 6.8 – Η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική μέσω των Η/Μ διατάξεων.

Η ταχύτητα της πτερωτής μεταβάλλεται σύμφωνα με την ταχύτητα του αέρα, αυτό θα έχει σαν συνέπεια την μεταβολή της τάσης εξόδου της Α/Γ. Επομένως, κάποιο σύστημα πρέπει να εφαρμοσθεί το οποίο να έχει την δυνατότητα να κρατά την τάση εξόδου του συστήματος σταθερά κατά συχνότητα και κατά πλάτος. Η τάση εξόδου της Α/Γ ανορθώνεται και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ρυθμιζόμενη Α.Σ. Ο αντιστροφείας έχει την δυνατότητα μέσω αναδράσεων να κρατά την τάση εξόδου του συστήματος σταθερά όταν υπάρχουν διάφορες διακυμάνσεις ταχύτητας της πτερωτής της ανεμογεννήτριας.

## 6.4 Τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη των αιολικών μηχανών

Η παράγοντες οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη και χαρακτηρίζουν μια ανεμογεννήτρια είναι:

### 6.4.1 Η διάμετρος της πτερωτής

Η διάμετρος της πτερωτής ( $D$ ), η οποία καθορίζει το εμβαδόν το οποίο σαρώνει η πτερωτή και συνεπώς την ενεργό επιφάνειά του δια μέσου της οποίας επιχειρούμε να αξιοποιήσουμε την αιολική ενέργεια. Έχοντας κάποιες εκτιμήσεις για τη μέση ροή ενέργειας μιας περιοχής, καθώς και για το ποσοστό το οποίο μπορούμε να αξιοποιήσουμε σε ( $W/m^2$ ), είναι δυνατός ο κατά αρχής καθορισμός της διαμέτρου της πτερωτής, εφόσον είναι γνωστή η απαιτούμενη ισχύς.

#### 6.4.2 Το ύψος τοποθέτησης

Το ύψος τοποθέτησης ( $H$ ), για μηχανές οριζοντίου άξονα ή απλά το ύψος του δρομέα για μηχανές κατακόρυφου άξονα. Γνωρίζουμε ότι αυξανόμενου του ύψους αυξάνεται αφενός το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό, αφετέρου το βάρος και το κόστος της εγκατάστασης. Επιπλέον, υπάρχουν και περιορισμοί ελάχιστου ύψους, που βασίζονται στο γεγονός ότι τα πτερύγια δεν πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά στο έδαφος, για να αποφεύγονται φαινόμενα αλληλεπίδρασης εδάφους. Εν γένει, το ύψος ενός ανεμοκινητήρα καθορίζεται με βάση τη διάμετρο της πτερωτής και οι χρησιμοποιούμενες αριθμητικές τιμές είναι μεταξύ του ( $H/D = 1- 1,5$ ).

#### 6.4.3 Το πλήθος των πτερυγίων

Το πλήθος των πτερυγίων ( $z$ ), της πτερωτής, το οποίο συνδέεται και με την στιβαρότητα ( $\sigma$ ) της μηχανής. Ο καθορισμός του πλήθους των πτερυγίων μιας ανεμογεννήτριας πρέπει να βασισθεί στις παρατηρήσεις που έχουν γίνει.

#### 6.4.4 Το είδος των πτερυγίων

Το είδος των πτερυγίων της πτερωτής, όπως τον τύπο των πτερυγίων, το πάχος τους, τη συστροφή τους, τα υλικά κατασκευής.

#### 6.4.5 Η ονομαστική ταχύτητα περιστροφής

Η ονομαστική ταχύτητα περιστροφής ( $n$ ), της πτερωτής, η οποία καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η συχνότητα του ηλεκτρικού δικτύου σε περιπτώσεις διασυνδεδεμένων μηχανών και η αντοχή των πτερυγίων σε φυγοκεντρικές τάσεις.

#### 6.4.6 Το βήμα της πτερωτής

Το βήμα της πτερωτής ( $\beta = \beta(r)$ ), το οποίο ορίζεται από τη γωνιά ( $\beta$ ) η οποία σχηματίζεται από την χορδή της αεροτομής και από το επίπεδο περιστροφής της πτερωτής. Το βήμα της πτερωτής αποτελεί γεωμετρικό στοιχείο αυτής και συνήθως μεταβάλλεται από το πόδι έως το κεφάλι των πτερυγίων, δηλαδή  $\beta = \beta(r)$ . Το βήμα της έλικας μειώνεται συνήθως από το πόδι ως το κεφάλι της πτερώγωσης, ενώ ο τρόπος μεταβολής του βήματος κατά το ύψος του πτερυγίου αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεί επιτυχούς σχεδιασμού του δρομέα. Συνήθως ο ορισμός του βήματος μιας πτερωτής αναφέρεται κατά σύμβαση σε απόσταση  $2/3$  της ακτίνας της μηχανής από τον άξονά της ή στη θέση  $2/3$  του ύψους του πτερυγίου, με επικρατέστερη τη δεύτερη άποψη.

#### 6.4.7 Ο συντελεστής ισχύος

Ο συντελεστής ισχύος ( $C_p$ ) της ανεμογεννήτριας, αποτελεί στην ουσία τον αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης της πτερωτής. Ο συντελεστής αυτός περιγράφει το ποσοστό της ισχύος του ανέμου που εκμεταλλεύεται η πτερωτή της μηχανής.

Ακόμη και για μια ιδανική έλικα ο συντελεστής ισχύος δεν είναι δυνατόν να υπερβεί το όριο Betz, δηλαδή:

$$C_p \leq \frac{16}{27} = 0,593 \quad (6.3)$$

#### 6.4.8 Η ονομαστική ισχύς

Η ονομαστική ισχύς: ( $P_0$ ) της μηχανής, η οποία καθορίζει το μέγεθος μιας ανεμογεννήτριας και αποτελεί το μέτρο της στιγμιαίας ωφέλιμης παραγόμενης ενέργειας από την αξιοποίηση της αιολικής ισχύος σε μια επιφάνεια εμβαδού ( $A$ ), όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι ( $V$ ) και η πυκνότητα του αέρα είναι ( $\rho$ ). Στην περίπτωση αυτή ισχύει η σχέση (5.7).

#### 6.4.9 Ο βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης ( $\eta$ ), περιλαμβάνει τις απώλειες του μηχανικού συστήματος ( $\eta_M$ ) (απώλειες τριβής, απώλειες εδράσεων, πολλαπλασιαστής στροφών, κ.λ.π.) καθώς και τις απώλειες της ηλεκτρομηχανικής μετατροπής ( $\eta_E$ ). Ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται από τη σχέση (5.8).

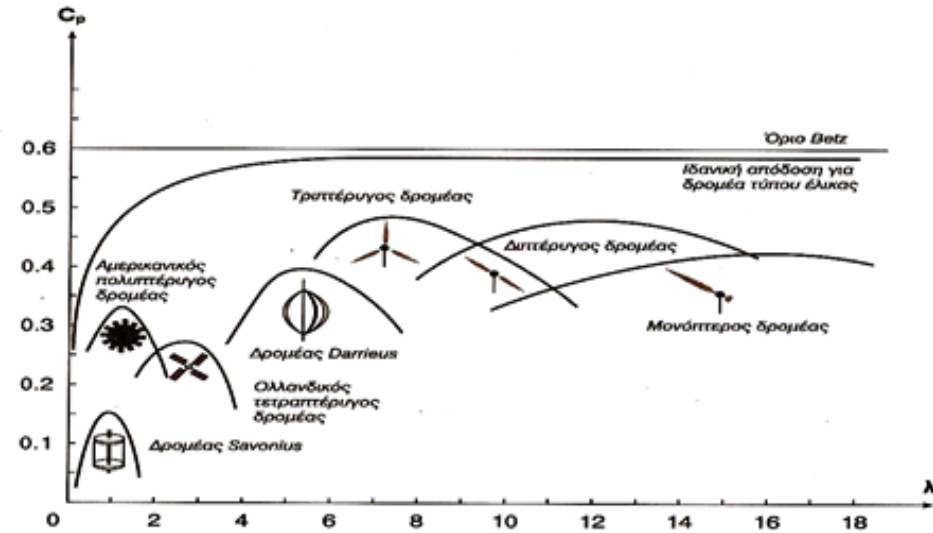
### 6.5 Σύγκριση Συμπεριφοράς Αιολικών μηχανών

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι αιολικές μηχανές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα και τις μηχανές κατακόρυφου άξονα. Οι οποίες αντίστοιχα, είναι οι μηχανές τύπου “έλικας” και οι μηχανές τύπου “Darrieus”.

Οι μηχανές οριζοντίου άξονα πλεονεκτούν σε συνολική απόδοση και θεωρούνται σαφώς και πιο εξελιγμένες από κάθε άλλου τύπου αιολικές μηχανές. Όμως, οι μηχανές κατακόρυφου άξονα είναι πιο απλές στην κατασκευή τους και πέραν των προβλημάτων που εμφανίζουν είναι αρκετά ανταγωνιστικές των μηχανών οριζοντίου άξονα, λαμβάνοντας υπόψιν και το κόστος της αρχικής εγκατάστασης.

Ολοκληρώνοντας την συγκριτική παρουσίαση των αιολικών μηχανών, θα σταθούμε λίγο στο σχήμα παραπάνω, όπου παρουσιάζονται τυπικές καμπύλες ( $C_p$ - $\lambda$ ) για τις πλέον

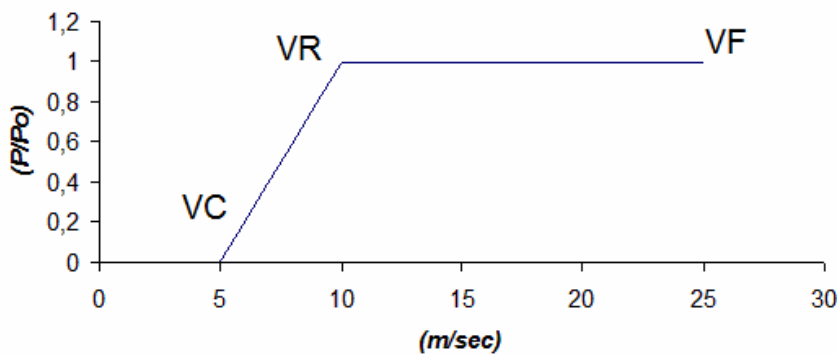
διαδεδομένες αιολικές μηχανές. Όπως παρατηρούμε, οι μηχανές οριζοντίου άξονα τύπου «έλικας» και οι μηχανές τύπου «Darrieus» έχουν το καλύτερο βαθμό απόδοσης, λειτουργώντας μάλιστα σε μεγάλες τιμές του  $\lambda$ . Αξιόλογο βαθμό απόδοσης παρουσιάζουν και οι πολυπτερυγες μηχανές, ενώ για τις μηχανές τύπου “Savonius” ο απόδοσης δεν υπερβαίνει το 0,15.



Σχήμα 6.9 – Καμπύλες αεροδυναμικής απόδοσης  $C_p$ - $\lambda$  πτερωτών  $A/G$ .

### 6.6 Χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας ανεμογεννήτριας

Η μορφή της καμπύλης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, στοιχείο απαραίτητο για το καθορισμό της παραγόμενης ενέργειας αλλά και για την εκτίμηση του χρόνου απόσβεσης μιας αιολικής εγκατάστασης.



Σχήμα 6.10 – Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας  $P=P(V)$ .

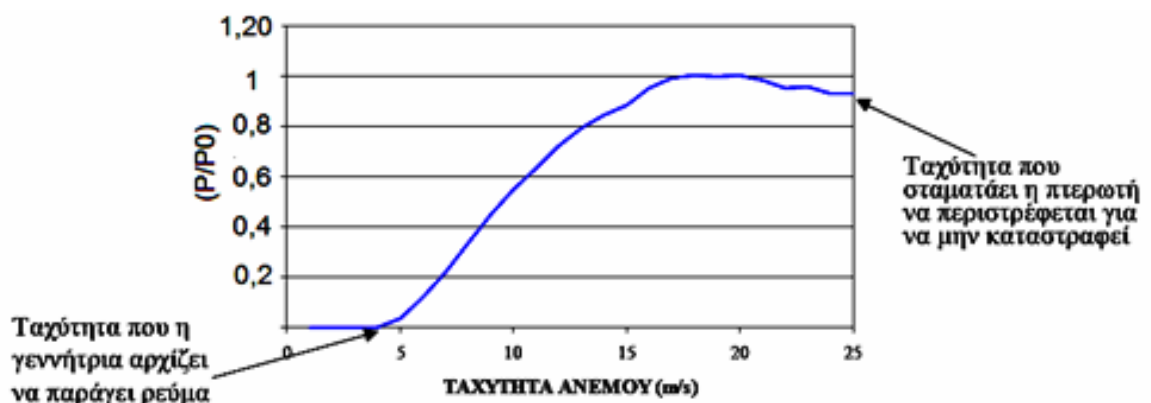
Στο σχήμα παρουσιάζεται μια απλοποιημένη αλλά αντιπροσωπευτική μορφή της καμπύλης παραγόμενης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας συναρτήσει της ταχύτητας του πνέοντος ανέμου.



Παρατηρούμε λοιπόν πως, ότι η παραγόμενη ισχύς της ανεμογεννήτριας είναι μηδενική, όταν η ταχύτητα του ανέμου  $v$  είναι μικρότερη από την ταχύτητα έναρξης λειτουργίας  $V_c$ , δεδομένου ότι η παραγόμενη ισχύς δεν αρκεί να καλύψει τις απώλειες κενού φορτίου. Συνεπώς, για ταχύτητες ανέμου μικρότερες της  $V_c$ , δεν έχουμε αξιοποίηση του διαθέσιμου Αιολικού δυναμικού. Οι συνήθεις τιμές της ταχύτητας έναρξης λειτουργίας κυμαίνονται μεταξύ των 3-6m/sec.

Όταν η ταχύτητα του ανέμου υπερβεί την ταχύτητα έναρξης λειτουργίας και μέχρι την ταχύτητα ονομαστικής ισχύος  $V_R$ , η ισχύς της ανεμογεννήτριας αυξάνεται, καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου. Ο ρυθμός αύξησης της ισχύος στη λεγόμενη μεταβατική περιοχή λειτουργίας της ανεμογεννήτριας ποικίλλει και, εκτός από τη γραμμική μορφή του σχήματος, έχουμε παραβολικούς ή και εκθετικούς ρυθμούς μεταβολής, ανάλογα με τον τύπο της συγκεκριμένης μηχανής. Οι τιμές της ταχύτητας ονομαστικής ισχύος βρίσκονται από 8-15m/sec.

Από την ταχύτητα ονομαστικής λειτουργίας και μέχρι την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας “ $V_F$ ” μιας ανεμογεννήτριας επιχειρείται η παραγόμενη ισχύς να είναι κατά το δυνατόν σταθερή και ίση με την ονομαστική τιμή της μηχανής, ανεξάρτητα από τη διαθέσιμη ισχύ του ανέμου. Η σταθεροποίηση της ισχύος ενός ανεμοκινητήρα αποκαλείται διαδικασία ρύθμισης ισχύος και γίνεται κύρια για να αποφευχθεί η υπερφόρτιση της εγκατάστασης. Η ρύθμιση ισχύος, κυρίως σε μηχανές οριζοντίου άξονα, γίνεται μηχανικά με τη χρήση αερόφρενων ή με τη μεταβολή της διεύθυνσης της πτερωτής σε σχέση με αυτήν του ανέμου, καθώς και με τη μεταβολή του βήματος των πτερυγίων (μηχανές ελέγχου βήματος) ή (και) με τη μεταβολή των στροφών της πτερωτής (μηχανές μεταβλητών στροφών).



Σχήμα 6.11 – Απόδοση A/Γ σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα από πάνω, η ρύθμιση της ισχύος δεν είναι πάντοτε ούτε επιθυμητή ούτε τελείως επιτυχής, ενώ και ο ρυθμός απόδοσης της ισχύος στη μεταβατική

περιοχή λειτουργίας συχνά είναι υπεργραμμικός. Οι τιμές της ταχύτητας διακοπής λειτουργίας μεταβάλλεται από τα 20m/sec για ελαφρές κατασκευές μέχρι τα 30m/sec για πλέον στιβαρές εγκαταστάσεις.

Για ταχύτητες ανέμου πάνω από την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας η παραγόμενη ισχύς είναι μηδενική, δεδομένου ότι οι λόγοι ασφαλείας της εγκατάστασης επιβάλλουν τη διακοπή λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.

Τέλος, η εγκατάσταση είναι ασφαλής, χωρίς βέβαια να παράγει ωφέλιμη ενέργεια, μέχρι τη λεγόμενη ταχύτητα επιβίωσης  $V_s$  της εγκατάστασης, η οποία κυμαίνεται μεταξύ των 50-80m/sec. Δηλαδή 9 ή και 10 Beauforts.

Η μαθηματική έκφραση των παραπάνω περιορισμών, που εκφράζει την καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας, μπορεί να γραφεί ως ακολούθως:

$$\begin{aligned} P &= 0 \rightarrow (V \leq V_c) \\ P &= P(V) \rightarrow (V_c \leq V \leq V_R) \\ P &= P_0 \rightarrow (V_R \leq V \leq V_F) \\ P &= 0 \rightarrow (V \geq V_F) \end{aligned} \tag{6.4}$$

Από τις παραπάνω εξισώσεις, τελικά μόνο μια μικρή περιοχή ταχυτήτων ανέμου είναι αξιοποιήσιμη.

## 6.7 Διείσδυση και Ποιότητα Αιολικής ισχύος

Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται από τις Ανεμογεννήτριες, παρουσιάζει συνήθως τα ακόλουθα προβλήματα ισχύος:

- Διαταραχές πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης
- Διακυμάνσεις τάσης
- Μεταβατικά φαινόμενα
- Αρμονικές
- Διακυμάνσεις βασικής συχνότητας

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα παραπάνω προβλήματα ισχύος προκαλούνται από τις ανεμογεννήτριες, η έντασή τους και οι πιθανές συνέπειες στην ομαλή λειτουργία ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

### 6.7.1 Διαταραχές πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης

Η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από αιολικά πάρκα μπορεί να επηρεάσει το πλάτος τάσης σταθερής κατάστασης. Η επίδραση αυτή εξαρτάται από το πόσο ισχυρό είναι το

ηλεκτρικό δίκτυο και τη συνολική παραγωγή αιολικής ισχύος. Σε ένα ασθενές δίκτυο, μεγάλη διείσδυση αιολικής ισχύς μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση του πλάτους της τάσης, έξω από τα επιτρεπτά όρια. Αυτομάτως τίθεται περιορισμός στη μέγιστη αιολική διείσδυση.

Η αιτία αλλαγής του πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης είναι η μακροχρόνια αλλαγή της μέσης ταχύτητας του ανέμου, σε κλίμακα χρόνου μερικών λεπτών. Το πλάτος τάσης ως συνάρτηση της παραγόμενης ενεργού και άεργου ισχύος, μπορεί να οριστεί προσεγγιστικά από τη σχέση:

$$V = R \times \frac{P}{V_n} - X \times \frac{Q}{V_n} + V_n \quad (6.5)$$

όπου:

- $V_n$  : Η ονομαστικό πλάτος τάσης δικτύου
- $V$  : Το πλάτος τάσης στο σημείο σύνδεσης του αιολικού πάρκου
- $P$  : Η παραγόμενη ενεργή ισχύς
- $Q$  : Η καταναλισκόμενη άεργη ισχύς,
- $R$  : Η αντίσταση δικτύου
- $X$  : Η άεργη αντίσταση δικτύου (επαγωγική ή χωρητική)

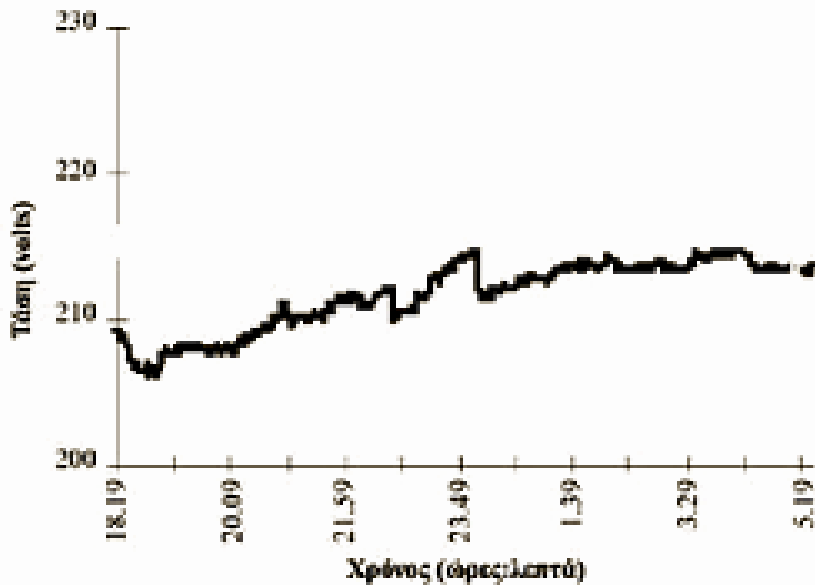
Η επίδραση στο πλάτος τάσης σταθερής κατάστασης ανεμογεννητριών με γεννήτριες επαγωγής απευθείας συνδεδεμένες στο δίκτυο (σταθερών στροφών) εξαρτάται, σε μικρό βαθμό, όπου τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας και, κυρίως, από το λόγο  $X/R$  του δικτύου. Δίκτυα με τιμή του λόγου αυτού από δύο έως τρία συνήθως δεν είναι επιρρεπή από τις ανεμογεννήτριες, όσον αφορά στη μεταβολή του πλάτους τάσης σταθερής κατάστασης. Το ύψος ισχύος με την προϋπόθεση ότι το σύστημα είναι εφοδιασμένο με τους κατάλληλους πυκνωτές για την κάλυψη των αναγκών σε άεργη ισχύ της επαγωγικής γεννήτριας των ανεμογεννητριών.

Ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν  $M/\Sigma$  με ηλεκτρονικά ισχύος παρέχουν αυτόματο έλεγχο άεργου ισχύος. Θεωρητικά μπορούν να ελέγξουν την παραγωγή τους βάσει οποιουδήποτε κριτηρίου, όπως για παράδειγμα, να διατηρήσουν το συντελεστή ισχύος κοντά στη μονάδα, ή να ελέγξουν το πλάτος τάσης στην έξοδο της ανεμογεννήτριας.

### 6.7.2 Διακυμάνσεις τάσης

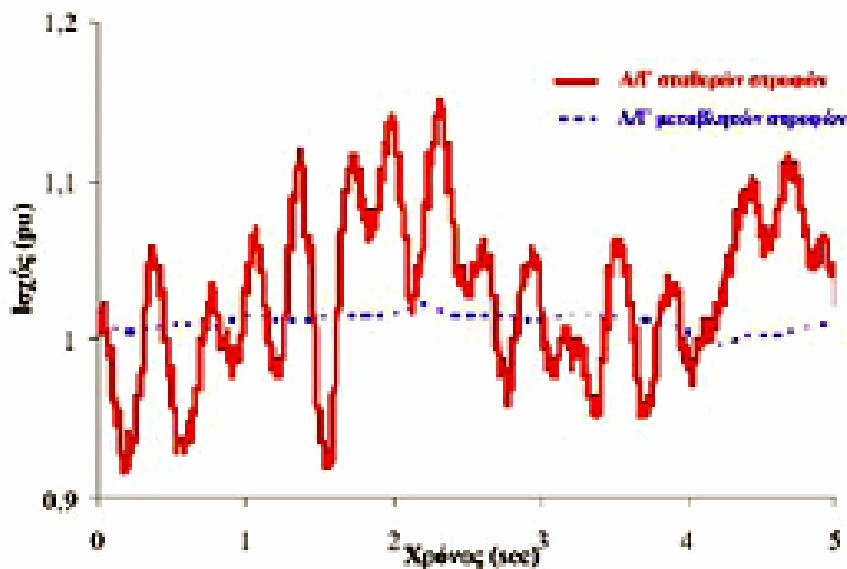
Μια ανεμογεννήτρια παράγει γενικά ισχύ που μεταβάλλεται, εξαρτώμενη από την ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή εγκατάστασης και λειτουργίας της. Αυτή η μεταβαλλόμενη ηλεκτρική ισχύς μπορεί να προκαλέσει διακυμάνσεις τάσης - συχνότητας

0,01-10 Hz. (σχήμα 6.12). Οι διακυμάνσεις της παραγόμενης ενεργού ισχύος είναι πιο ήπιες στις ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών. (σχήμα 6.13).



Σχήμα 6.12- Διακύμανση τάσης κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερών στροφών, ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.

Η επίδραση των διακυμάνσεων τάσης σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο μετράτε με βάση την ένταση του προκαλούμενου Flicker φωτισμού. Μετρήσεις έχουν δείξει ότι η εφαρμογή αυστηρών περιορισμών σχετικά με το προκαλούμενο Flicker, μπορεί να αποτελέσει αιτία για περιορισμό της διείσδυσης αιολικής ισχύος, όταν χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών

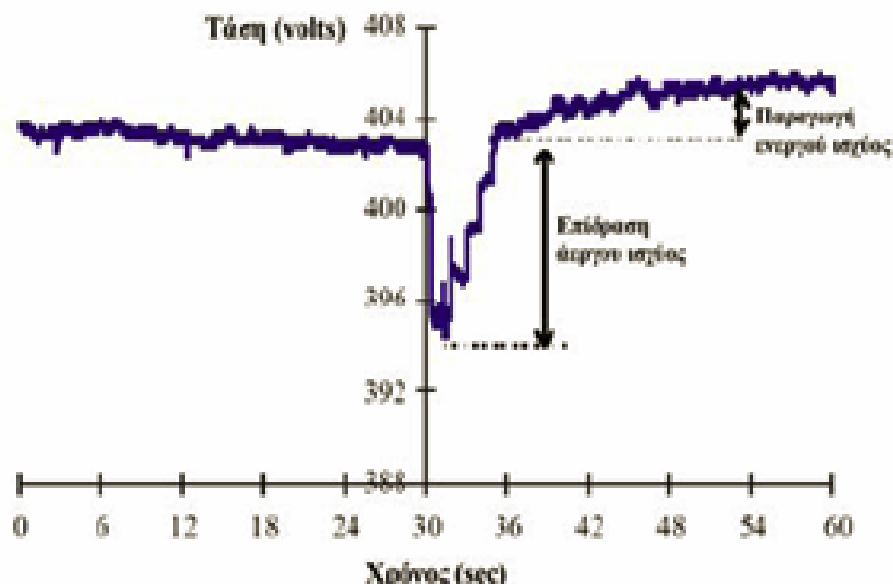


Σχήμα 6.13- Διακύμανση ενεργούς ισχύος κατά την κανονική λειτουργία ανεμογεννητριών σταθερού ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων και μεταβλητών στροφών.

Η χρήση μετασχηματιστών με ηλεκτρονικά ισχύος στις ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών παρέχει δυνατότητα μείωσης των διακυμάνσεων τάσης. Στις περιπτώσεις αυτές, ακόμα και αυστηροί περιορισμοί στις εκπομπές Flicker δεν είναι δυνατό να αποτελέσουν αιτία απόρριψης αιολικής ισχύος. Πάντως, οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών, μπορούν να παράγουν στη χειρίστη των περιπτώσεων Flicker έντασης περίπου 50% μεγαλύτερης από τις αντίστοιχες μηχανές μεταβλητών στροφών. Ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, το προκαλούμενο Flicker δεν είναι ορατό και δεν αποτελεί λόγο απόρριψης αιολικής ισχύος.

### 6.7.3 Μεταβατικά φαινόμενα

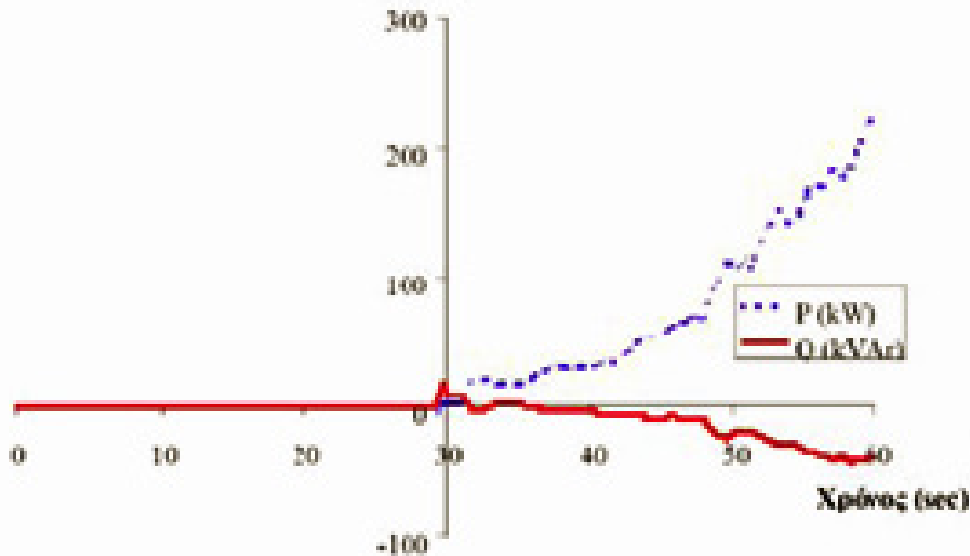
Δύο είδη μεταβατικών φαινομένων προκαλούνται από τη λειτουργία ανεμογεννητριών σε ασθενή δίκτυα. Το πρώτο αναφέρεται στην προκαλούμενη πτώση τάσης, κατά την εκκίνηση μιας ανεμογεννήτριας (σχήμα 6.14). Η πτώση τάσης οφείλεται στα ρεύματα υψηλής εντάσεως που καταναλώνει η γεννήτρια κατά την εκκίνησή της. Το δεύτερο αναφέρεται στις διαδικασίες ηλέκτρισης – αποφόρτισης πυκνωτών. Η ηλέκτριση ή η αποφόρτιση πυκνωτών συνοδεύονται από ρεύματα υψηλών συχνοτήτων, τα οποία προκαλούν μεταβατικό φαινόμενο τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο.



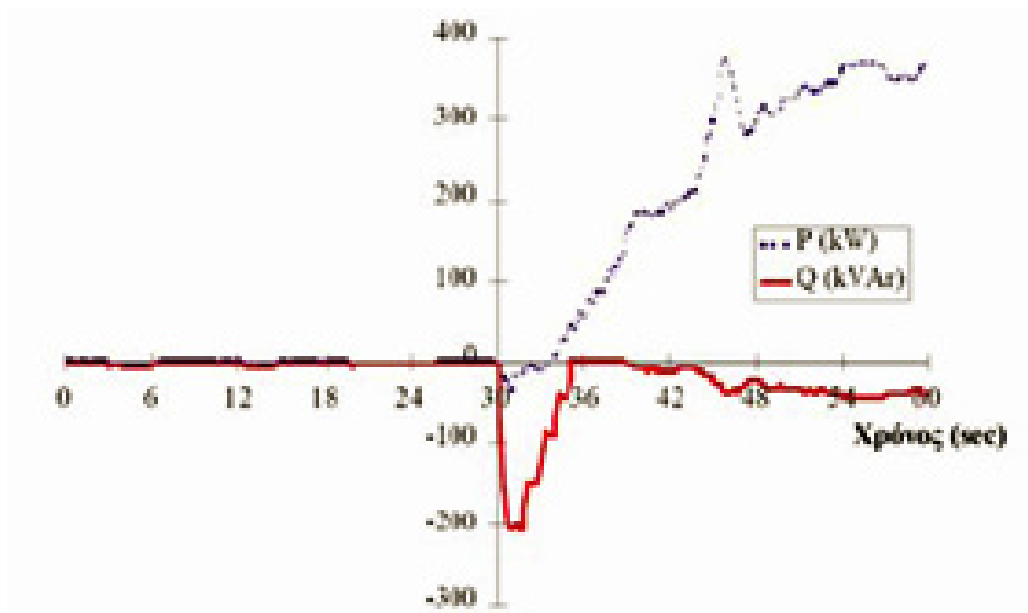
Σχήμα 6.14 – Διακύμανση τάσης κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, σταθερών στροφών και ελεγχόμενου βήματος πτερυγίων.

Η λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας μεταβλητών στροφών δεν προβλέπεται να προκαλέσει σημαντικά μεταβατικά φαινόμενα στο δίκτυο. Το σχήμα 6.15 παρουσιάζει τη

μεταβολή της ενεργού και άεργου ισχύος ανεμογεννήτριας μεταβλητών στροφών κατά την εκκίνησή της, με άνεμο ταχύτητας ίσης με την ονομαστική. Στο σχήμα 1.2γ παρουσιάζεται το αντίστοιχο διάγραμμα κατά την σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο ανεμογεννήτριας σταθερών στροφών και ελεγχόμενου βήματος περυγίων, με άνεμο ονομαστικής ταχύτητας. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό, υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις της ενεργού και, ιδιαίτερα της άεργου ισχύος της ανεμογεννήτριας, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές τάσης σε ένα ασθενές δίκτυο.



Σχήμα 6.15 – Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, μεταβλητών στροφών.



Σχήμα 6.16 – Διακύμανση ενεργού και άεργου ισχύος κατά την εκκίνηση Α/Γ ονομαστικής ισχύος 600KW, σταθερών στροφών και ελεγχόμενου βήματος περυγίων.

Η πρόκληση μεταβατικών φαινομένων από ανεμογεννήτριες δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως σημαντικό πρόβλημα ισχύος, παρά μόνο αν ευαίσθητος ηλεκτρικός εξοπλισμός είναι συνδεδεμένος στο ίδιο δίκτυο χαμηλής τάσης με την ανεμογεννήτρια από την οποία προέρχεται το μεταβατικό φαινόμενο.

#### **6.7.4 Αρμονικές**

Ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν μετασχηματιστές με ηλεκτρονικά ισχύος παράγουν αρμονικές και ενδιάμεσες αρμονικές υψηλής τάξης. Η προκαλούμενη παραμόρφωση της κυματομορφής τάσης είναι τόσο εντονότερη, όσο πιο ασθενές είναι το ηλεκτρικό δίκτυο. Επομένως, προκειμένου να ενταχθούν σε ένα ασθενές δίκτυο ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών με μετασχηματιστές με ηλεκτρονικά ισχύος, θα πρέπει να ελεγχθούν οι εκπεμπόμενες αρμονικές στο δίκτυο. Συμβατότητα με τους περιορισμούς του δικτύου μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση φίλτρων. Ένα κοινό συμπέρασμα σχετικών εργασιών είναι ότι οι αρμονικές που προκαλούνται από τις ανεμογεννήτριες είναι κάτω από τα επιτρεπτά όρια και δεν αποτελούν λόγω απόρριψης αιολικής ισχύος.

#### **6.7.5 Διακυμάνσεις Συχνότητας**

Η εισαγωγή ενός σχετικά μικρού ποσοστού αιολικής ισχύος σε ένα σύστημα παραγωγής, δεν επηρεάζει τη συχνότητα του συστήματος, καθώς οι εισερχόμενες διαταραχές συχνότητας από τα αιολικά πάρκα, λόγω μεταβλητότητας του ανέμου, είναι μικρές και αντισταθμίζονται εύκολα από τις θερμοηλεκτρικές μηχανές του συστήματος. Ωστόσο, η εισαγωγή μεγάλου σχετικά ποσοστού αιολικής ισχύος σε ένα σύστημα, μπορεί να είναι πολύ σημαντική όσον αφορά τη σταθερότητα της συχνότητας, ιδιαίτερα αν οι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες είναι σταθερών στροφών. Η συχνότητα του συστήματος ρυθμίζεται κλασικά από τις θερμοηλεκτρικές μηχανές. Πάντως, οι νέες ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών παρουσιάζουν πολύ καλύτερα χαρακτηριστικά σχετικά με τη συχνότητα του συστήματος.





## 7<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ”

#### 7.1 Προδιαγραφές μικρών Α/Γ για αυτόνομα ενεργειακά συστήματα

##### 7.1.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία των αυτόνομων αιολικών συστημάτων ακολουθεί μια γρήγορη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες. Η πολύτιμη εμπειρία που έχει αποκτηθεί από πολλές εγκαταστάσεις μικρών ανεμογεννητριών βοηθά σήμερα στην ανάπτυξη συστημάτων βελτιωμένης απόδοσης, υψηλότερης αξιοπιστίας και χαμηλότερου κόστους.

Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς είναι πολύ υψηλό σε απομονωμένες περιοχές. Σε μια νησιωτική χώρα, σαν την Ελλάδα, η σύνδεση απομονωμένων περιοχών με το κεντρικό δίκτυο γίνεται μόνο μέσω μια πολυέξοδης επέκτασης του και το κόστος μεταφοράς των καυσίμων καθιστά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τεχνικοοικονομικά πολύ δαπανηρή. Συνέπεια αυτής της κατάστασης είναι ότι πολλοί μεμονωμένοι καταναλωτές αλλά και ολόκληρες κοινότητες προβληματίζονται ως προς την χρησιμοποίηση της αιολικής ενέργειας, ειδικά σε συνδυασμό με μια βοηθητική πηγή ενέργειας, για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των ενεργειακών τους αναγκών.

Η παγκόσμια αγορά των μικρών ανεμογεννητριών αυξάνεται πολύ γρήγορα, όλοι οι εμπειρογνώμονες συμφωνούν σε αυτό το σημείο και έρευνες αγοράς έχουν επανειλημμένα δείξει ότι σε λίγο αναμένεται και στην χώρα μας μια ανάλογη εξέλιξη. Είναι λοιπόν καιρός να καθιερωθούν οι ελάχιστες (ή να αναθεωρηθούν οι υπάρχουσες) απαιτούμενες προδιαγραφές για μικρές ανεμογεννήτριες. Επειδή, εάν είναι αληθινό ότι καθένας μπορεί να κατασκευάσει μια ανεμογεννήτρια, η κατασκευή ενός συστήματος που θα λειτουργεί όπως έχει προβλεφθεί με βέλτιστη απόδοση και για πολλά χρόνια, είναι ένα εξ ολοκλήρου άλλο θέμα. Στο παρελθόν, πολλά προβλήματα έχουν αντιμετωπιστεί με:

- τη χαμηλής ποιότητας κατασκευή, εγκατάσταση και συντήρηση των μικρών ανεμογεννητριών
- της αναξιόπιστης λειτουργίας τους
- την λαθεμένη εκτίμηση των ατμοσφαιρικών χαρακτηριστικών της περιοχής που πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση

- την κακή επιλογή ανεμογεννήτριας.

Πολλές εγκαταστημένες μικρές ανεμογεννήτριες έχουν παρουσιάσει προβλήματα και βλάβες, μερικές φορές ακόμα και καταστροφικές, και αυτό είχε ένα σημαντικό αντίκτυπο στην εμπιστοσύνη των ανθρώπων για την αιολική ενέργεια γενικότερα αλλά και ειδικά για τα μικρά αυτόνομα αιολικά συστήματα. Είναι επίσης γνωστό ότι, παραδείγματος χάριν στις Ηνωμένες Πολιτείες, καμιά μικρή ανεμογεννήτρια που πωλούνταν μέχρι τον Απρίλιο του 1996, δεν είχε πιστοποιηθεί.

Γίνεται λοιπόν φανερό ότι είναι αναγκαία η ύπαρξη σαφών προδιαγραφών που να βεβαιώνουν τον υποψήφιο χρήστη του μικρού αυτόνομου αιολικού συστήματος ότι αυτό δεν είναι επικίνδυνο για τους ανθρώπους και τον περίγυρο και ότι η διαθεσιμότητα του θα είναι μέγιστη κατά τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του. Επιπλέον γίνεται αναγκαία η ύπαρξη ενός δημοσίου ιδρύματος ή ενός οργανισμού πιστοποίησης που να θεσμοθετήσει αυτές τις προδιαγραφές σαν κανόνες πιστοποίησης για μικρές αυτόνομες ανεμογεννήτριες και να μπορεί να επαληθεύει τη συμφωνία του εκάστοτε συστήματος με αυτές. Οι προτεινόμενες διαδικασίες πιστοποίησης μπορούν να οδηγήσουν στο σχεδιασμό νέων προϊόντων που να διεκδικούν με αξιώσεις την είσοδο σε μια αγορά που θα αναπτυχθεί με γρήγορους ρυθμούς τα επόμενα χρόνια, αν υπάρξουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις

### 7.1.2 Βασικές αρχές

Αυτή η εργασία έχει σκοπό να προτείνει τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές για τη σύνταξη των ελάχιστα αναγκαίων προδιαγραφών για μικρές ανεμογεννήτριες ισχύος μέχρι 20 kW. Επικεντρώνεται στην ασφάλεια του αυτόνομου συστήματος σαν την πιο καθοριστική παράμετρο σχεδιασμού των μικρών ανεμογεννητριών.

Οι ισχύουσες προδιαγραφές ασφαλείας για τις μικρές ανεμογεννήτριες (IEC 61400-2 [5]) έχουν καθιερωθεί από τον Απρίλιο του 1996. Από τότε μεγάλη πρόοδος έχει συντελεστεί στην τεχνολογία και τη διαδικασία σχεδιασμού ανεμογεννητριών, και οι προσδοκίες των χρηστών των μικρών αυτόνομων συστημάτων αλλά και των κατασκευαστών έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά.

Οι νέες προδιαγραφές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις σύγχρονες μεθόδους σχεδιασμού. Πρέπει όμως επίσης να αναγνωρίζουν την περιορισμένη οικονομική δυνατότητα πολλών μικρών επιχειρήσεων κατασκευής ανεμογεννητριών. Οι νέες προδιαγραφές εκτός του ότι θα πρέπει να είναι σαφείς και απλοί στην εφαρμογή, θα πρέπει να εξειδικεύουν κατά το δυνατόν

σε κάθε τύπο μικρής ανεμογεννήτριας. Να περιγράψουν τις περιπτώσεις και τις συνθήκες φορτίων σχεδιασμού ή και τέλος να προβλέπουν μια μέθοδο για την επαλήθευση του σχεδιασμού που να βασίζεται σε δοκιμές πραγματικού μεγέθους και σε πραγματικές συνθήκες.

### 7.1.3 Μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες

Οι μικρές ανεμογεννήτριες αναφέρονται σε αιολικά συστήματα τα οποία έχουν ονομαστική ισχύ έως 10kW. Οι ανεμογεννήτριες αυτές έχουν διάμετρο δρομέα από 0.58m έως 8m και τοποθετούνται συνήθως σε πύργους με ύψος που κυμαίνεται από 10m έως τα 40m. Οι μικρές Α/Γ χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες ανάλογα με την ονομαστική ισχύ εξόδου τους οι οποίες είναι:

- 1) Micro wind turbines με ονομαστική ισχύ  $50 \leq N \leq 1\text{kW}$
- 2) Mid-range wind turbines με ονομαστική ισχύ  $1\text{kW} \leq N \leq 5\text{kW}$
- 3) Mini wind turbines με ονομαστική ισχύ  $5\text{kW} \leq N \leq 10\text{kW}$

### 7.1.4 Εξωτερικές συνθήκες

Η χωροθέτηση και η επιλογή θεμελίωσης ενός μικρού αυτόνομου αιολικού συστήματος, η επιλογή του σωστού τύπου και μεγέθους της ανεμογεννήτριας και γενικότερα η συνολική εγκατάσταση του συστήματος είναι συνάρτηση των εξωτερικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή που πρόκειται να τοποθετηθεί και να λειτουργήσει το σύστημα αυτό. Οι προδιαγραφές του συστήματος θα πρέπει να συναρτώνται με παραμέτρους όπως η μέση και η ακραία ταχύτητα του ανέμου, η ένταση της τύρβης, η τραχύτητα και τα χαρακτηριστικά του εδάφους αλλά και της περιοχής. Αναγκαία λοιπόν η κατάταξη των μικρών αυτόνομων συστημάτων σε τάξεις ανάλογα με τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η κάθε τάξη προσδιορίζει τις παραμέτρους σχεδιασμού του συστήματος δηλαδή τις συνθήκες για τις οποίες το σύστημα έχει σχεδιαστεί να έχει μια αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία για όλο το χρόνο ζωής.

### 7.1.5 Ονομαστικά μεγέθη

Επειδή οι προδιαγραφές σαν παράμετροι σχεδιασμού κάθε συστήματος έχουν μεγάλη σημασία για τη σωστή επιλογή του θα πρέπει να αναφέρονται και να συνοδεύουν το σύστημα. Τα στοιχεία κάθε ανεμογεννήτριας που θα αναφέρονται, πρέπει να είναι τα ελάχιστα δυνατά ώστε να είναι εύκολη, αλλά και ασφαλής, η σύγκριση των συστημάτων από τους υποψήφιους επενδυτές.

Τα στοιχεία αυτά που καθορίζουν την ανεμογεννήτρια είναι τα ονομαστικά της μεγέθη δηλαδή η τάξη της,  $C$  και η ονομαστική της ισχύς,  $P_r$ , οριζόμενη ως η ισχύς που παράγει το αιολικό σύστημα στη μέση ταχύτητα ανέμου που προκύπτει από την τάξη της ανεμογεννήτριας.

### 7.1.6 Υποσυστήματα

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή όλων των εξαρτημάτων του συστήματος θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους ισχύοντες διεθνείς κανονισμούς. Οι προδιαγραφές για ένα μικρό αυτόνομο αιολικό σύστημα θα επιμερίζονται σε κάθε λειτουργικό εξάρτημα του συστήματος, δίνοντας όμως ιδιαίτερη σημασία στα κύρια μέρη του.

Μια μικρή Α/Γ γενικά αποτελείται από έναν δρομέα με πτερύγια, έναν κινητήρα, έναν πύργο στήριξης και ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από την απαραίτητη καλωδίωση, ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρία), ένα ρυθμιστή φόρτισης και ένα μετατροπέα τάσης. Όπως και στις μεγάλες Α/Γ, οι μικρές Α/Γ χωρίζονται σε οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα, με τον αριθμό των πτερυγίων τους να ποικίλει.

Το μεγαλύτερο ποσοστό εγκατεστημένων μικρών Α/Γ κατέχουν οι οριζοντίου άξονα γεννήτριες και ιδιαίτερα αυτές που διαθέτουν τρία πτερύγια καθώς λειτουργο  $\psi$  πιο αποδοτικά σε σχέση με αυτές που διαθέτουν περισσότερα πτερύγια λόγω καλύτερης αεροδυναμικής σχεδίασης. Από την άλλη πλευρά οι μικρές Α/Γ κατακόρυφου άξονα παρόλο τα πλεονεκτήματα που διαθέτουν δεν είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς λόγω της χαμηλής απόδοσής τους και του μεγαλύτερου κόστους τους σε σχέση με τις Α/Γ οριζοντίου άξονα.

### 7.1.7 Πτερύγωση

Η πτερύγωση είναι το σημαντικότερο μέρος μιας ανεμογεννήτριας. Ένας καλός αεροδυναμικός και δομικός σχεδιασμός μπορεί να μειώσει αρκετά το κόστος της παραγωγής ενέργειας. Η αεροελαστική ανάλυση της πτερύγωσης μπορεί να βελτιστοποιήσει τη συμπεριφορά της, να διευρύνει την περιοχή ταχυτήτων του ανέμου στη οποία λειτουργεί η ανεμογεννήτρια, να μεγιστοποιήσει την απολαβή ισχύος και να αποτρέψει τη καταστροφή του συστήματος όταν εμφανίζονται ακραίες τιμές εξωτερικών συνθηκών. Επειδή όμως η αεροελαστική ανάλυση μπορεί να είναι δαπανηρή οι προδιαγραφές θα προτείνουν απλούς υπολογισμούς που σε συνδυασμό με ανάλογους συντελεστές ασφαλείας θα καλύπτουν όλες τις δυνατές περιπτώσεις φορτίσεων των πτερυγίων. Εκτός από τους υπολογισμούς σχεδιασμού, η πτερύγωση πρέπει οπωσδήποτε να υποστεί καταστρεπτικές δοκιμές για να εξασφαλιστεί ότι έχει την ικανοποιητική αντοχή, σε φορτία που δημιουργούνται σε κάθε

δυνατή περίπτωση. Οι δοκιμές πρέπει να καλύψουν και τα στατικά και τα κοπωτικά φορτία. Η ιδιοσυχνότητα των πτερυγών πρέπει να μετρηθεί εν στάση και να απέχει τουλάχιστον 10% από τις ιδιοσυχνότητες της περιστροφής του ρότορα (και τα πολλαπλάσια τους). Η πτερύγωση πρέπει να ζυγοσταθμίζεται, ούτως ώστε να μην εισάγεται κανένα απρόβλεπτο φορτίο στο περιστρεφόμενο σύστημα. Η μέγιστη ροπή λόγω εκκεντρότητας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3% της ονομαστικής ροπής της ανεμογεννήτριας και οι γωνίες κλίσης της κάθε πτέρυγας δεν πρέπει να διαφέρουν περισσότερο από 0,50. Όλες οι κοχλιοσυνδέσεις στη βάση της κάθε πτέρυγας πρέπει να είναι προενταμένες και επαρκώς προστατευμένες από τη διάβρωση.

Τα πτερύγια είναι το τμήμα της ανεμογεννήτριας που θέτει σε κίνηση το δρομέα της Α/Γ ο οποίος με τη σειρά κινεί την γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σχεδιασμός αυτών των πτερυγίων καθορίζεται από το μέγεθος και τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά της Α/Γ καθώς από το υλικό κατασκευής τους.

Έχει παρατηρηθεί ότι η μηχανική αντοχή των πτερυγίων στη βάση στήριξης τους μειώνεται με την αύξηση του αριθμού τους. Οι μικρές Α/Γ που διαθέτουν τρία πτερύγια λειτουργούν πιο ομαλά, γεγονός που οφείλεται στην σταθερή τιμή στις ροπές σε σχέση με τη περιστροφική κίνηση της Α/Γ. Παράλληλα οι ανεμογεννήτριες αυτές παρουσιάζουν χαμηλότερο επίπεδο θορύβου και είναι οικονομικά πιο αποδοτικές. Για αυτούς τους κυρίως λόγους, οι Α/Γ με τρία πτερύγια είναι η πιο κοινή σχεδιαστική επιλογή για τους περισσότερους κατασκευαστές μικρών ανεμογεννητριών παρόλο που άλλοι εξακολουθούν να χρησιμοποιούν δύο ή και περισσότερα από τρία πτερύγια.

Τα πτερύγια των μικρών ανεμογεννητριών είναι κυρίως κατασκευασμένα από συνθετικά υλικά όπως ο υαλοβάμβακας με αφρώδη πυρήνα, ο πολυεστέρας με ενισχυμένο γυαλί, ξύλο και ανοξείδωτο σίδηρο. Αυτά τα συνθετικά υλικά έχουν το πλεονέκτημα ότι παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στις καιρικές συνθήκες και υψηλή τιμή του λόγο  $\nu$  της ακαμψία-βάρους πτερυγίων. Επιπλέον τα υλικά αυτά είναι ανθεκτικά στην διάβρωση και συμπεριφέρονται σαν μονωτές στην διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος.

### 7.1.8 Προσανατολισμός

Οι περισσότερες μικρές ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα χρησιμοποιούν την «ουρά» τους για να προσανατολιστούν προς την διεύθυνση του ανέμου.

Το ουριαίο τμήμα το χρησιμοποιούν κατά αντιστοιχία με τους μηχανισμούς στροφής των μεγάλων Α/Γ, οι οποίοι δεν είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε μικρές Α/Γ κυρίως λόγω

κόστους, βάρους και διαστάσεων. Στην εικόνα παραπάνω φαίνεται μία μικρή Α/Γ με τρία πτερύγια μαζί με το ουριαίο τμήμα της.



*Σχήμα 7.1 - Ο προσανατολισμός προς την διεύθυνση του ανέμου με τη βοήθεια της «ουράς».*

#### **7.1.9 Γεννήτρια**

Η τάξη μόνωσης της γεννήτριας πρέπει να επιλεγεί σύμφωνα με την θερμοκρασία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής και η τάξη στεγανοποίησης της θα είναι τουλάχιστον IP 54.

Γεννήτριες με μόνιμους μαγνήτες προτιμώνται από πολλές κατασκευαστικές εταιρείες σήμερα κυρίως επειδή αποφεύγεται η χρήση πολλαπλασιαστή στροφών ανάμεσα στο δρομέα και στην γεννήτρια. Οι γεννήτριες με μόνιμους μαγνήτες χρειάζονται πολύ χαμηλή συντήρηση και είναι ιδιαίτερα αξιόπιστες. Η λειτουργία των γεννητριών μόνιμου μαγνήτη στηρίζεται στην αντίδραση που έχει ο ρότορας (δρομέας) μόνιμου μαγνήτη της Α/Γ μέσα σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Το παραπάνω είδος γεννητριών υπάγονται στις ασύγχρονες μηχανές, κάτι που σημαίνει ότι δεν μπορούν να συνδεθούν απευθείας με το εναλλασσόμενο (AC) δίκτυο. Αυτό συμβαίνει λόγω της αστάθειας που υπάρχει στην παραγομένη τάση και συχνότητα. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μετατροπείς οι οποίοι σταθεροποιούν την τάση με σκοπό είτε την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας είτε τη σύνδεση με το υπάρχον εναλλασσόμενο δίκτυο.

### 7.1.10 Πυλώνας

Χαλύβδινοι πυλώνες πρέπει να υπολογιστούν σύμφωνα με αναγνωρισμένα διεθνή πρότυπα για κατασκευές από χάλυβα. Η ιδιοσυχνότητα του πυλώνα πρέπει να μετρηθεί εν στάση και να απέχει τουλάχιστον 10% από τις ιδιοσυχνότητες της περιστροφής του ρότορα (και τα πολλαπλάσια τους). Ο συντελεστής ασφάλειας για τα συρματόσχοινα (αν υπάρχουν) πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,34 ως προς το όριο θραύσης. Ο πυλώνας και τα συρματόσχοινα πρέπει να προστατεύονται επαρκώς από διάβρωση.

Όπως οι μεγάλες Α/Γ έτσι και οι μικρές χρησιμοποιούν πύργους στήριξης για την ανύψωση της ατράκτου της μηχανής στον αέρα. Οι πύργοι αυτοί όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω θα πρέπει να είναι αρκετά ψηλοί, ώστε η ανεμογεννήτρια να βρίσκεται ψηλότερα από την τυρβώδη ζώνη κοντά στο έδαφος αλλά ταυτόχρονα και ανθεκτικοί ώστε να αντέχουν τις δυνάμεις που δέχονται από τον άνεμο.

Οι πύργοι των μικρών Α/Γ ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά: (α) τους πύργους δικτυωτού πλέγματος και (β) τους πύργους με μόνο σωλήνα.

Οι πύργοι δικτυωτού πλέγματος χρησιμοποιούν ένα δίκτυο σωλήνων σε μορφή πλέγματος σχηματίζοντας πύργο, ο οποίος στερεώνεται στο έδαφος με ειδικής κατασκευής συρματόσχοινα σε τρία σημεία διαφορετικών διευθύνσεων. Επίσης σε αυτού του είδους πύργους υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής του ύψους τους και αυτός είναι ένας από τους λόγους του υψηλού κόστους κατασκευής. Από την άλλη πλευρά, οι πύργοι μονού στύλου έχουν απλούστερο τρόπο κατασκευής ενώ διαθέτουν το πλεονέκτημα να είναι οπτικά πιο ευχάριστοι σε σχέση με τους πύργους του προηγούμενου είδους. Οι πύργοι στήριξης των μικρών ανεμογεννητριών μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με την ιδιοσυχνότητα τους σε εύκαμπτους και άκαμπτους. Στους άκαμπτους πύργους η ιδιοσυχνότητα τους είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα περιστροφής της πτέρυγας ενώ στους εύκαμπτους πύργους η ιδιοσυχνότητα του πύργου είναι μικρότερη από τη συχνότητα περιστροφής του πτερυγίου.

### 7.1.11 Συστήματα ελέγχου και ασφαλείας

Ο κατασκευαστής πρέπει να έχει καθορίσει μια στρατηγική ελέγχου και ασφαλείας δηλ. πρέπει να δηλωθεί σαφώς κάτω από ποιες περιστάσεις η ανεμογεννήτρια μπορεί να λειτουργήσει ακίνδυνα και ποια είναι τα όρια ασφαλούς λειτουργίας του συστήματος.

Η ανεμογεννήτρια πρέπει να είναι εξοπλισμένη με ένα σύστημα ελέγχου και ασφάλειας. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι ενεργητικό ή παθητικό. Σε περίπτωση προβλήματος το σύστημα ασφάλειας πρέπει πάντα να μπορεί να υπερέχει του συστήματος ελέγχου.

#### *7.1.11.1 Ενεργητικό σύστημα ελέγχου και ασφάλειας*

Ένα ενεργητικό σύστημα ελέγχου και ασφάλειας χαρακτηρίζεται από τους ηλεκτρονικούς ή μηχανικούς μετατροπείς, οι οποίοι ελέγχουν μερικές σημαντικές παραμέτρους (ταχύτητα περιστροφής δρομέα, ισχύς, θερμοκρασία κ.λπ...) και διαβιβάζει ένα σήμα εάν οι παράμετροι υπερβαίνουν τα καθορισμένα όρια. Το σήμα ενεργοποιεί μια διαδικασία, που φέρνει η ανεμογεννήτρια πίσω στην κανονική λειτουργία, ή στην περίπτωση κινδύνου το σύστημα ασφάλειας, αναγκάζει την ανεμογεννήτρια να βγει εκτός λειτουργίας. Οι ενεργητικές τεχνικές ελέγχου στηρίζονται στον έλεγχο του βήματος των πτερυγίων (pitch control). Στις ανεμογεννήτριες που διαθέτουν αυτόν τον έλεγχο, ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχει συνεχώς την ισχύ εξόδου, η οποία όταν γίνει πολύ υψηλή 'δίνει' εντολή στο δρομέα των πτερυγίων να στραφεί και υπό κάποια γωνία. Σε αυτή τη θέση, η ταχύτητα περιστροφής ελαττώνεται σημαντικά προστατεύοντας την Α/Γ. Όταν οι συνθήκες επανέλθουν σε φυσιολογικά επίπεδα, τα πτερύγια επανέρχονται στην αρχική τους θέση.

#### *7.1.11.2 Παθητικό σύστημα ελέγχου και ασφαλείας*

Ένα παθητικό σύστημα ελέγχου και ασφαλείας χαρακτηρίζεται από ένα σχεδιασμό που κάτω από καθορισμένες εξωτερικές και λειτουργικές συνθήκες επιτρέπει πάντα μια ασφαλή λειτουργία. Οι προδιαγραφές για κάθε τύπο συστήματος θα πρέπει να είναι διαφορετικές. Σε κάθε περίπτωση όμως το σύστημα ελέγχου θα πρέπει να μπορεί να μεγιστοποιεί την απολαμβανόμενη ισχύ αλλά και να περιορίζει τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας στα προσδιορισμένα από το σχεδιασμό όρια ασφαλούς λειτουργίας σε κανονικές συνθήκες. Ο έλεγχος με βάση αυτή την τεχνική (stall control) στηρίζεται στη καμπύλωση των πτερυγίων όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξηθεί σημαντικά. Ειδικότερα, όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει μια προκαθορισμένη κατασκευαστικά τιμή τα πτερύγια καμπυλώνονται λόγω της μεγάλης αεροδυναμικής αντίστασης με αποτέλεσμα της μεταβολή της γωνίας προσβολής μεταξύ των πτερυγίων και του ανέμου. Αυτό έχει ως συνέπεια την εκτροπή της Α/Γ από την διεύθυνση του ανέμου με ταυτόχρονη μείωση των στροφών της πτερωτής. Σε πολλές Α/Γ μικρής ισχύος εκτροπή από την διεύθυνση του ανέμου πραγματοποιείται με την καμπύλωση της ατράκτου της Α/Γ σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου.



Το σύστημα ασφαλείας θα πρέπει να αποτελείται από δύο μη επικαλυπτόμενα συστήματα που να μπορούν να περιορίσουν την λειτουργία του συστήματος στις προσδιορισμένες από το σχεδιασμό ακραίες συνθήκες, όπως η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα περιστροφής του δρομέα, η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ανέμου κτλ.

#### **7.1.12 Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας**

Τα αυτόνομα ενεργειακά συστήματα χρειάζονται συσσωρευτές για να αποθηκεύουν την παραγομένη ενέργεια. Χρησιμοποιείται επίσης ένας ελεγκτής φόρτισης που προστατεύει τους συσσωρευτές από υπερφόρτιση. Προτείνονται συσσωρευτές τύπου βαθιάς εκφόρτισης, γιατί έχουν την δυνατότητα να εκφορτιστούν μέχρι 80% της χωρητικότητας τους για πολλές φορές. Οι συσσωρευτές μολύβδου χρειάζονται προστασία από ακραίες θερμοκρασίες.

#### **7.1.13 Χρήσιμες οδηγίες**

Τα εγχειρίδια τα οποία πρέπει να συνοδεύουν το σύστημα και πρέπει να είναι γραμμένα σε μια γλώσσα που μπορεί να γίνει κατανοητή από το χρήστη είναι:

- Το εγχειρίδιο εγκατάστασης και ανέγερσης
- Το εγχειρίδιο χρήσης και συντήρησης

Για μια σταθερή και βιώσιμη επέκταση των μικρών αυτόνομων αιολικών συστημάτων πρέπει να καθοριστούν οι ελάχιστες προδιαγραφές που θα εγγυώνται στο χρήστη ότι το σύστημα στο οποίο θα επενδύσει θα λειτουργήσει αποδοτικά και με ασφάλεια κατά τη διάρκεια της προβλεπόμενης ζωής του.

Το σύστημα πρέπει να συνοδεύεται από τουλάχιστον πενταετή εγγύηση. Οι ελάχιστες προδιαγραφές πρέπει να αναφέρονται τουλάχιστον σε:

- Εκτίμηση της περιοχής εγκατάστασης του συστήματος.
- Επαλήθευση σχεδιασμού όλων των σημαντικών μερών του συστήματος.
- Σύστημα ελέγχου και ασφάλειας.
- Εγκατάσταση και συντήρηση.

Όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό με μια κατάλληλη οικονομική και χρηματοπιστωτική πολιτική, μπορούν να δημιουργήσουν μια αγορά μικρών αυτόνομων αιολικών συστημάτων, αξιόπιστη και ανταγωνιστική ως προς άλλες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας.



## 8<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ”

#### 8.1 Αξιολόγηση της συχνότητας πτώσης κεραυνού

Το πρώτο στάδιο σε οποιαδήποτε ανάλυση κινδύνου κεραυνικού πλήγματος είναι η εκτίμηση της συχνότητας πτώσης κεραυνών. Το πρότυπο IEC 62305 δίνει μια καθοδήγηση στο πως μπορεί να εκτιμηθεί η συχνότητα πτώσης κεραυνού. Αξιολογώντας τη συχνότητα πτώσης κεραυνού σε μια εγκατάσταση, η συλλογή στοιχείων που απαριθμούν την τοπική πυκνότητα πτώσης κεραυνού σε δεδομένη περιοχή ( $N_g$ ), είναι απαραίτητη. Η πυκνότητα πτώσης κεραυνών στο έδαφος, είναι ένα μέτρο του ετήσιου αριθμού των κεραυνών που πέφτουν σε μια έκταση 1 Km<sup>2</sup>. Οι τιμές για διάφορες τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο μεταβάλλονται μεταξύ του 0 και του 20. Ο ετήσιος αριθμός των ημερών καταιγίδας είναι ο αριθμός των ημερών κατά τις οποίες μπορεί να ακουστεί καταιγίδα και κεραυνοί σε μια δεδομένη περιοχή και μεταβάλλεται μεταξύ 5 και 30 ημερών στην Ευρώπη, ενώ σε κάποια μέρη μπορεί να φτάσει τις 140.

Μετρήσεις της πυκνότητας πτώσης κεραυνού στο έδαφος γίνονται όλο και συχνότερα μιας και εγκαθίστανται συστήματα ανίχνευσης κεραυνικών πληγμάτων. Έτσι μπορούν να αποκτηθούν χάρτες της πυκνότητας των κεραυνικών πληγμάτων σε μια δεδομένη περιοχή.

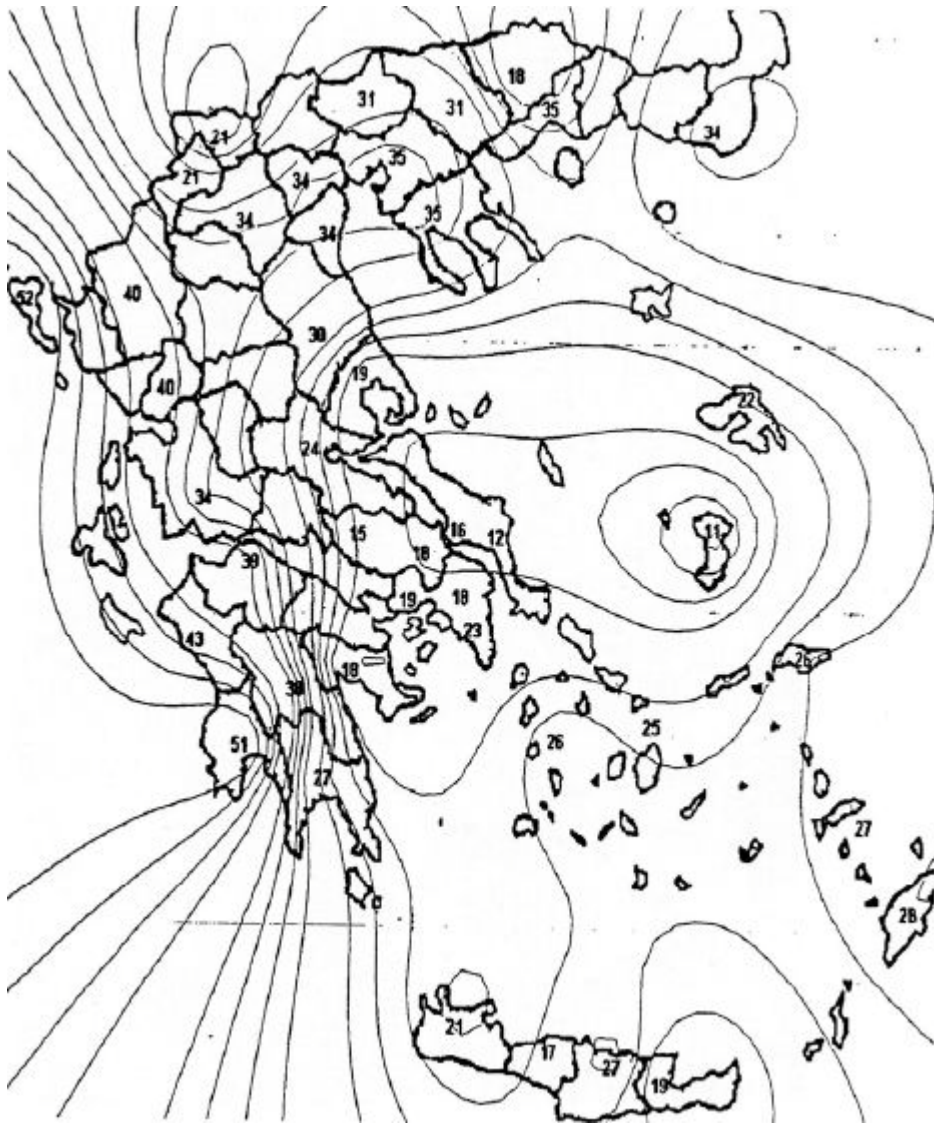
Αν η πυκνότητα πτώσης κεραυνού σε περιοχή δεν είναι διαθέσιμη, μπορεί τότε να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση με την βοήθεια των ισοκεραυνικών χαρτών:

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1.25} \quad (8.1)$$

όπου

$N_g$ : η μέση ετήσια πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού ανά Km<sup>2</sup>

$T_d$ : ο αριθμός των ημερών καταιγίδας ανά έτος που λαμβάνεται από ισοκεραυνικούς χάρτες (που λαμβάνονται από τις εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες)



Σχήμα 8.1 – Ο ισοκεραυνικός χάρτης με τον ετήσιο αριθμό ημερών καταιγίδας στην Ελλάδα

Η μέση ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων κεραυνού στην εγκατάσταση μπορεί να υπολογιστεί από:

$$N_d = N_g \times A_d \times C_e \times 10^{-6} \quad (8.2)$$

όπου

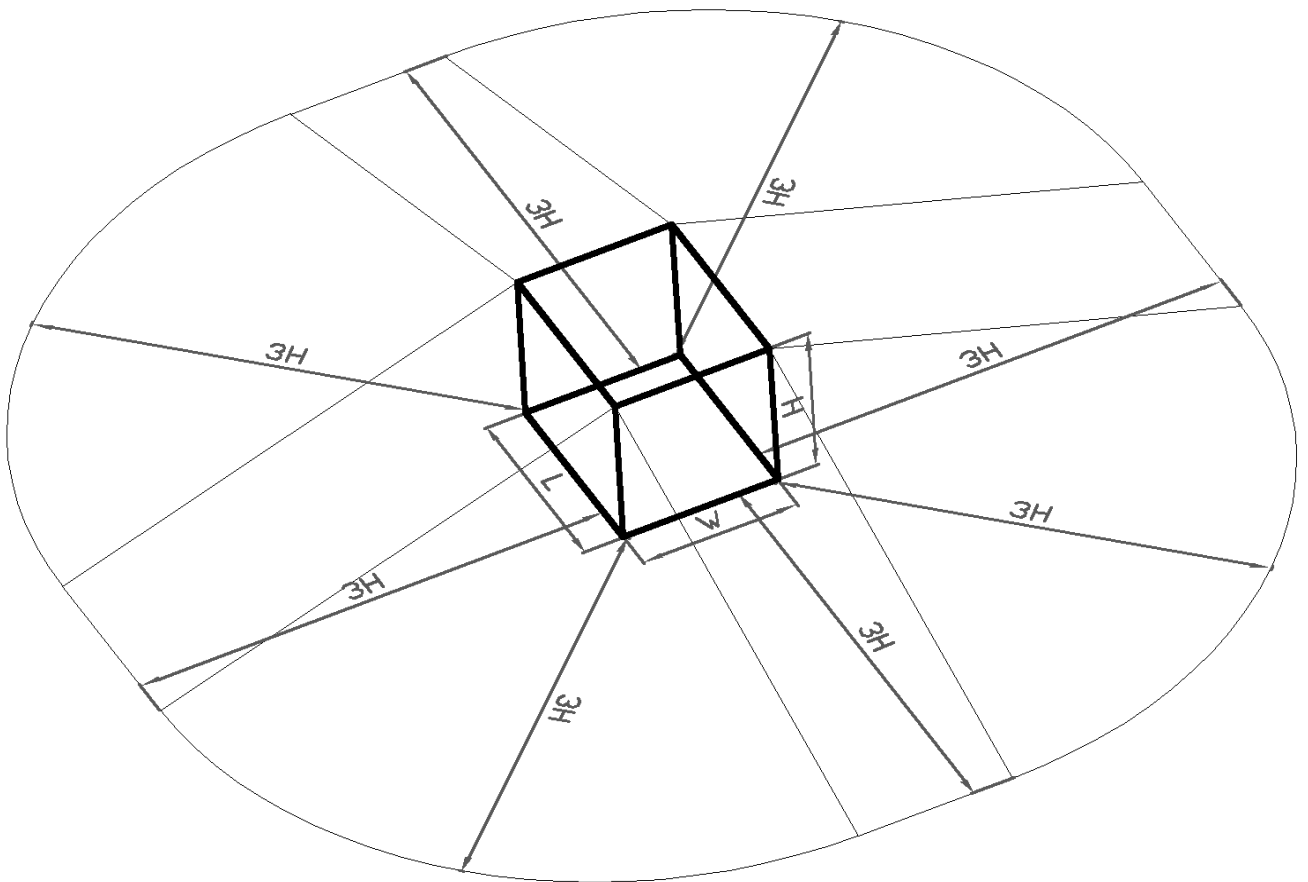
$N_d$ : ο μέσος ετήσιος αριθμός άμεσων πληγμάτων κεραυνού στο έδαφος

$N_g$ : η μέση ετήσια πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού ανά  $\text{Km}^2$

$A_d$ : η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια άμεσων πληγμάτων κεραυνού στην εγκατάσταση

$C_e$ : ο περιβαλλοντικός συντελεστής

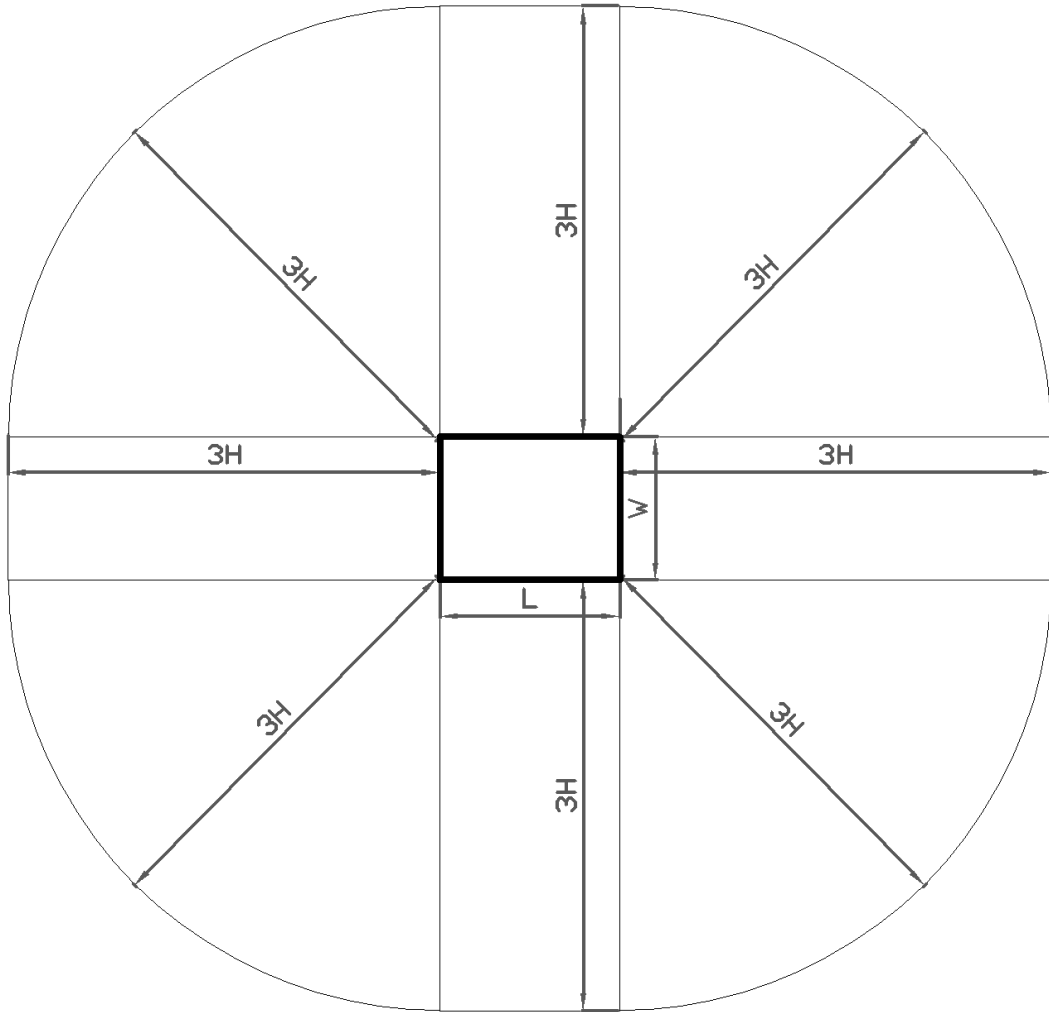
Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια για εγκατάσταση καθορίζεται ως μια περιοχή της επιφάνειας του εδάφους που παρουσιάζει την ίδια ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων κεραυνού με την εγκατάσταση. Ο υπολογισμός της ισοδύναμης συλλεκτήριας επιφάνειας βασίζεται στην γεωμετρία της κατασκευής. Με την αύξηση της έκτασης ή του ύψους της κατασκευής αυξάνεται ανάλογα και η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια. Ο αριθμός των κατερχόμενων κεραυνών προς την κατασκευή λαμβάνεται πολλαπλασιάζοντας την ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια της κατασκευής με την πυκνότητα πτώσης κεραυνών στην περιοχή. Για μεμονωμένες κατασκευές η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια, είναι η περιοχή που περικλείεται από την οριακή γραμμή η οποία είναι η τομή της επιφάνειας του εδάφους και της επιφάνειας που προκύπτει από πλήρη περιστροφή της ευθείας με κλίση 1/3 ως προς τον ορίζοντα η οποία διέρχεται από τα υψηλότερα σημεία της κατασκευής.



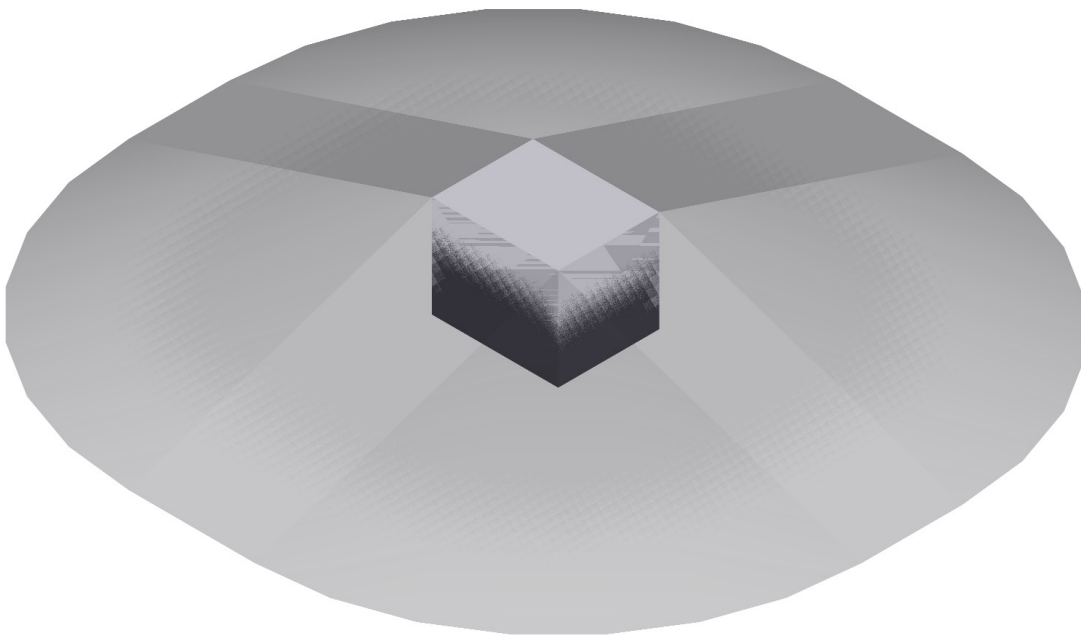
Σχήμα 8.2 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια κατασκευής

Για μια ορθογώνια επιφάνεια κατασκευής μήκους  $L$ , πλάτους  $W$  και ύψους  $H$ , η ισοδύναμη επιφάνεια συλλογής είναι:

$$A_d = (L \times W) + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times H^2 \quad (8.3)$$



Σχήμα 8.3 – Το εμβαδόν της ισοδύναμης συλλεκτήριας επιφάνειας κατασκευής



Σχήμα 8.4 – Τρισδιάστατη απεικόνιση της ισοδύναμης συλλεκτήριας επιφάνειας κατασκευής

Η τοπογραφία του οικοπέδου και των αντικειμένων που είναι τοποθετημένα μέσα σε απόσταση 3h από την κατασκευή επηρεάζουν σημαντικά την αναμενόμενη συχνότητα των πληγμάτων  $N_d$ .

**Πίνακας 8.1 – Περιβαλλοντικός συντελεστής**

Θέση της κατασκευής	$C_e$
Κατασκευή ευρισκόμενη σε περιοχή με άλλες κατασκευές ή δέντρα, του ίδιου ή μεγαλύτερου ύψους	0,25
Κατασκευή περιβαλλόμενη από άλλες μικρότερες κατασκευές	0,5
Απομονωμένη κατασκευή (δεν υπάρχουν άλλα κτίσματα σε απόσταση 3h από την κατασκευή)	1
Απομονωμένη κατασκευή στην κορυφή ενός λόφου	2

Όταν η ισοδύναμη επιφάνεια συλλογής μιας καλύπτεται ολοκληρωτικά από μια άλλη κατασκευή, η τελευταία δεν λαμβάνεται υπόψη.

Οι τιμές της αποδεκτής συχνότητας ζημιών από κεραυνικά πλήγματα σε κατασκευή  $N_c$  υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη του κατάλληλους συντελεστές όπως:

- Τύπος κατασκευής
- Περιεχόμενα της κατασκευής
- Είδος λειτουργίας της κατασκευής
- Συνέπεια κεραυνικού πλήγματος

και εκφράζεται από τη σχέση:

$$N_c = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C} \quad (8.4)$$

όπου

$$C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6 \quad (8.5)$$

**Πίνακας 8.2 – Κατασκευαστικός συντελεστής  $C_2$**

Κατασκευή	Στέγη		
	Μεταλλική	Κοινή	Εύφλεκτη
Μεταλλική	0,5	1	2
Κοινή	1	1	2,5
Εύφλεκτη	2	2,5	3

**Πίνακας 8.3 – Συντελεστής Περιεχομένων C<sub>3</sub>**

<b>Περιεχόμενα κατασκευής</b>	
Κενά από άτομα	0,5
Κανονικής παρουσίας ατόμων	1
Μεγάλη παρουσία ατόμων με σχετική ευκολία εκκένωσης	2
Δυσκολία εκκένωσης ή κινδύνου πανικού	3

**Πίνακας 8.4 – Λειτουργικός συντελεστής C<sub>4</sub>**

<b>Είδος λειτουργίας της κατασκευής</b>	
Σπίτια και κτίρια μικρών διαστάσεων	0,5
Εργαστήρια	1
Γραφεία - Ξενοδοχεία - Πολυκατοικίες	2
Σχολεία - Εκκλησίες - Θέατρα - Νοσοκομεία	3

**Πίνακας 8.5 – Συντελεστής συνεπειών C<sub>5</sub>**

<b>Συνέπειες από κεραυνικό πλήγμα</b>	
Δεν υπάρχουν σημαντικές συνέπειες από την διακοπή λειτουργίας, δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες	1
Επιφέρει διακοπή λειτουργίας εμπορικών ή βιομηχανικών μονάδων, δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες	3
Υπάρχουν σημαντικές συνέπειες από τη διακοπή λειτουργίας, δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες	5
Η διακοπή λειτουργίας επιφέρει ανεπανόρθωτες οικονομικές συνέπειες	8
Περιβαλλοντικές συνέπειες	10

**Πίνακας 8.6 – Συντελεστής έγκαιρης σωστικής επέμβασης C<sub>6</sub>**

Δυνατότητα έγκαιρης σωστικής επέμβασης υπηρεσιών (πυροσβεστική, ασενοφόρα)	1
Δυσχέρεια ταχείας σωστικής επέμβασης	5



## 8.2 Επιλογή αποτελεσματικότητας Σ.Α.Π (Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας)

Η αποδεκτή συχνότητα ζημιάς  $N_c$  από κεραυνικό πλήγμα σε μια κατασκευή συγκρίνεται με την αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό  $N_d$ . Εάν:

$$N_d \leq N_c \quad (\text{Δεν χρει. ζετφαι Σ Α Π}) \quad (8.6)$$

$$N_d > N_c \quad (\text{Χρει ζετφαι Σ Α Π με αποτελεσματικ τητα Ε}) \quad (8.7)$$

$$E = 1 - \frac{N_c}{N_d} \quad (8.8)$$

Η κατάλληλη στάθμη προστασίας (όπως ορίζονται από τον ΕΛΟΤ 1197) σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 8.7 – Επιλογή της στάθμης προστασίας, ανάλογα με την αποτελεσματικότητα**

Αποτελεσματικότητα Ε	Στάθμη Προστασίας
$E > 0,98$	Στάθμη Προστασίας I (και επιπλέον προστατευτικά μέτρα)
$0.95 < E \leq 0.98$	Στάθμη Προστασίας I
$0.90 < E \leq 0.95$	Στάθμη Προστασίας II
$0.80 < E \leq 0.90$	Στάθμη Προστασίας III
$0 < E \leq 0.80$	Στάθμη Προστασίας IV
$E \leq 0$	Δεν χρειάζεται προστασία

Ο σχεδιασμός ενός ΣΑΠ πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ 1197 για την επιλεγείσα στάθμη προστασίας. Εάν εγκατασταθεί ένα ΣΑΠ αποτελεσματικότητας  $E''$  μικρότερης από  $E$ , πρέπει να προβλεφθούν επιπλέον μέτρα.

Επιπλέον προστατευτικά μέτρα για παράδειγμα είναι:

- Μέτρα περιορισμού των βηματικών και τάσεων επαφής.
- Μέτρα περιορισμού της διάδοσης της φωτιάς.
- Μέτρα μείωσης των επαγόμενων τάσεων λόγω κεραυνών σε ευαίσθητες συσκευές.

### 8.3 Προσδιορισμός της περιοχής προστασίας

Ο προσδιορισμός της περιοχής προστασίας γίνεται κατά IEC 62305 εναλλακτικά με τρεις τρόπους:

- 1) Με την μέθοδο της κεραυνικής ή κυλιόμενης σφαίρας ακτίνας  $r_b$ ,
- 2) Με την μέθοδο του κλωβού ανοίγματος  $a$ ,
- 3) Με την μέθοδο της γωνίας προστασίας  $\varphi$ .

Οι πιο πάνω μέθοδοι θεωρούνται ισοδύναμοι. Πιο κάτω διακρίνονται οι τέσσερις στάθμες προστασίας από I..IV με πιο αυστηρή την I:

**Πίνακας 8.8 – Στάθμες κεραυνικής προστασίας**

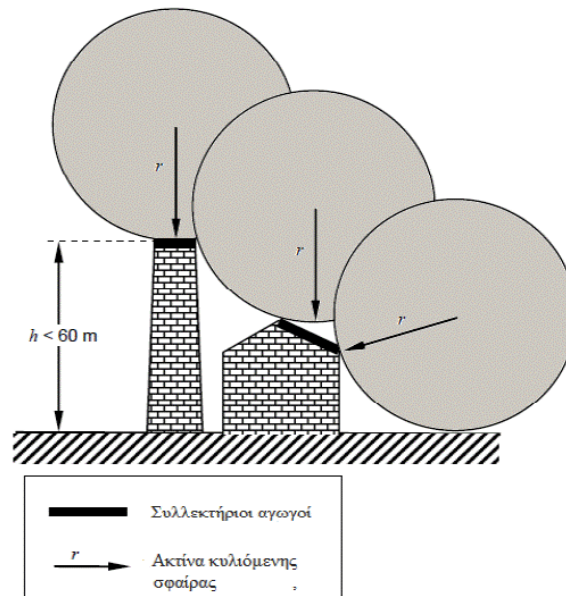
Στάθμη προστασίας	$r_b$ (m)	Ανοιγμα βρόχου(m)	Γωνία προστασίας $\varphi^o$ για διάφορα ύψη $h$ της συλλεκτήριας εγκατάστασης
I	20	5x5	Στο παρακάτω σχήμα
II	30	10x10	
III	45	15x15	
IV	60	20x20	

#### 8.3.1 Μέθοδος της κεραυνικής ή της κυλιόμενης σφαίρας

Η περιοχή προστασίας προσδιορίζεται με βάση την εξής αρχή: Η ο δηγός εκκένωση μπορεί να πλησιάσει γειωμένα αντικείμενα από οποιαδήποτε κατεύθυνση, δηλαδή και οριζοντίως (από το πλάι). Όταν μια εκκένωση πλησιάσει γειωμένα αντικείμενα σε μια συγκεκριμένη απόσταση, τότε αυτή θα προχωρήσει, δηλαδή ο κεραυνός θα πέσει στο πλησιέστερο αντικείμενο. Αυτή η συγκεκριμένη απόσταση λέγεται ακτίνα της κεραυνικής ή κυλιόμενης σφαίρας. Η ακτίνα της σφαίρας επιλέγεται από 60m έως 20m όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα.

Θεωρούμε λοιπόν μια κυλιόμενη σφαίρα ακτίνας  $r_b$  η οποία κυλιέται παντού, σε όλες τις δυνατές κατευθύνσεις, γύρω από το προς προστασία κτίριο. Εάν κατά την κίνηση της έρχεται σε επαφή μόνο με στοιχεία του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας και το έδαφος, τότε το κτίριο θεωρείται προστατευμένο. Εάν η σφαίρα έρχεται σε επαφή και με τμήματα του υπό προστασία κτιρίου, τότε απαιτείται συμπλήρωση του Σ.Α.Π.

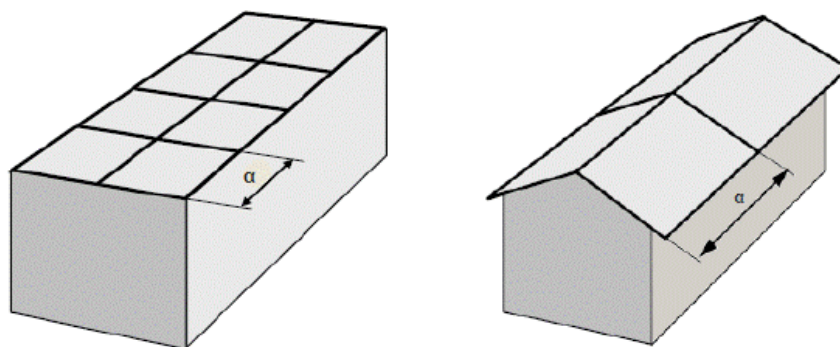
Σε κτίρια με ύψος μεγαλύτερο της επιλεγείσας ακτίνας της κυλιόμενης σφαίρας, εφοδιάζονται και οι πλάγιες επιφάνειες με συλλεκτήριο σύστημα. Η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατασκευή.



Σχήμα 8.5 – Παράδειγμα μεθόδου κυλιόμενης σφαίρας ακτίνας  $r$ , ανάλογα με την στάθμη προστασίας

### 8.3.2 Μέθοδος του κλωβού

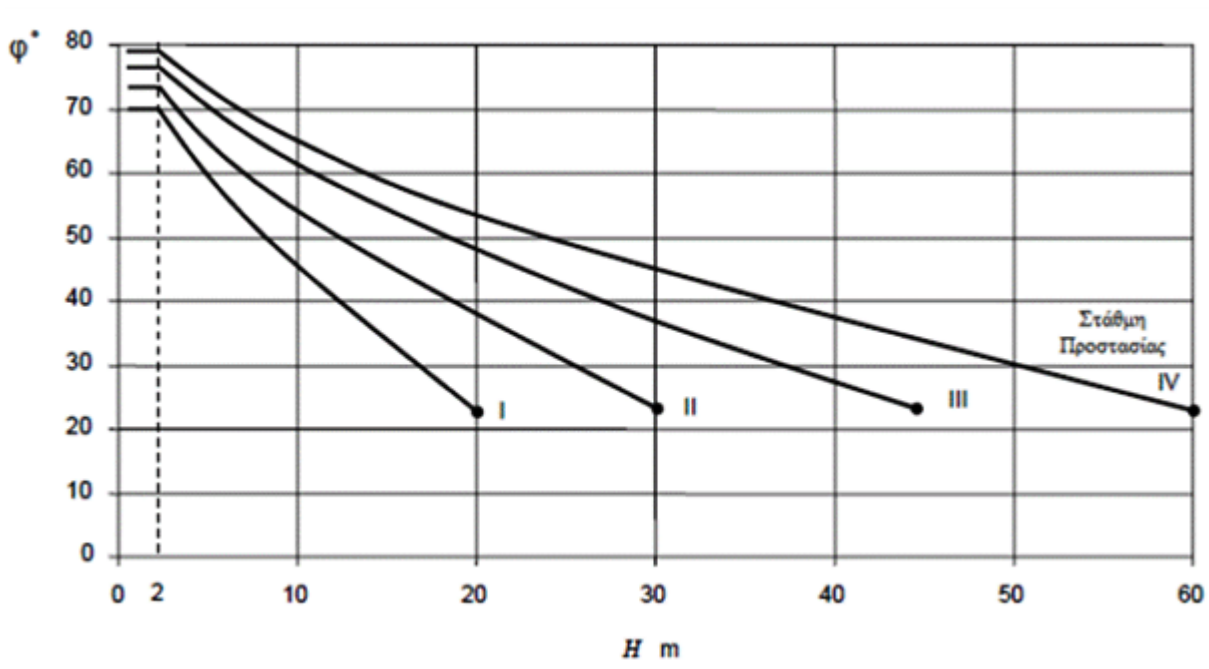
Ένας μεταλλικός κλωβός με ανοίγματα μικρότερης διάστασης « $a$ » προστατεύει ότι βρίσκεται στο εσωτερικό του. Το άνοιγμα « $a$ » κυμαίνεται από 5m έως 20m, ανάλογα με την στάθμη προστασίας, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα.



Σχήμα 8.6 – Μέθοδος κλωβού με άνοιγμα « $a$ » ανάλογα με την στάθμη προστασίας

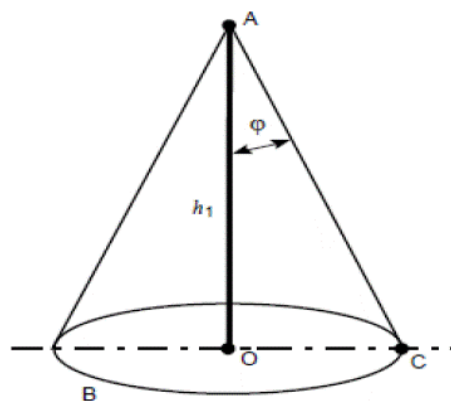
### 8.3.3 Μέθοδος της γωνίας προστασίας « $\phi$ ».

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε απλές κατασκευές, αλλά υπάρχουν περιορισμοί στο μέγιστο ύψος των 60 μέτρων για στάθμη προστασίας IV, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



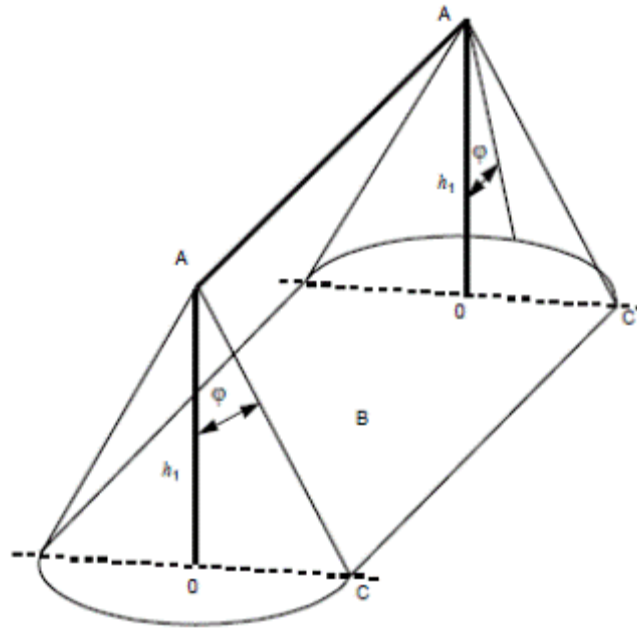
Σχήμα 8.7 – Υπολογισμός γωνίας προστασίας  $\varphi$ , ανάλογα με τη στάθμη προστασία

Η περιοχή προστασίας του συλλεκτήριου συστήματος, κατά την χρησιμοποίηση της μεθόδου της γωνίας προστασίας, θεωρείται επαρκής, εάν το κτίριο είναι πλήρως τοποθετημένο μέσα σε αυτή. Για το  $n$  προσδιορισμό της περιοχής προστασίας, μόνο οι φυσικές διαστάσεις του συστήματος συλλογής εξετάζονται. Για παράδειγμα, η περιοχή προστασίας μιας ράβδου Franklin, θεωρείται ο κώνος που σχηματίζεται γύρω από αυτή, με γωνία που καθορίζεται ανάλογα με την Στάθμη Προστασίας, με κορυφή την ράβδο και βάση το έδαφος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



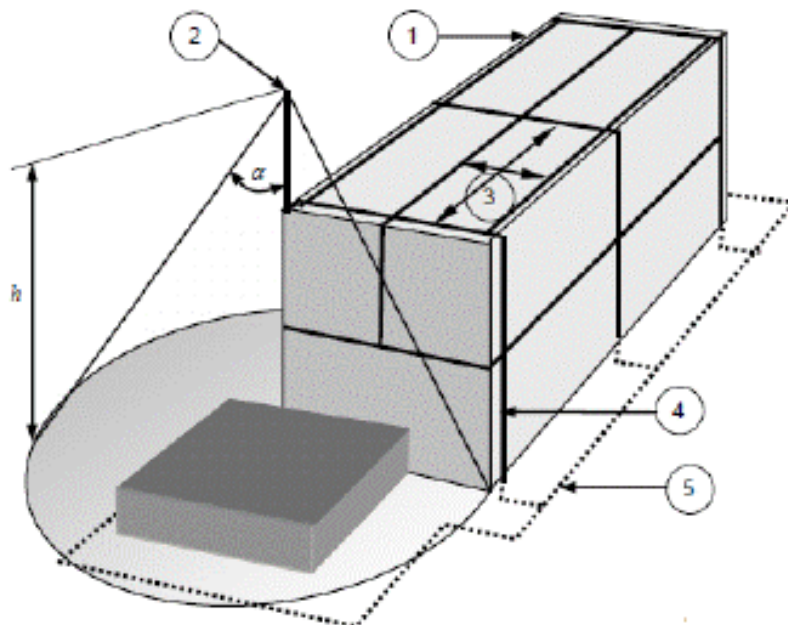
Σχήμα 8.8 – Περιοχή προστασίας ράβδου Φράνκλιν, με την μέθοδο της γωνίας προστασίας

Αντιστοίχως, η περιοχή προστασίας που καθορίζεται από δύο κάθετους συλλεκτήριους ράβδους που ενώνονται μεταξύ τους με ένα τεταμένο σύρμα, είναι αυτή που φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:

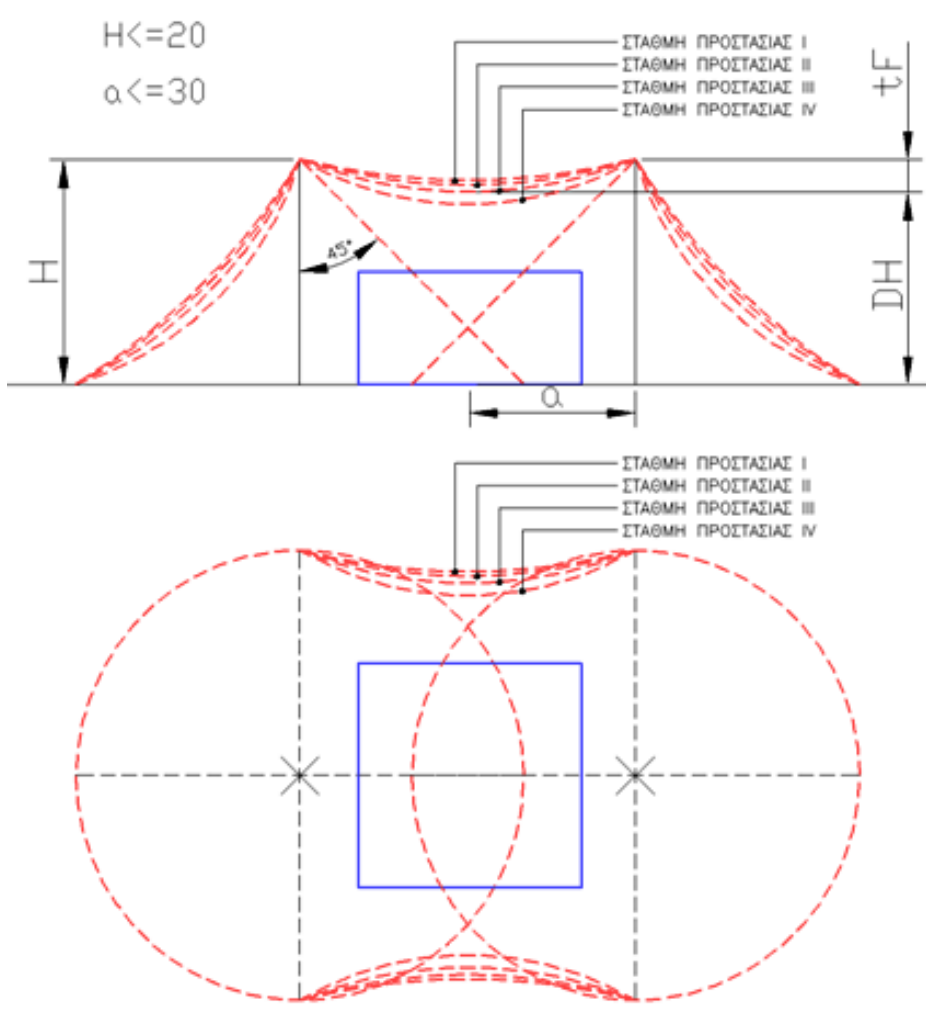


Σχήμα 8.9 – Περιοχή προστασίας δύο συλλεκτήριων ράβδων με την μέθοδο της γωνίας προστασίας

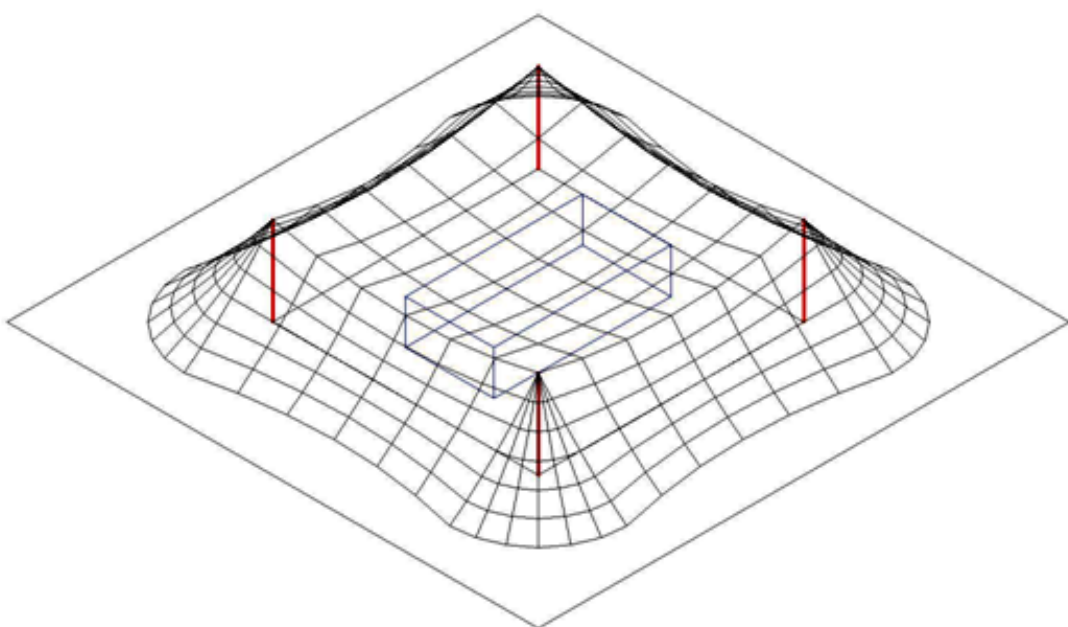
Σύμφωνα με το σχήμα, η γωνία προστασίας διαφέρει, ανάλογα με το ύψος του συλλεκτήριου συστήματος  $\xi$  σε σχέση πάντοτε με την επιφάνεια που πρόκειται να προστατεύσει.



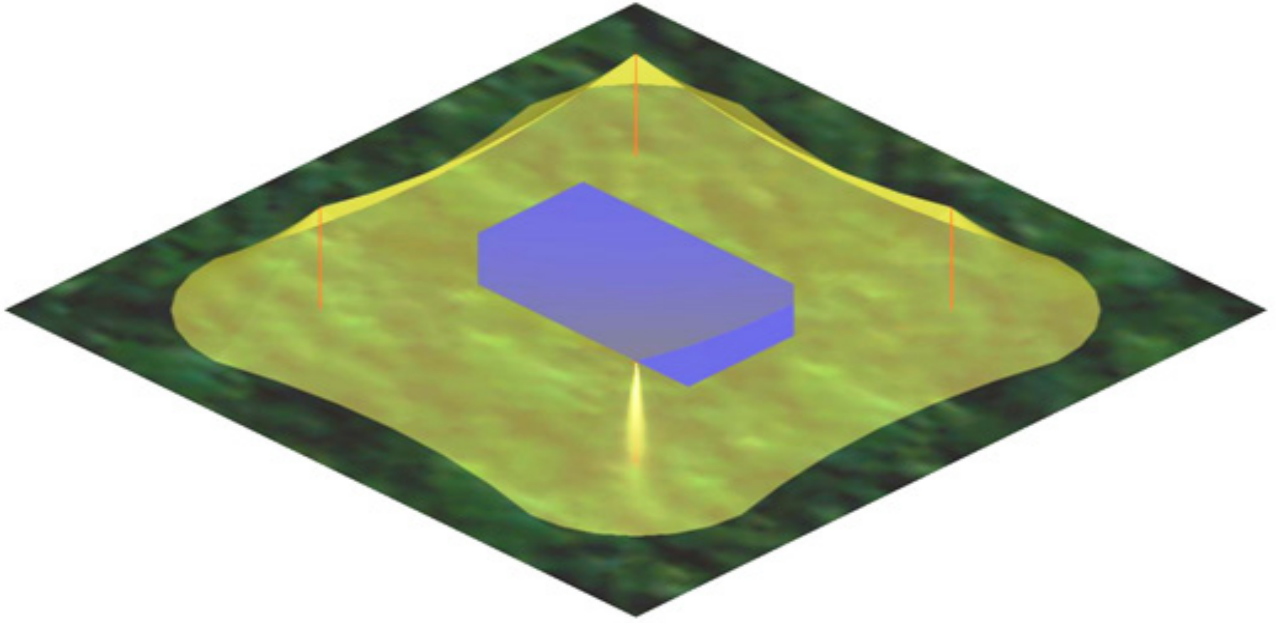
Σχήμα 8.10 – Συνδυασμός μεθόδου κλωβού και μεθόδου γωνίας προστασίας για την προστασία: 1) Συλλεκτήριος αγωγός, 2) Συλλεκτήρια ράβδος, 3) Μέγεθος πλέγματος, 4) Αγωγός καθόδου, 5) Σύστημα γείωσης με περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης,  $\alpha$  : γωνία προστασίας και  $h$ : ύψος συλλεκτήριας ράβδου από το επίπεδο του εδάφους



Σχήμα 8.11 – Συνδυασμός μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας και μεθόδου ακτίνας προστασίας για την προστασία κτιρίου.  $a$ : απόσταση μεταξύ ιστών,  $H$ : ύψος ιστού,  $tf$ : ιδεατός συλλεκτήριος αγωγός



a.



b.

Σχήμα 8.12 – Τρισδιάστατη απεικόνιση του συνδυασμού της μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας και μεθόδου γωνίας προστασίας  $\varphi=45^\circ$  για την προστασία κτιρίου  $10 \times 20 \times 5 \text{m}$ ,  $a: 30 \text{m}$ ,  $H: 10 \text{m}$ ,  $R_b: 60 \text{m}$  (Στάθμη βαθμίδας IV)

Έχει παρατηρηθεί ότι οι πιο πάνω μέθοδοι δεν εξασφαλίζουν 100% προστασία για αντικείμενα που βρίσκονται στα όρια των περιοχών προστασίας. Γι' αυτό πρέπει να κατασκευάζονται πρόσθετες προστασίες με ράβδους ή πυκνούς κλωβούς για συσκευές που βρίσκονται στα όρια της περιοχής προστασίας.





## 9<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ”

#### 9.1 Εισαγωγή

Ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τον σχεδιασμό κτηρίων, αξιοποιώντας το κλίμα κάθε περιοχής και τις φυσικές πηγές ενέργειας για την εξασφάλιση άνετων και υγιεινών συνθηκών. Έχει ως στόχο τη διασφάλιση αποδεκτών κλιματικών συνθηκών και τον περιορισμό κατανάλωσης ενέργειας με όλα τα οφέλη που αυτό συνεπάγεται, όπως περιβαλλοντικά, οικονομικά και ποιότητα ζωής.

Για να επιτευχθεί η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, πρέπει από τη μία πλευρά να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του κτηρίου και από την άλλη πλευρά να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά κέρδη. Τη θερινή φυσικά περίοδο θα πρέπει να επιδιώκεται ο φυσικός δροσισμός με την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών και τη θερμική αποφόρτιση του κτηρίου μέσω του αερισμού και άλλων σχετικών μέτρων.

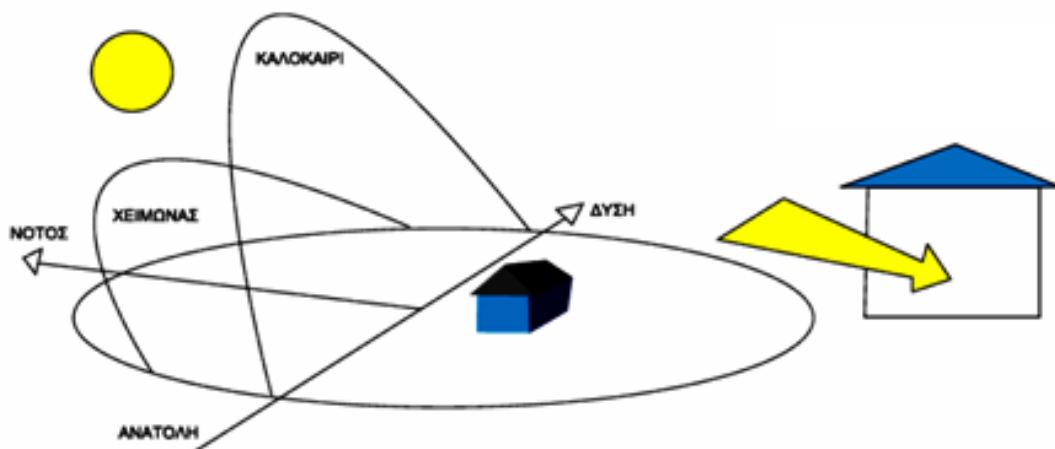
Οι παραπάνω δύο ομάδες θερμικών ροών από και προς το κτήριο, (θερμικές απώλειες - θερμικά κέρδη) συνθέτουν το θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου. Στην περίπτωση που οι θερμικές πρόσδοδοι τη χειμερινή περίοδο δεν επαρκούν για να καλύψουν τις θερμικές απώλειες και αυτό συμβαίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό στα μη θερμομονωμένα συμβατικά κτίρια, προσάγεται στους εσωτερικούς χώρους θερμότητα μέσω της εγκατάστασης θέρμανσης, έτσι ώστε να καλυφθεί η διαφορά στο ισοζύγιο. Συνεπώς το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση είναι να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένα κτίριο στο οποίο η παραπάνω διαφορά να είναι κατά το δυνατό μικρότερη. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτηρίου αποτελεί μια διαδικασία που συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και ένα έδαφος για την αποδοτικότερη εφαρμογή και λειτουργία διαφόρων συστημάτων.

#### 9.2 Περιεχόμενα διαδικασίας

Κατά την διάρκεια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της κατασκευής του κτηρίου θα πρέπει να μελετηθούν και να λυθούν τα παρακάτω βασικά ζητήματα.

### 9.2.1 Προσανατολισμός του κτιρίου

Στην καλύτερη ενεργειακή του απόδοση. Ο βέλτιστος προσανατολισμός επιτυγχάνεται όταν το κτήριο προσανατολίζεται στο νότο. Αυτό σημαίνει ότι τμήματα, τα οποία χρήζουν συχνότερης χρήσης όπως η είσοδος αλλά και τα παράθυρα, πρέπει να προσανατολίζονται προς αυτή την κατεύθυνση. Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που συναντάται σε μεγάλα αστικά κέντρα ή πυκνοκατοικημένες περιοχές είναι ο σκιασμός από γειτονικά κτήρια. Πολλές φορές δηλαδή ακόμη και όταν διασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός, το πλεονέκτημα αυτό στην πράξη καταργείται, λόγω σκιασμού των όψεων από τα απέναντι κείμενα κτήρια (σχέση ύψους κτιρίων - πλάτους δρόμων). Επίσης η χάραξη των μεγάλων δρόμων κυκλοφορίας κατά τον άξονα Ανατολής - Δύσης ή Βορά - Νότου προδιαγράφει και τον κύριο προσανατολισμό των όψεων και δυστυχώς περιορίζει το πλεονέκτημα του νότιου προσανατολισμού περίπου στο 25% των περιπτώσεων. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια τη δυσκολία εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών, την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, κυρίως στα δυτικά, αλλά και ανατολικά προσανατολισμένα κτήρια τη θερινή περίοδο, αλλά βέβαια και την αναγκαστική απομόνωση των βόρεια προσανατολισμένων κτηρίων από τον ήλιο. Γενικά θα μπορούσαν να προταθούν: Η χωροθέτηση του κτηρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτήρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού, το οποίο και καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη. Αν το οικόπεδο είναι νότιο και επιπλέον ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού από διπλανά κτήρια, τότε κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί το κτήριο κατά τον άξονα Ανατολή - Δύση, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του.



Σχήμα 9.1 – Νότιος προσανατολισμός κτηρίου.

### 9.2.2 Χωροθέτηση των δωματίων

Σημαντικό τμήμα της διαδικασίας αποτελεί η λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου. Οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι, ώστε οι αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες να τοποθετηθούν στην νότια πλευρά του κτηρίου (περισσότερο ηλιόλουστη). Αντίθετα οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες θα πρέπει να τοποθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι, εάν υπάρχουν θα πρέπει να προβλεφθούν στην βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους.

### 9.2.3 Θερμική προστασία/μόνωση

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας θα πρέπει να επιλεγούν δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως σε χώρους συνεχούς χρήσης, καθώς και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο.

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο και την διατήρηση των πιθανών θερμικών ηλιακών κερδών για μεγάλο διάστημα στους εσωτερικούς χώρους.

Γενικά ως κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές θα έπρεπε να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματός του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν και οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτήρια συμπαγούς μορφής και να επιτευχθεί ένα άνετο εσωτερικό κλίμα με περιορισμένες καταναλώσεις.



Σχήμα 9.2 – Θερμομονωτικά υλικά (Θερμομονωτικό τούβλο, εξηλασμένη πολυστερίνη και πετροβάμβακας).

### 9.2.4 Μορφή του κτιρίου

Ένα κτήριο μπορεί να διαθέτει μεγάλο ή μικρό αριθμό ανοιγμάτων και να χαρακτηρίζεται αντίστοιχα ως κλειστής ή ανοιχτής μορφής. Από ενεργειακή άποψη η «μορφή» του κτηρίου παίζει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Σε ό,τι αφορά στα ανοίγματα, συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους στις ανατολικές και δυτικές όψεις για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών.



Σχήμα 9.3 – Ανοίγματα σε κτήρια με σκοπό τον φωτισμό

Στις τελευταίες περιπτώσεις οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα βοηθούν σε μία καλή ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο, συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τη θερινή περίοδο, (πχ παραθεριστικές κατοικίες), ενώ μία υπέρ-διαστασιολόγησή τους σε κτήρια και χώρους που λειτουργούν και τη χειμερινή περίοδο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού τους φορτίου. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία.

### 9.2.5 Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγετε από ειδικά συστήματα (αναλύονται στην συνέχεια), θα πρέπει να επιλεγούν δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως σε βιοκλιματικά κτήρια και χώρους συνεχούς χρήσης, καθώς και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο. Η υποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται στον εσωτερικό χώρο με χρονική

καθυστέρηση, η οποία μπορεί να υπολογιστεί έτσι, ώστε να συμπέσει με τις βραδινές ώρες κατά τις οποίες παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση των χώρων.

Σε πολλά παραδείγματα βιοκλιματικών κτηρίων, εφαρμόζονται ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας. Οι αποθήκες αυτές μπορούν να δημιουργούνται με τα ίδια τα δομικά στοιχεία του κελύφους (δάπεδα, τοιχοποιίες) ή να είναι ειδικά διαμορφωμένοι χώροι, γεμάτοι με υλικά που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας (λίθοι, δοχεία νερού κ.α), την οποία στην συνέχεια αποδίδουν στο χώρο είτε εξαναγκασμένα (με χρήση ανεμιστήρων), είτε με φυσικό τρόπο. Η ύπαρξη, το είδος και η έκταση της θερμικής αποθήκης εξαρτάται κυρίως από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα συστήματα που μπορούν να εφαρμόζονται.

### **9.2.6 Παθητικά συστήματα για εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών**

Με την προϋπόθεση ότι έχουν διασφαλιστεί τα μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτήρια και κυρίως ο νότιος προσανατολισμός και οι ισχυρές μόνωσεις στο κέλυφος του, μπορούν στη συνέχεια να προταθούν ειδικά συστήματα για την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται παθητικά και μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν, με συμβατικά υλικά και χωρίς υψηλό κόστος.

#### *9.2.6.1 Το άμεσο ηλιακό κέρδος*

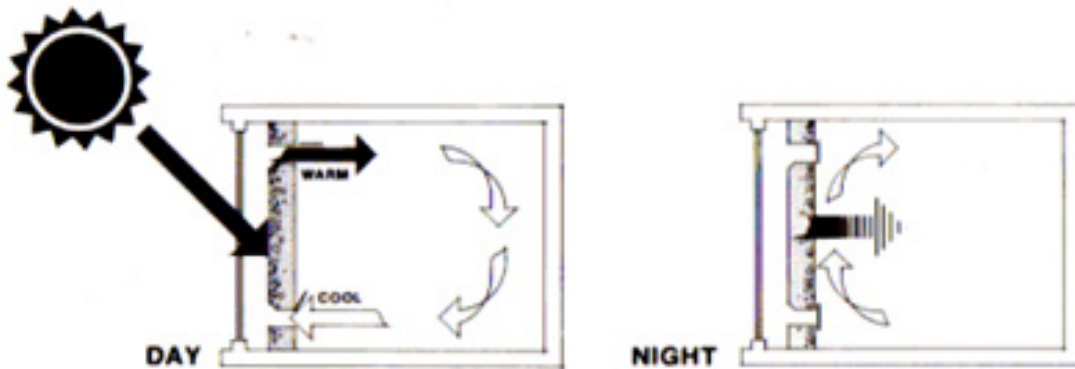
Πρόκειται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση χώρων με άμεσο τρόπο, μέσω ανοιγμάτων κατάλληλου (νότιου) προσανατολισμού. Εκτός από τα ανοίγματα το σύστημα πρέπει να αποτελείται από την απαιτούμενη θερμική μάζα, να γίνεται χρήση δηλαδή στον χώρο εφαρμογής του, υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας. Ανάλογα θα πρέπει να προβλέπεται και η απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση του κελύφους, διπλοί υαλοπίνακες) και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

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

#### *9.2.6.2 Ηλιακοί τοίχοι*

Αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 εκατοστά. Η τοιχοποιία δεν διαθέτει μόνωση και είναι μεγάλης θερμικής μάζας (ονομάζεται τοίχος θερμικής αποθήκευσης) είτε είναι θερμομονωμένη (ονομάζεται θερμοσιφωνικό πάνελ).

Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγμένο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Ο ηλιακός τοίχος λειτουργεί σαν ηλιακός συλλέκτης και η θερμότητα που δημιουργείται μεταφέρεται μέσω της μάζας του τοίχου στον προκείμενο χώρο. Μια ειδική κατηγορία τοίχων θερμικής αποθήκευσης είναι ο τοίχος Trompe-Michel ο οποίος είναι τοίχος θερμικής μάζας και διαθέτει θυρίδες (ως ανοίγματα).



Σχήμα 9.4 – Αρχή λειτουργίας του ηλιακού τοίχου.

#### 9.2.6.3 Προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακοί χώροι)

Πρόκειται για κλειστούς χώρους που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτηριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσιο. Η ηλιακή ακτινοβολία εισερχόμενη, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο(αυξάνοντας την θερμοκρασία του αέρα) ενώ άλλο μέρος της αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου(θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική υστέρηση. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο στο εσωτερικό του κτηρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.



Σχήμα 9.5 – Προσαρτημένα θερμοκήπια σε κτήρια

#### 9.2.6.4 Ηλιακά αίθρια

Είναι οι αίθριοι χώροι του κτηρίου οι οποίοι επικαλύπτονται με υαλοστάσια και η θερμική τους λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή των θερμοκηπίων. Πρέπει να συνδυάζονται με κατάλληλη θερμική προστασία, ικανή θερμική μάζα (για να αποθηκεύεται μέρος της θερμικής ενέργειας και να αποδίδεται σταδιακά στους χώρους, αλλά και με επαρκή συστήματα ηλιοπροστασίας και φυσικού αερισμού για την αποφυγή ανεπιθύμητων συνθηκών.



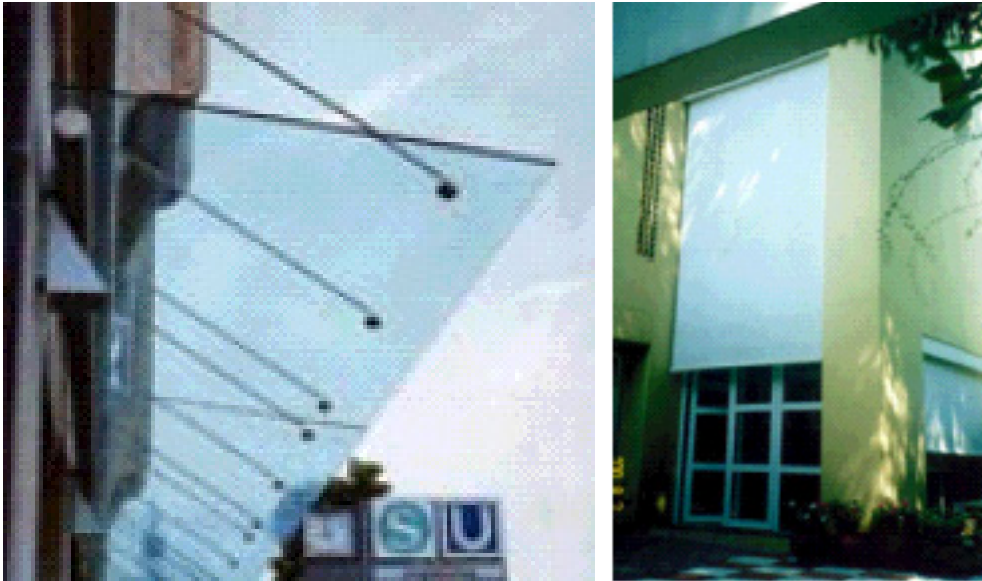
Σχήμα 9.6 – Ηλιακά αίθρια σε κτήρια

#### 9.2.7 Φυσικός δροσισμός/αερισμός

Οι πλέον συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού/αερισμού είναι οι παρακάτω:

##### 9.2.7.1 Η ηλιοπροστασία (σκίαση)

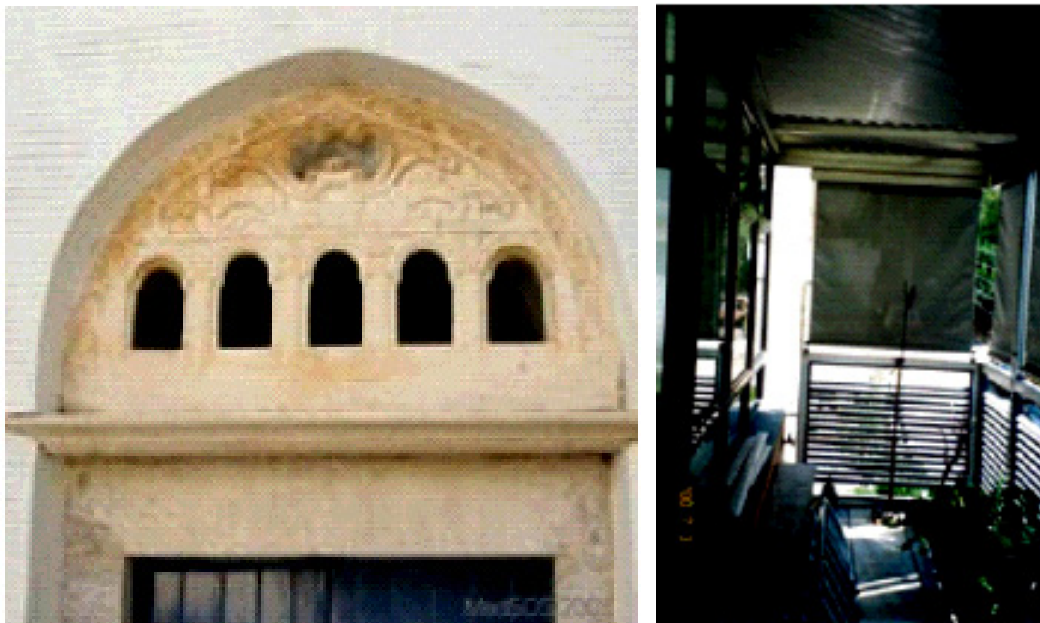
Επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτηρίου, τα σκίαστρα, μόνιμα ή κινητά, εσωτερικά ή εξωτερικά των ανοιγμάτων και οι υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας όπως οι ανακλαστικοί.



Σχήμα 9.7 – Ηλιοστάσια σε κτήρια.

#### 9.2.7.2 Ο φυσικός εξαερισμός

Με τον κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος, επιτρέπεται η κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου. Ειδικότερα ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, ακόμη περισσότερο τις θερμές μέρες τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτηρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κατά την επόμενη μέρα. Επιπρόσθετα η χρήση ανεμιστήρων, ειδικά οροφής, ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

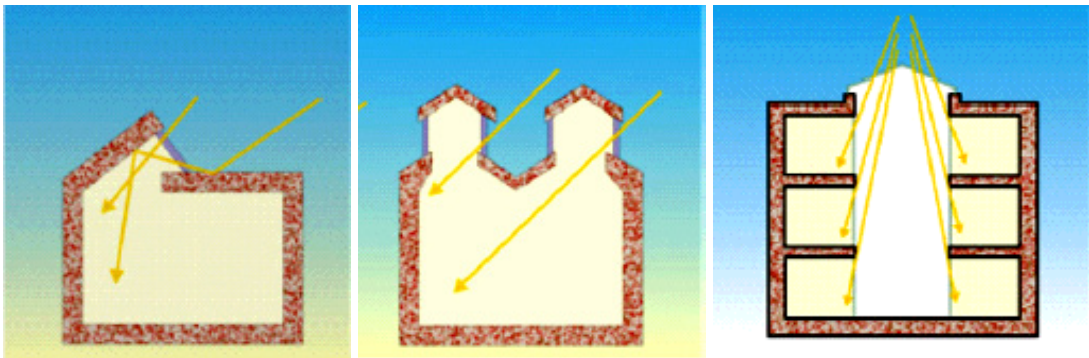


Σχήμα 9.8 – Φυσικός εξαερισμός σε κτήρια



### 9.2.8 Φυσικός φωτισμός

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν εφαρμογές όπως ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία και ανοίγματα οροφής, αίθρια και φωταγωγούς, αξιοποιώντας με τους τρόπους αυτούς το ηλιακό φως. Μπορούν να συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές όπως ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων, οι οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των επιφανειών (υφή, χρώμα, φωτο-διαπερατότητα υλικών) και η χρήση ανακλαστήρων, ώστε να επιτυγχάνεται επάρκεια και ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες φυσικού φωτισμού αφορούν υαλοπίνακες με συγκεκριμένες ιδιότητες, πρισματικά φωτο-διαπερατά στοιχεία, διαφανή μονωτικά υλικά και ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού ή ανακλαστικές περσίδες).



Σχήμα 9.9 – Φυσικός φωτισμός σε κτήρια.

### 9.2.9 Συμπεράσματα

Από τα διάφορα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν παραπάνω μπορούν να προκύψουν κάποια γενικότερα συμπεράσματα για την φύση και την αποδοτικότητα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι διαδικασίες και τα μέτρα που προτείνει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορούν το ν σκελετό του κτηρίου, τα υλικά δόμησης του και τον τρόπο σχεδιασμού του εξωτερικού και του εσωτερικού μέρους. Ως μέτρο δηλαδή ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προσανατολίζεται στο ίδιο το κτήριο, το οποίο σχεδιαζόμενο με βάση τις αρχές του, θα εμφανίζει τελικά τη μεγαλύτερη δυνατή ενεργειακή αυτοδυναμία. Η διαδικασία προϋποθέτει τη μελέτη και τον σχεδιασμό ακόμη και του χώρου τοποθέτησης του κτηρίου, λαμβάνει υπόψη κλιματολογικά και γεωγραφικά δεδομένα, και στη συνέχεια την προχωρά στην σταδιακή ανάπτυξη του κτηρίου με βάση τις βιοκλιματικές αρχές. Λόγω του περιεχόμενου της διαδικασίας γίνεται κατανοητό ότι συνήθως δεν ευνοείται η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε ήδη υπάρχοντα κτήρια. Είναι πιθανόν κάποιες αρχές να κρίνεται αδύνατο να

εφαρμοστούν ή ο επανασχεδιασμός μερών ή της ολότητας του κτίσματος, να αποτελεί μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Επιπρόσθετα κάποια από τα μέτρα του βιοκλιματικού σχεδιασμού απαιτούν ορισμένη έκταση χώρου και προϋποθέτουν την ύπαρξη εξωτερικού χώρου ιδιωτικής χρήσης (πχ ηλιακά αίθρια ή προσαρτημένα θερμοκήπια), γι αυτό και η εφαρμογή τους μπορεί να κρίνεται απαγορευτική σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Συμπερασματικά θα μπορούσε να διαπιστωθεί ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί ένα αποδοτικό και πιο φυσικό τρόπο για την σχεδίαση των νέων κατοικιών ώστε να εξοικονομείται ενέργεια και να επιτυγχάνονται ποιοτικές συνθήκες διαβίωσης. Βέλτιστα αποτελέσματα μπορούν να υπάρχουν σε κατοικίες εκτός αστικών περιοχών όπου διατίθεται επαρκής χώρος για την ανάπτυξη όλων των εφαρμογών.

## 10<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ”

#### 10.1 Γενικοί όροι

Καθεμία από τις συσκευές που χρησιμοποιείται στα πλαίσια της οικίας για την ικανοποίηση καθημερινών αναγκών, καταναλώνει κάποια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος. Αναλυτικότερα, με τον όρο οικιακές συσκευές γίνεται αναφορά στα ηλεκτρικά συστήματα (φούρνος, ψυγείο κ.α), στα ηλεκτρονικά συστήματα (τηλεόραση, DVD, H/Y κ.α), στα συστήματα ψύξης και θέρμανσης (ηλεκτρικό καλοριφέρ, κλιματισμός κ.α) και στα συστήματα φωτισμού (λαμπτήρες), που χρησιμοποιούν το ηλεκτρικό ρεύμα ως πηγή λειτουργίας.

Το άθροισμα της ισχύος όλων αυτών των συσκευών που αναφέρθηκαν, ορίζεται ως η “εγκατεστημένη ισχύ” του σπιτιού. Αυτή είναι και τυπικά η μέγιστη ισχύς που μπορεί να καταναλωθεί.

$$\text{Εγκατεστημένη ισχύς} = \text{Άθροισμα ισχύος συνόλου οικιακών συσκευών} \quad (10.1)$$

Σε πραγματικές συνθήκες, οι ενεργειακές ανάγκες της οικίας είναι αρκετά μικρότερες από την τιμή της «εγκατεστημένης ισχύος». Είναι λογικά απίθανο να ανάψουν όλες οι ηλεκτρικές συσκευές ταυτόχρονα, ενώ οι χρήσεις πολλών από αυτές είναι συχνά ασύμβατες μεταξύ τους στο ίδιο χρονικό διάστημα (π.χ. το στερεοφωνικό συγκρότημα και η τηλεόραση).

Η πραγματική ισχύς που καταναλώνεται όταν είναι αναμμένος ο μέγιστος, πρακτικά, αριθμός συσκευών ορίζεται ως “ισχύς αιχμής”. Αυτή την τιμή καλείται το εκάστοτε σύστημα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται, να μπορεί να καλύψει όταν και για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί.

$$\text{Ισχύς αιχμής} = \text{Μέγιστη πραγματικά καταναλισκόμενη ισχύς} \quad (10.2)$$

Παράλληλα είναι σημαντικό, να υπολογίζεται μέσα από στατιστικές διαδικασίες η «μέση ισχύς» της μηνιαίας κατανάλωσης της οικίας, ώστε να προσδιορίζεται σαφέστερα η

κατάσταση. Η μέση τιμή ισχύος, αποτελεί ουσιαστικά την λογική τιμή που θα πρέπει το σύστημα να μπορεί να παρέχει συνεχώς και φυσικά διαφέρει ανάλογα με το εκάστοτε σενάριο χρήσης.

$$\text{Μέση ισχύς} = \text{Μέση μηνιαία καταναλισκόμενη ισχύς.} \quad (10.3)$$

Η ισχύς της κάθε συσκευής αναγράφεται επάνω σε αυτήν στο σημείο που ονομάζεται ενεργειακή ετικέτα, ενώ ως μονάδα μέτρησης έχει οριστεί το Watt.

1 Watt (W) : Η μονάδα μέτρησης ισχύος

1 kW = 1.000 W : Η πολλαπλάσια μονάδα μέτρησης

1 Wh : Η ποσότητα καταναλισκόμενης ενέργειας από ισχύ 1W σε 1 ώρα.

Λαμβάνοντας υπόψη το μέσο όρο, ωρών λειτουργίας της συσκευής κατά τη διάρκεια της ημέρας υπολογίζεται «ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση συσκευής».

$$\text{Ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση συσκευής} = \text{Ενεργειακή κατανάλωση σε 24 ώρες} \quad (10.4)$$

Συχνά στην ενεργειακή ετικέτα δεν αναφέρεται απευθείας η ενεργειακή κατανάλωση της συσκευής σε Watt αλλά δίνεται η ένταση της σε μονάδες Amber και η τάση της σε μονάδες Volt. Οι τρεις αυτές μονάδες μέτρησης αναφέρονται σε τρία διαφορετικά χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού ρεύματος και συνδέονται μεταξύ τους με μια σημαντική σχέση ισότητας. Ισχύουν τα εξής:

AMBER (A) : Μονάδα μέτρησης της έντασης του ρεύματος

VOLT (V) : Μονάδα μέτρησης της τάσης του ρεύματος

WATT (W) : Μονάδα μέτρησης της ισχύος του ρεύματος

Σχέση υπολογισμού της ισχύος P σε (W):

$$P = V \times I \quad (10.5)$$

## 10.2 Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης

Με βάση τις έννοιες και τις υπολογιστικές σχέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, πραγματοποιούμε μελέτη της ενεργειακής κατανάλωσης των οικιακών συσκευών. Προσδιορίζουμε ορισμένες σταθερές και παράγοντες που ποικίλουν ανάλογα με το εκάστοτε σενάριο χρήσης και υπολογίζουμε τελικά ένα εύρος ενεργειακής κατανάλωσης μέσα στο οποίο κυμαίνονται οι συνήθεις οικιστικοί χώροι σήμερα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιείται για τον σαφέστερο προσδιορισμό των ενεργειακών αναγκών που εμφανίζει ο χώρος της κατοικίας.

### 10.2.1 Προσδιορισμός παραγόντων

Οι οικιακές συσκευές που κυκλοφορούν στην αγορά μπορούν να διαφέρουν μεταξύ τους σε αρκετά μεγάλο βαθμό όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση και τα χαρακτηριστικά απόδοσης τους. Το γεγονός αυτό μεταφράζεται σε διαφορά στις ενεργειακές ανάγκες κατοικιών με τα ίδια χαρακτηριστικά.

Για τον γενικότερο προσδιορισμό της κατάστασης συγκεντρώθηκε και καταγράφηκε το εύρος των τιμών της ενεργειακής κατανάλωσης της κάθε συσκευής (κατώτερη έως ανώτερη τιμή ισχύος σε μονάδες Watt) ώστε να χρησιμοποιηθεί ένας μέσος όρος αυτών στους μετέπειτα υπολογισμούς. Επιλέχθηκαν γενικά οι πλέον συνήθεις οικιακές συσκευές των οποίων η παρουσία είναι σχεδόν πάντα βέβαια στα πλαίσια μιας κατοικίας.

Είναι επίσης αναμενόμενο, όσο αυξάνεται το μέγεθος μιας κατοικίας να αυξάνεται και ο αριθμός συσκευών που εμπεριέχονται σε αυτή (μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες). Επιλέχθηκαν για τον γενικότερο προσδιορισμό και αυτού του παράγοντα, δυο άκρα μεγέθους κατοικιών και καταγράφηκε ο μέσος αριθμός της κάθε συσκευής που μπορεί να υπάρχει στα πλαίσια τους. Τα δυο αυτά μεγέθη κατοικιών ( $50 \text{ m}^2$  και  $200 \text{ m}^2$ ) αποτελούν αρκετά συνήθεις μορφές για αυτό και επιλέχθηκαν ως τα άκρα του εύρους μελέτης. Τα στοιχεία διαφαίνονται στους παρακάτω πίνακες (Πηγές: ΔΕΗ & Κέντρο προστασίας καταναλωτών)

**Πίνακας 10.1 – Ενεργειακή Κατανάλωση βασικών οικιακών συσκευών**

<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ</b>	<b>ΙΣΧΥΣ (Watt)</b>
Βίντεο / dvd player	20-50
Εκτυπωτής	100
H/Y (standby)	300/30
Ηλεκτρική Σκούπα	1400-2400
Ηλεκτρικό καλοριφέρ	2000
Ηλεκτρικό σίδερο	1000-1800
Θερμοσίφωνας	2000-4000
Κλιματιστικό	1000
Λαμπτήρας εξοικονόμησης	5-40
Λαμπτήρας πυράκτωσης	25-200
Πλυντήριο πιάτων	1200-2400
Πλυντήριο ρούχων	1400-2800
Στερεοφωνικό	70-400
Τηλέοραση 19'	65-110
Τηλέοραση 27'	113
Τηλέοραση 36'	133
Φορητός H/Y	50
Φούρνος	2000-2700
Φούρνος μικροκυμάτων	400-1100
Ψυγείο	90-110

**Πίνακας 10.2 – Αριθμός βασικών οικιακών συσκευών για οικίες 50m<sup>2</sup> & 200m<sup>2</sup>.**

<b>ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (50 m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (200 m<sup>2</sup>)</b>
Βίντεο / dvd player	1	2
Εκτυπωτής	1	2
H/Y (standby)	2	2
Ηλεκτρική Σκούπα	1	2
Ηλεκτρικό καλοριφέρ	1	3
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1
Θερμοσίφωνας	1	1
Κλιματιστικό	2	4
Λαμπτήρας πυράκτωσης	10	50
Πλυντήριο πιάτων	1	1
Πλυντήριο ρούχων	1	1
Στερεοφωνικό	1	2
Τηλέοραση	1	3
Φορητός H/Y	2	2
Φούρνος	1	2
Φούρνος μικροκυμάτων	1	1
Ψυγείο	1	2

### 10.2.2 Πίνακες μέτρησης

Στον παρακάτω πίνακα τοποθετήθηκαν συγκεντρωτικά όλα τα στοιχεία τα οποία αναφέρθηκαν μέχρι τώρα. Αυτά συμπεριλαμβάνουν τις τιμές ενεργειακής κατανάλωσης των διαφόρων συσκευών, το μέσο όρο ωρών λειτουργίας ανά ημέρα και τον αριθμό συσκευών που κατά μέσο όρο υπάρχουν σε μια κατοικία 50 και 200 m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκε η ημερήσια κατανάλωση σε ρεύμα του κάθε τύπου συσκευής για την κάθε περίπτωση μεγέθους της κατοικίας.

**Πίνακας 10.3 – Ενεργειακή Κατανάλωση βασικών οικιακών συσκευών για οικίες 50m<sup>2</sup> & 200m<sup>2</sup>.**

ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΙΣΧΥ ΗΛΕΚΤΡ. ΣΥΣΚΕΥΩΝ (Watt)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑ ΜΕΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (50m <sup>2</sup> )	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (200m <sup>2</sup> )	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (Wh) (50m <sup>2</sup> )	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (Wh) (200m <sup>2</sup> )
Κλιματιστικό	1000	4	1	3	4000	12000
Βίντεο / dvd player	35	3	1	2	105	210
Εκτυπωτής	100	¼	1	2	25	50
H/Y (standby)	100	3	1	2	300	600
Ηλεκτρική Σκούπα	1400	1	1	1	1400	1400
Ηλεκτρικό καλοριφέρ	2000	3	1	1	6000	6000
Ηλεκτρικό σίδερο	1400	1	1	1	1400	1400
Θερμοσίφωνας	2000	1	1	1	2000	2000
Λαμπτήρας εξοικονόμησης	20	8	10	50	1600	8000
Λαμπτήρας πυράκτωσης	100	8	10	50	8000	40000
Πλυντήριο πιάτων	1800	1	1	1	1800	1800
Πλυντήριο ρούχων	2000	1	1	1	2000	2000
Τηλεόραση	100	5	1	3	500	1500
Φορητός H/Y	50	3	1	2	150	300
Φούρνος	2350	2	1	1	4700	4700
Φούρνος μικροκυμάτων	750	1	1	1	750	750
Ψυγείο	100	24	1	2	2400	4800

Αθροίζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα μπορεί να υπολογιστεί το εύρος της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης για οικίες από 50 έως 200 m<sup>2</sup>. Οι τιμές κατανάλωσης που προκύπτουν είναι:

Ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση οικίας 50 m<sup>2</sup> → 37,130 Wh ή 37,17 KWh

Ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση οικίας 200 m<sup>2</sup> → 87.510 Wh ή 87,51 KWh

Αναλυτικότερα η μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση φαίνεται να προέρχεται από τις πηγές κλιματιστικό, φωτισμός, ηλεκτρικό καλοριφέρ και ψυγείο. Κάποια από τα είδη αυτά αποτελούν εξαιρετικά ενεργοβόρες συσκευές, καταναλώνουν δηλαδή μεγάλα ποσά ενέργειας για την λειτουργία τους. Κάποιες άλλες από τις συσκευές που προαναφέρθηκαν, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά και λειτουργούν για αρκετές ώρες κάθε μέρα με αποτέλεσμα να εμφανίζουν πολύ υψηλή κατανάλωση ακόμη και αν δεν θεωρούνται ιδιαίτερα ενεργοβόρες.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά καθαρά την κατανάλωση, ως οι πλέον ενεργοβόρες συσκευές χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα, ο ηλεκτρικός φούρνος, το πλυντήριο, ο θερμοσίφωνας και το ηλεκτρικό καλοριφέρ.

Αντίστοιχα διαφαίνονται και οι συσκευές που καταναλώνουν πολύ μικρά ποσοστά ρεύματος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως οι ηλεκτρονικές συσκευές όπως ο Η/Υ (επιτραπέζιος ή laptop), ο εκτυπωτής ή η τηλεόραση, το DVD / video player αλλά και ο λαμπτήρας.

### 10.3 Συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης & ενεργειακή σήμανση

Τα τελευταία χρόνια στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής και της εθνικής πολιτικής, έχει θεσπιστεί μια σειρά από θεσμικά μέτρα με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στο οικιακό τομέα. Στα μέτρα αυτά συμπεριλαμβάνεται η χρήση λιγότερο ενεργοβόρων οικιακών συσκευών αλλά και η ενεργειακή σήμανση των νέων συσκευών.

#### 10.3.1 Ηλεκτρικές συσκευές – ενεργειακή ετικέτα

Για την ενεργειακή σήμανση των ηλεκτρικών οικιακών συσκευών χρησιμοποιείται μια τυποποιημένη ενεργειακή ετικέτα ώστε να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη από τους καταναλωτές σε όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. Η επικόλληση της ενεργειακής ετικέτας στα καταστήματα πώλησης και τις εκθέσεις ηλεκτρικών ειδών είναι υποχρεωτική και πρέπει να τοποθετείται σε εμφανές σημείο.

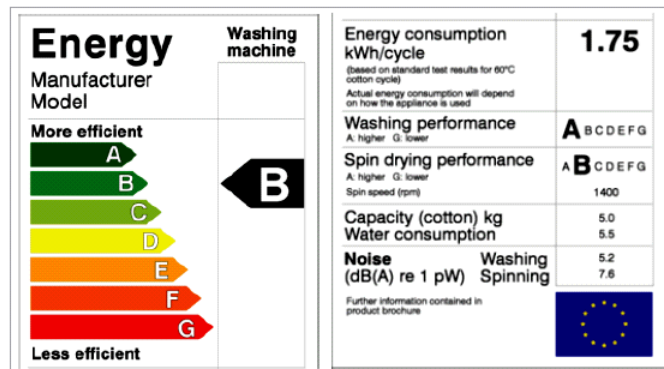
Οι οικιακές συσκευές στις οποίες γίνεται αναφορά είναι:

- Ψυγεία, καταψύκτες και οι συνδυασμοί τους
- Πλυντήρια ρούχων
- Στεγνωτήρια ρούχων



- Συνδυασμένα πλυντήρια-στεγνωτήρια ρούχων
- Πλυντήρια πιάτων
- Ηλεκτρικοί φούρνοι
- Κλιματιστικές συσκευές

Στόχος της ενεργειακής ετικέτας είναι να πληροφορεί τον καταναλωτή για συγκεκριμένα σημαντικά ενεργειακά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής συσκευής, ώστε να έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει την αποδοτικότητα και τα επιμέρους χαρακτηριστικά μεταξύ των διαφόρων συσκευών που επιθυμεί να αγοράσει.



Σχήμα 10.1 – Ενεργειακή ετικέτα πλυντηρίου ρούχων.

Αναλυτικότερα η ενεργειακή ετικέτα περιέχει πληροφορίες:

- 4) Για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της συσκευής σε kWh. Για κάποιες συσκευές η τιμή αυτή αναφέρεται στην κατανάλωση κατά τη διάρκεια του έτους (π.χ. ψυγεία), ενώ για κάποιες άλλες, στην κατανάλωση ενός τυπικού κύκλου (π.χ. πλυντήρια ρούχων ή πιάτων).
- 5) Για την ενεργειακή απόδοση της οικιακής συσκευής μέσω τις οποίας ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την πιο ενεργειακά αποδοτική, ανάμεσα σε πλήθος διαφορετικών οικιακών συσκευών. Ανάλογα με την ενεργειακή τους απόδοση οι συσκευές κατατάσσονται σε 7 κατηγορίες που ορίζονται με τα λατινικά γράμματα A,B,C,D,E,F,G με την κατηγορία A να αποτελεί την πλέον ενεργειακά αποδοτική και την κατηγορία G την λιγότερο αποδοτική. Ειδικότερα για τα ψυγεία και τον συνδυασμό τους έχουν θεσπιστεί δυο επιπλέον κατηγορίες η A+ και η A++. Ο χαρακτηρισμός μια συσκευής ως περισσότερο ή λιγότερο αποδοτικής σχετίζεται με την κατανάλωση της σε ηλεκτρικό ρεύμα. Έτσι για την παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος η πλέον αποδοτική συσκευή καταναλώνει σαφώς λιγότερη ενέργεια.

- 6) Για τα σημαντικά λειτουργικά και τεχνικά χαρακτηριστικά της οικιακής συσκευής που θα βοηθήσουν στην επιλογή της πλέον κατάλληλης, ανάλογα με τα κριτήρια και τις ανάγκες που υπάρχουν. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορούν περιλαμβάνουν την χωρητικότητα, την διάρκεια ζωής ή το επίπεδο θορύβου λειτουργίας.
- 7) Σημαντική ένδειξη στην ενεργειακή ετικέτα αποτελεί και το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα (Eco Label) το οποίο απονέμεται αποκλειστικά σε επιλεγμένες ηλεκτρικές συσκευές που ανταποκρίνονται σε πιστοποιημένα υψηλά πρότυπα περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης. Οι συσκευές που φέρουν το σήμα αυτό είναι κατά κανόνα συσκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση και υψηλά περιβαλλοντικά κριτήρια κατασκευής και λειτουργίας.

Σε κάθε περίπτωση, η ενεργειακή απόδοση και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά των συσκευών έχουν υπολογιστεί με βάση κοινά πρότυπα μετρήσεων (stand ard) για όλες τις ομοειδείς συσκευές επομένως είναι άμεσα συγκρίσιμα.

### 10.3.2 Λαμπτήρες φωτισμού

Οι λαμπτήρες φωτισμού κατατάσσονται επίσης σε κλίμακα ενεργειακής απόδοσης A-G. Εδώ η ενεργειακή ετικέτα περιέχει πληροφορίες για την φωτεινή ροή (lumen), την ονομαστική ισχύ (W) και τη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα (ώρες λειτουργίας).

Διατίθενται εμπορικά πολλών ειδών λαμπτήρες για διάφορες εφαρμογές, όπως οι λαμπτήρες βολφραμίου, αλογόνου, ατμών νατρίου και ατμών υδρογόνου. Επιπρόσθετα υπάρχουν οι λεγόμενοι λαμπτήρες οικονομίας στους οποίους ανήκουν οι λαμπτήρες φθορισμού και οι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες. Η κατανάλωση ρεύματος για φωτισμό μπορεί να περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό με την χρήση των τελευταίων αντί των κλασσικών.

#### 10.3.2.1 Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Η λειτουργία των λαμπτήρων πυρακτώσεως βασίζεται στη θέρμανση μέχρι λευκοπυρώσεως, ενός μεταλλικού νήματος βολφραμίου, εγκατεστημένου σε γυάλινο κώδωνα, κενό ή γεμισμένο με αδρανές υπό πίεση αέριο, ώστε να περιορίζεται η εξάχνωση του βολφραμίου και να μειώνεται η θερμοκρασία του νήματος. Οι λαμπτήρες αυτού του είδους έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης, η φωτεινή ροή τους ρυθμίζεται εύκολα, προσφέρουν άριστη απόδοση χρωμάτων και λειτουργούν χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε

θέση (οριζόντια, κατακόρυφη, διαγώνια). Παράλληλα, αποτελούν το πλέον ενεργοβόρο είδος λαμπτήρων και παρουσιάζουν την χειρότερη σχέση κατανάλωσης – απόδοσης φωτεινότητας.

### 10.3.2.2 Λαμπτήρες φθορισμού

Οι λαμπτήρες φθορισμού αποτελούνται από ένα σωλήνα που περιέχει προσμείξεις ευγενών αερίων και μικρή ποσότητα υδραργύρου. Στα άκρα του σωλήνα βρίσκονται δυο ηλεκτρόδια, τα οποία όταν τεθούν υπό επαρκή τάση προκαλούν εκκένωση του αερίου στο εσωτερικό του σωλήνα, η οποία και παράγει την ακτινοβολία.

Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση (περίπου τριπλάσια) σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενώ η διάρκεια ζωής τους μπορεί να ξεπερνά τις 6.000 ώρες.



Σχήμα 10.2 – Λαμπτήρες Πυρακτώσεως (Αριστερά) – Λαμπτήρες φθορισμού (Δεξιά).

### 10.3.2.3 Ηλεκτρονικοί λαμπτήρες φθορισμού

Οι σύγχρονοι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες φθορισμού μπορούν επίσης να αντικαταστήσουν τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Έχουν μικρές διαστάσεις και προσφέρουν την ίδια ποιότητα φωτισμού με τους κοινούς λαμπτήρες, έχοντας την ίδια φωτεινότητα, ενώ καταναλώνουν μέχρι 5 φορές λιγότερο ρεύμα. Έχουν 10 φορές μεγαλύτερο μέσο χρόνο ζωής από τους κοινούς λαμπτήρες (10.000 ώρες).

Λαμπτήρας οικονομίας	Λαμπτήρας πυρακτώσεως
5 Watt	25 Watt
7 Watt	40 Watt
11 Watt	60 Watt
20 Watt	100 Watt
23 Watt	120 Watt

Σχήμα 10.3 – Αντιστοιχία ισχύος σε λαμπτήρες οικονομίας και σε λαμπτήρες πυρακτώσεως για το ίδιο επίπεδο φωτισμού.

## 10.4 Ηλεκτρονικές συσκευές

Οι ηλεκτρονικές συσκευές εμφανίζουν σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα την πλέον χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, ενώ οι περισσότερες από αυτές μπορούν να ενταχθούν στα πλαίσια ενός κοινού χώρου όπως ο χώρος εργασίας ή ψυχαγωγίας μέσα στο σπίτι. Ιδιαίτερα ευνοϊκό σενάριο κατανάλωσης εμφανίζουν οι συσκευές στα πλαίσια του γραφείου όπως είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο σαρωτής και ο εκτυπωτής καθώς δεν καταναλώνουν πολύ αλλά και χρησιμοποιούνται διακοπτόμενα.

Πραγματοποιείται στη συνέχεια μια περαιτέρω έρευνα όσον αφορά στη χρήση και συνεπώς στην κατανάλωση σε ηλεκτρικό ρεύμα των συσκευών αυτών.

### 10.4.1 Ηλεκτρονικός υπολογιστής

Ο Η/Υ που χρησιμοποιείται στα πλαίσια του γραφείου μπορεί να είναι επιτραπέζιος ή φορητός (laptop) και η ενεργειακή κατανάλωση στις δυο περιπτώσεις διαφέρει περίπου στο διπλάσιο, με πιο ενεργοβόρο τον επιτραπέζιο τύπο. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε ένα βαθμό και στα διαφορετικά τμήματα από τα οποία αποτελείται ένας επιτραπέζιος υπολογιστής (οθόνη, επεξεργαστής, πιθανά πρόσθετα όπως εξωτερικά ηχεία) τα οποία και μεταφράζονται σε επιπλέον ανάγκες για ρεύμα.

Γενικότερα οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός υπολογιστή δεν είναι υψηλές, ακόμη και αν μένει ανοιχτός αρκετές ώρες, ενώ υπάρχουν χαρακτηριστικά και ενέργειες που συμβάλλουν σε ακόμη μικρότερη κατανάλωση, όπως:

- Μπορούν να περιέλθουν σε κατάσταση χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα που δεν χρησιμοποιούνται (κατάσταση αδράνειας ή αλλιώς sleep-mode). Στην κατάσταση αυτή (εξοικονόμησης ενέργειας), καταναλώνεται μέχρι και 60% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια.
- Η επιλογή “Μαύρη Οθόνη” από το μενού προφύλαξη οθόνης, μπορεί να παρέχει μια εξοικονόμηση 7,5W σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη επιλογή που περιέχει κινούμενα γραφικά.
- Το σκούρο φόντο τη οθόνης καταναλώνει περίπου 25% λιγότερη ενέργεια από ένα ανοιχτόχρωμο.
- Οι νέοι υπολογιστές χρησιμοποιούν υλικό 3,3V αντί για 5.0V που χρησιμοποιούσαν οι παλαιότεροι υπολογιστές. Αυτό μεταφράζεται σε μείωση της κατανάλωσης κατά 40 με 50%.

- Τα laptop είναι οι πιο αποδοτικοί υπολογιστές από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας. Καταναλώνουν 10% ή ακόμα λιγότερη ενέργεια από ότι ένας Η/Υ και έχουν ρυθμίσεις για χαμηλή ενεργειακή χρήση.

#### 10.4.2 Εκτυπωτής ή σαρωτής

Οι δυο αυτές ηλεκτρονικές συσκευές δεν είναι ενεργοβόρες και επιπρόσθετα διαθέτουν το χαρακτηριστικό δεν ότι χρησιμοποιούνται συνεχώς αλλά για σύντομο χρονικό διάστημα(μπορεί περισσότερες από μια φορές μέσα στη μέρα). Η συνολική ενεργειακή τους κατανάλωση είναι κατά συνέπεια αρκετά μικρή. Στην περίπτωση αυτών των συσκευών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Όταν παραμένουν ανοιχτές ακόμα και αν δεν επιτελούν κάποια λειτουργία καταναλώνουν(άσκοπα) ποσότητες ρεύματος γι αυτό είναι σκόπιμο να κλείνουν.
- Οι νέες συσκευές διαθέτουν λειτουργία διαχείρισης ενέργειας που συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση. Οι εκτυπωτές που έχουν ενεργειακή αποδοτικότητα μειώνουν την ενέργεια κατά 50% όταν δεν βρίσκονται σε λειτουργία κα παραμένουν ανοιχτοί. Οι εκτυπωτές laser καταναλώνουν πολύ περισσότερη ενέργεια (μπορεί να φτάνει και το 95%) από τους συμβατικούς.

### 10.5 Κατανάλωση σε φάση αναμονής

Η κατανάλωση ενέργειας μιας συσκευής χαρακτηρίζεται από διάφορους τρόπους λειτουργίας. Η συσκευή λέμε ότι βρίσκεται σε φάση λειτουργίας (on-mode) όταν εκτελεί τη λειτουργία της, σε φάση αναμονής (stand-by mode) όταν παίρνει έστω και λίγο ρεύμα αλλά δεν εκτελεί την κύρια λειτουργία της και σε φάση διακοπής (off-mode) όταν δεν εκτελεί καμία λειτουργία και δεν καταναλώνει καθόλου ρεύμα.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η κατανάλωση ρεύματος σε φάση αναμονής αφορά κυρίως ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές όπως τηλεοράσεις, βίντεο, στερεοφωνικά, υπολογιστές, φορτιστές και γενικώς συσκευές που σε φάση αναμονής παραμένουν υπό τάση και εκτελούν συνήθως κάποια δευτερεύουσα βοηθητική λειτουργία όπως ένδειξη ώρας, λειτουργίες υπενθύμισης ή φωτεινές ενδείξεις αναμονής. Η κατανάλωση ρεύματος σε φάση αναμονής δεν αφορά συσκευές που λόγω της φύσης της λειτουργίας τους παραμένουν συνεχώς συνδεδεμένες με την παροχή ρεύματος ή δεν έχουν φάση αναμονής και ο χειρισμός τους γίνεται με διακόπτη ανοίγματος κλεισίματος από την παροχή ρεύματος (πχ λάμπες, θερμοσίφωνες)

Η κατανάλωση ενέργειας σε φάση αναμονής είναι πολύ σημαντική παρόλο που φαινομενικά η συσκευή καταναλώνει ελάχιστο ρεύμα. Αυτό συμβαίνει γιατί η κατανάλωση στην περίπτωση αυτή γίνεται σε 24ωρη βάση κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου με αποτέλεσμα τη σπατάλη μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας.

## 10.6 Συμπεράσματα

Οι οικιακές συσκευές χρησιμοποιούνται για την ικανοποίηση πληθώρας αναγκών σε καθημερινή βάση και μπορούν ανάλογα με την τεχνολογία που διαθέτουν αλλά και ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης τους να καταναλώνουν ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος.

Στην κατηγορία των ενεργοβόρων συσκευών κατατάσσονται κυρίως οι ηλεκτρικές συσκευές, ιδιαίτερα όσες εμφανίζουν παρατεταμένη ή και συνεχή χρήση μέσα στη μέρα. Εμφανίζεται παράλληλα και μια κατηγορία συσκευών, η οποία εμπεριέχει κυρίως τις ηλεκτρονικές, που καταναλώνουν χαμηλά ποσοστά ρεύματος κατά την χρήση τους.

Γενικότερα η χρήση πολλαπλών συσκευών σε τακτά διαστήματα οδηγεί αθροιστικά σε πολύ υψηλές τιμές συνολικής ημερήσιας κατανάλωσης δικαιολογώντας παράλληλα και το χαρακτηρισμό του οικιακού τομέα ως έναν από τους πλέον ενεργοβόρους στην παγκόσμια ενεργειακή κατάταξη.

Οι συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ή υψηλής αποδοτικότητας αποτελούν ένα αρκετά αποτελεσματικό μέτρο για την επίτευξη του στόχου μείωσης της γενικής κατανάλωσης και εξελίσσονται συνεχώς καλύπτοντας όλο και περισσότερες κατηγορίες συσκευών. Επιπρόσθετα εμφανίζουν μεγαλύτερη απόδοση και καλύτερη ποιότητα στη λειτουργία τους.

Η γενική κατανάλωση σε ρεύμα όμως συνεχίζει να υπάρχει και σίγουρα παραμένει υψηλή σε καθημερινή βάση, καθώς η χρήση των διαφόρων συσκευών στα πλαίσια μιας κατοικίας χαρακτηρίζεται πλέον αναγκαία.

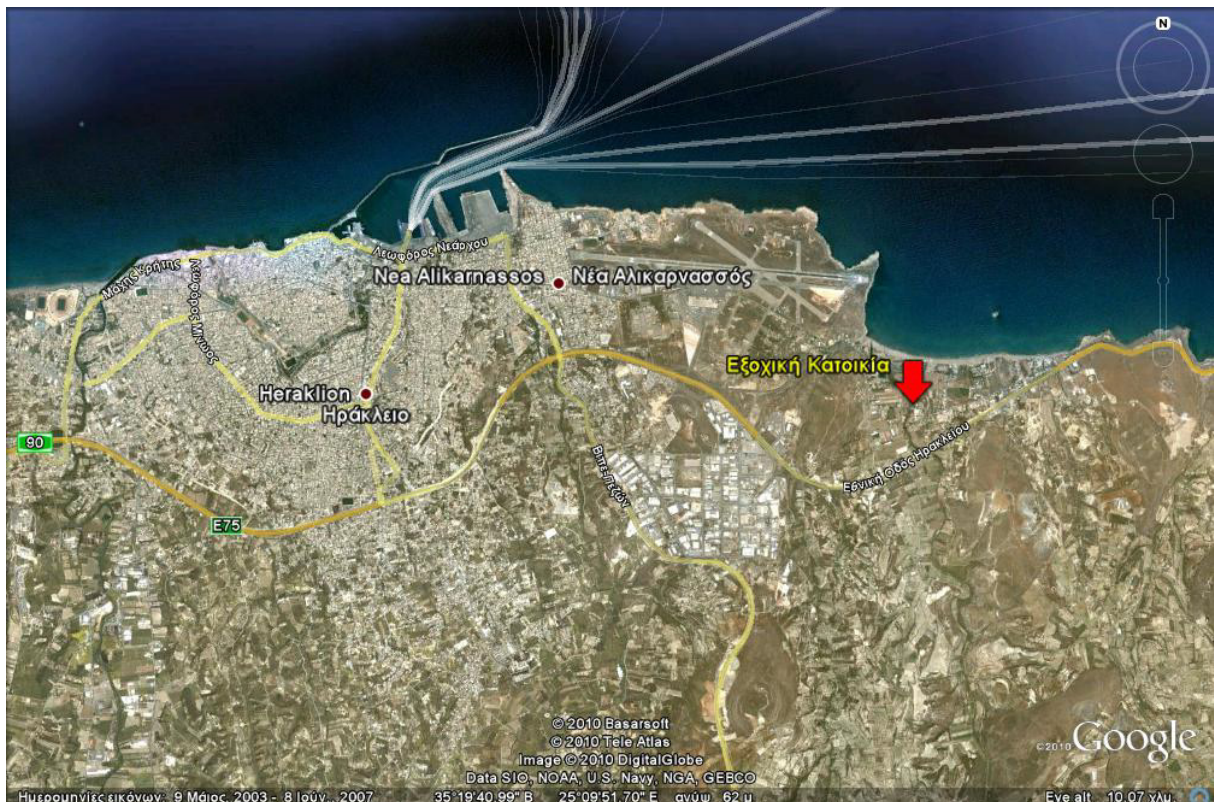
Κρίνεται για το λόγο αυτό σκόπιμο ο προσανατολισμός όχι μόνο στην μείωση αλλά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με εναλλακτικούς τρόπους.

## 11<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# “ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΕΞΟΧΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ”

### 11.1 Περιγραφή της τοποθεσίας και της υπό μελέτη εξοχικής κατοικίας

Η κατοικία, που θα μελετηθεί, θα βρίσκεται στην περιοχή του Αγίου Ιωάννη στο Ηράκλειο της Κρήτης. Η περιοχή του Αγίου Ιωάννη είναι αραιοκατοικημένη και απέχει μόλις 5 χιλιόμετρα από το κέντρο του Ηρακλείου και 500 μέτρα από την πλησιέστερη παραλία.

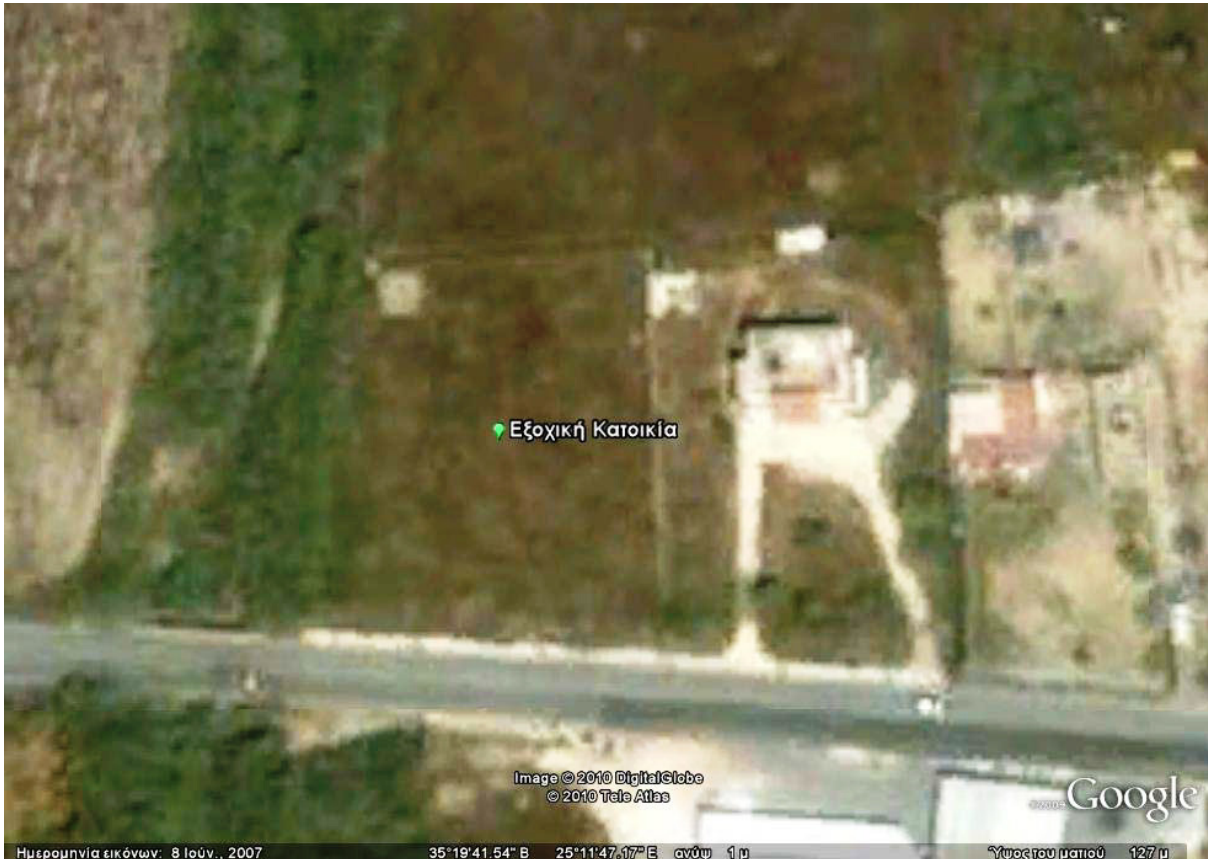


Σχήμα 11.1 – Η επιλεγμένη τοποθεσία της εξοχική κατοικίας στο χάρτη.

Το οικόπεδο είναι επί της παλαιάς εθνικής οδού Ηρακλείου, με επιφάνεια 1485m<sup>2</sup>, σε υψόμετρο 1m και με γεωγραφικές συντεταγμένες (35°19'41.51"Β, 25°11'46.65"Α). Επιπλέον διαθέτει γεώτρηση και έχει άμεση σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ και της ΕΥΔΑΠ.

Στο οικόπεδο θα ανεγερθεί νέα πολυτελή μεζονέτα με επιφάνεια εσωτερικών χώρων 135,3 m<sup>2</sup> και εξωτερικών χώρων (βεράντες) 104,9 m<sup>2</sup>. Επίσης θα κατασκευαστεί κλειστός χώρος parking (2 θέσεων) και Η/Μ χώρος επιφάνειας 42,6 m<sup>2</sup> έκαστος και ένα μέρος του οικοπέδου θα διαμορφωθεί έτσι ώστε να εγκατασταθούν οι απαιτούμενες φωτοβολταϊκές συστοιχίες και ανεμογεννήτριες.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Η περιοχή που επιλέχτηκε είναι τυχαία, όπως επίσης και το οικόπεδο που θα βρίσκεται η υποθετική κατοικία.



Σχήμα 11.2 - Το οικόπεδο που θα ανεγερθεί η εξοχική κατοικία.

## 11.2 Σχεδιασμός της εξοχικής κατοικίας

Ο σχεδιασμός της κατοικίας υποθέτουμε ότι θα γίνει σύμφωνα με το σχέδιο κανονισμού για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων «ΚΕΝΑΚ» και θα πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζονται από αυτό.

Σύμφωνα με το παραπάνω κανονισμό, η περιοχή στην οποία θα ανεγερθεί η νέα κατοικία, εντάσσεται στη κλιματική ζώνη Α' και τα επιμέρους δομικά στοιχεία του, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα.



**Πίνακας 11.1 – Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/m <sup>2</sup> .K]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	<b>k<sub>D</sub></b>	0,50	0,40	0,38	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	<b>k<sub>w</sub></b>	0,60	0,50	0,44	0,33
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	<b>k<sub>DL</sub></b>	0,50	0,40	0,40	0,30
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	<b>k<sub>G</sub></b>	1,50	1,00	0,38	0,35
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	<b>k<sub>wE</sub></b>	1,50	1,00	0,70	0,50
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	<b>k<sub>F</sub></b>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	<b>k<sub>GF</sub></b>	1,80	1,80	1,80	1,80

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, θα γίνουν οι μελέτες των θερμικών απωλειών και του ψυκτικού φορτίου μέσω λογισμικού της 4M και των ενεργειακών αναγκών για τη ψύξη της κατοικίας κατά τη θερινή περίοδο, οι οποίες θα χρειαστούν απαραίτητες, για την συνολική εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας για όλη τη διάρκεια του έτους.

### 11.3 Επιλογή οικιακών καταναλώσεων

Ο σχεδιασμός του κατάλληλου αυτόνομου υβριδικού συστήματος για την κάλυψη των ετήσιων ενεργειακών αναγκών μιας κατοικίας, προϋποθέτει λεπτομερή ανάλυση των ηλεκτρικών φορτίων και των μετεωρολογικών δεδομένων για όλη τη διάρκεια του έτους. Με την ανάλυση των ηλεκτρικών φορτίων και των μετεωρολογικών δεδομένων μπορούμε να υπολογίσουμε την καταναλισκόμενη ενέργεια από τα οικιακά φορτία (οικιακές συσκευές, φωτισμός, κλιματισμός, κτλ) και την παραγόμενη από τον ήλιο και τον αέρα ενέργεια και να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος έτσι ώστε να έχουμε τη μέγιστη απόδοση σε ενέργεια με το λιγότερο δυνατό κόστος.

Η ανάλυση των ηλεκτρικών φορτίων και οι υπολογισμοί για τις ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας, θα πραγματοποιηθούν για όλες τις μέρες του χρόνου. Βέβαια το πιο λογικό θα

ήταν, αφού πρόκειται για εξοχική κατοικία, να υπολογιστούν μόνο οι ενεργειακές ανάγκες για τις μέρες που θα κατοικείται (θερινή περίοδος) και με βάση αυτές να σχεδιαστεί το κατάλληλο υβριδικό σύστημα. Επειδή όμως το είδος της κατοικίας αλλά και η περιοχή που βρίσκεται, ενδείκνυται και για μόνιμη κατοίκηση, αν μετά από καιρό αλλάξει η χρήση της κατοικίας, θα υπάρξει πρόβλημα ενεργειακής κάλυψης από το σύστημα. Σε αυτή τη περίπτωση, το κόστος της απαιτούμενης αναβάθμισης μαζί με το αρχικό κόστος του συστήματος μπορεί να ξεπεράσουν κατά πολύ το κόστος ενός συστήματος, σχεδιασμένο σύμφωνα με τις ετήσιες ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Βέβαια το πρόβλημα, που συναντάμε σε αυτή τη περίπτωση, είναι τα μεγάλα ποσά ενέργειας που χάνονται τη χειμερινή περίοδο και μένουν ανεκμετάλλευτα, τα οποία τελικά με τις κατάλληλες ενέργειες και μετατροπές στο σύστημα (διασυνδεδεμένο σύστημα), μπορούμε να τα πουλήσουμε στο δίκτυο της ΔΕΗ, έχοντας ένα επιπλέον εισόδημα.

Στην παρούσα εργασία θα επικεντρωθούμε μόνο στην περίπτωση αυτόνομου μη διασυνδεδεμένου με το δίκτυο σύστημα, του οποίου ο σχεδιασμός θεωρείται πολύπλοκότερος και πιο πολυσύνθετος από ένα διασυνδεδεμένο σύστημα.

Με τη βοήθεια υπολογιστικών φύλλων και εξειδικευμένων προγραμμάτων, θα γίνει λεπτομερής ανάλυση των πιθανών ηλεκτρικών φορτίων που θα χρειαστεί να καλυφθούν ενεργειακά, από ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα, για όλη τη διάρκεια του έτους.

Αναλύοντας τα πιθανά ηλεκτρικά φορτία (ηλεκτρικές συσκευές, λαμπτήρες, κτλ) που θα χρησιμοποιηθούν στη κατοικία, έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε τη φύση του ρεύματος με το οποίο θα λειτουργούν, δηλαδή με εναλλασσόμενο ή συνεχές ρεύμα.

Κάποια από τα φορτία (ηλεκτρικές συσκευές, λαμπτήρες, κτλ) μιας κατοικίας, συμφέρει να λειτουργούν με συνεχές ρεύμα, έτσι ώστε να εξοικονομείτε ένα ποσοστό της ενέργειας που χάνεται λόγω μετατροπής DC/AC.

Σύμφωνα όμως με τις επιλογές και τα στοιχεία που δίνονται από την έρευνα της υπάρχουσας αγοράς, διαπιστώνετε ότι τα φορτία συνεχούς ρεύματος ενδεικνύονται για μικρότερες κατοικίες με λιγότερες απαιτήσεις (φωτισμό, ψύξη, κτλ.) από τη συγκεκριμένη υπό μελέτη κατοικία. Επίσης σημαντικό είναι ότι οι περισσότερες συσκευές συνεχούς ρεύματος κοστίζουν πολύ περισσότερο από τις αντίστοιχες εναλλασσομένου ρεύματος και για να λειτουργήσουν απαιτείται ειδική εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, που είναι επίσης ακριβή, λόγω της χρήσης αγωγών μεγάλης διατομής.

Ακόμα μια σημαντική παράμετρος για την επιλογή της φύσης του ρεύματος λειτουργίας των φορτίων είναι, η περίπτωση που ο ιδιοκτήτης αποφασίσει μελλοντικά να συνδεθεί με το ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ (κάτι που δεν είναι απίθανο, λόγω της περιοχής και το είδος της

κατοικίας), είτε για να πουλάει την επιπλέον παραγόμενη ενέργεια από το υβριδικό σύστημα, είτε για να καλύψει κάποιες μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες. Μια τέτοια εξέλιξη θα έχει σαν αποτέλεσμα, να αντικατασταθούν τα φορτία συνεχούς ρεύματος με αντίστοιχα εναλλασσομένου ρεύματος και να πραγματοποιηθούν σημαντικές παρεμβάσεις στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση της κατοικίας (αλλαγή αγωγών - σωληνώσεων, παρεμβάσεις στους ηλεκτρικούς πίνακες, κτλ.), το οποίο συνεπάγεται με υψηλό κόστος, ή να εγκατασταθούν επιπλέον μετατροπείς AC/ DC για να συνεχίζουν να τροφοδοτούν τις ίδιες συσκευές, το οποίο συνεπάγεται πάλι με κάποιο επιπλέον κόστος αλλά και με ενεργειακές απώλειες λόγω της μετατροπής AC/ DC.

Με βάση τους παραπάνω συλλογισμούς, οι ηλεκτρικές συσκευές που θα επιλεγούν να εγκατασταθούν στη κατοικία, θα λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), το οποίο μπορεί να συνεπάγεται με απώλειες ενέργειας του συστήματος, λόγω μετατροπής της παραγόμενης ενέργειας από συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), αλλά αποτελεί τη καλύτερη οικονομική λύση για τη συγκεκριμένη κατοικία, στη συγκεκριμένη περιοχή.

Τα φορτία της κατοικίας που θα μελετηθούν και θα αναλυθούν ανά κατηγορία είναι τα εξής:

- 1) εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού
- 2) ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών οικιακών συσκευών
- 3) θέρμανσης εσωτερικών χώρων – παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX)
- 4) ψύξης εσωτερικών χώρων
- 5) λοιπών ηλεκτρικών συσκευών

### 11.3.1 Εσωτερικός & εξωτερικός φωτισμός

Για τον υπολογισμό των φορτίων του εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού της κατοικίας, διεξάχθηκαν μελέτες φωτοτεχνίας με χρήση του προγράμματος Dialux, των οποίων τα αποτελέσματα βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'. Η θέση τοποθέτησης, ο τύπος κάθε φωτιστικού σώματος, καθώς επίσης και ο τύπος του λαμπτήρα κάθε φωτιστικού σώματος, έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες του κάθε χώρου, σε ένταση φωτισμού, με τις λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις.

Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των μελετών φωτοτεχνίας για κάθε επιφάνεια υπολογισμού του κάθε χώρου, σε μεμονωμένο και πλήρη φωτισμό, καθώς και την ηλεκτρική ισχύ που χρειάζονται τα φωτιστικά σώματα κάθε χώρου ή επιφάνειας για την λειτουργία τους.

**Πίνακας 11.2 – Συνοπτ. φωτοτεχνικά αποτελέσματα των εσωτ. χώρων της κατοικίας**

Επίπεδο	Επιφάνειες Εσωτερικών Χώρων	Εμβαδόν	Προτεινόμενες Μέσες Τιμές Φωτισμού	Ύψος Επίπεδο Εργασίας	Επιλογή Φωτιστικού/ Ποσότητα	Ισχύς Φωτιστικού	Ένταση Φωτισμού (Em)	
							Μεμονωμένος Φωτισμός	Πλήρης Φωτισμός Χώρου
0	Κουζίνα	11,05 m <sup>2</sup>	100-200 lx	0,85 m	ΕΣ-14 (X1)	45,0 W	148,0 lux	220,0 lux
	Πάγκος Κουζίνας	-	100-200 lx	0,90 m	ΕΣ-01 (X4), ΕΣ-15 (X3)	40,5 W	122,0 lux	193,0 lux
	Τραπεζαρία	11,90 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-09 (X1)	30,0 W	57,0 lux	203,0 lux
	Καθιστικό	16,21 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-02 (X2)	60,0 W	78,0 lux	168,0 lux
	Χώρος Υποδοχής	9,41 m <sup>2</sup>	100-200 lx	0,85 m	ΕΣ-06 (X2)	64,0 W	125,0 lux	148,0 lux
	Διάδρομος	1,99 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-05 (X1)	40,0 W	84,0 lux	200,0 lux
	Διακοσμητικός Φωτισμός	-	-	-	ΕΣ-07 (X3)	72,0 W	31,0 lux	-
	Σκάλες	2,00 m <sup>2</sup>	100-150 lx	0,25 m	-	-	-	46,0 lux
	Φωτισμός Ασφαλείας	-	min 2 lx	0,25 m	ΕΣ-04 (X2)	24,6 W	-	5,1 lux
	Λουτρό	6,93 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-11 (X1)	21,0 W	-	79,0 lux
	Κοιτώνας	13,77 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-17 (X1)	26,0 W	91,0 lux	101,0 lux
	Διακοσμ. Φωτ. Κοιτώνα	-	-	-	ΕΣ-03 (X2)	22,0 W	11,0 lux	
	Λεβ/σιο – Αντλ/σιο	12,42 m <sup>2</sup>	100-200 lx	0,85 m	ΕΣ-12 (X2)	50,0 W	-	140,0 lux
	Φωτισμός Ασφαλείας	-	min 2 lx	0,25 m	ΕΣ-04 (X1)	12,3 W	-	6,0 lux
	Αποθήκη Pellets	9,72 m <sup>2</sup>	100-200 lx	0,85 m	ΕΣ-13 (X1)	28,0 W	-	110,0 lux
	Φωτισμός Ασφαλείας	-	min 2 lx	0,25 m	ΕΣ-04 (X1)	12,3 W	-	7,1 lux
Η/Μ Χώρος (Μπαταρίες)	42,56 m <sup>2</sup>	100-200 lx	0,85 m	ΕΣ-10 (X2)	72,0 W	-	104,0 lux	
Φωτισμός Ασφαλείας	-	min 2 lx	0,25 m	ΕΣ-04 (X1)	12,3 W	-	2,7 lux	
Αποθήκη	1,92 m <sup>2</sup>	50-100 lx	0,85 m	ΕΣ-16 (X1)	23,4 W	-	50,0 lux	
1	Κοιτώνας 1	11,22 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-17 (X1)	21,0 W	78,0 lux	84,0 lux
	Διακοσμ. Φωτ. Κοιτώνα 1	-	-	-	ΕΣ-03 (X1)	11,0 W	5,7 lux	
	Κοιτώνας 2	11,22 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-17 (X1)	21,0 W	78,0 lux	84,0 lux
	Διακοσμ. Φωτ. Κοιτώνα 2	-	-	-	ΕΣ-03 (X1)	11,0 W	5,7 lux	
	Σκάλες	3,95 m <sup>2</sup>	100-150 lx	0,25 m	ΕΣ-07 (X2), ΕΣ-08 (X1)	66,0 W	113,8 lux	144,2 lux
	Χωλ	4,26 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-05 (X1)	40,0 W	116,0 lux	127,0 lux
	Φωτισμός Ασφαλείας	-	min 2 lx	0,25 m	ΕΣ-04 (X1)	12,3 W	-	2,7 lux
	Λουτρό	7,35 m <sup>2</sup>	50-150 lx	0,85 m	ΕΣ-11 (X1)	21,0 W	-	78,0 lux

**Πίνακας 11.3 – Συνοπτ. φωτοτεχνικά αποτελέσματα των εξωτερ. χώρων της κατοικίας**

Επίπεδο	Επιφάνειες Εξωτερικών Χώρων	Εμβαδόν	Προτεινόμενες Μέσες Τιμές Φωτισμού	Ύψος Επίπεδο Εργασίας	Επιλογή Φωτιστικού/ Ποσότητα	Ισχύς Φωτιστικού	Ένταση Φωτισμού (Em)	
							Μεμονωμένος Φωτισμός	Πλήρης Φωτισμός Χώρου
0	Βεράντα Κουζίνας	68,08 m <sup>2</sup>	25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X2)	84,0 W	41,00 lux	41,00 lux
	Βεράντα Καθιστικού		25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X2)	84,0 W	37,00 lux	37,00 lux
	Βεράντα Εισόδου		25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-02 (X1)	45,0 W	34,00 lux	39,00 lux
	Βεράντα Κοιτώνα		25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X2)	84,0 W	42,00 lux	42,00 lux
	Βεράντα Τραπεζαρίας	19,74 m <sup>2</sup>	25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X2)	84,0 W	32,00 lux	32,00 lux
	Μονοπάτι	326,90 m <sup>2</sup>	3-10 lx	0,25 m	ΕΞ-01 (X1), ΕΞ-04 (X22), ΕΞ-07 (X1)	240,0 W	3,64 lux	5,43 lux
	Πίσω Κήπος	507,03 m <sup>2</sup>	3-10 lx	0,25 m	ΕΞ-05 (X2)	140,0 W	5,64 lux	5,69 lux
	Μπροστά Κήπος	402,78 m <sup>2</sup>	3-10 lx	0,25 m	-	-	4,29 lux	5,57 lux
1	Parking	42,56 m <sup>2</sup>	min 10 lx	0,25 m	ΕΞ-06 (X3)	66,0 W	11,00 lux	11,00 lux
	Βεράντα Κοιτώνα 1	8,55 m <sup>2</sup>	25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X1)	42,0 W	32,00 lux	32,00 lux
	Βεράντα Κοιτώνα 2	8,55 m <sup>2</sup>	25-50 lx	0,25 m	ΕΞ-03 (X1)	42,0 W	32,00 lux	32,00 lux

**Πίνακας 11.4 – Η λίστα των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τις φωτοτεχνικές μελέτες της κατοικίας.**

A/A	Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος και Τύπου Λαμπτήρα	Τεμάχια
ΕΣ-01	ARCLUCE 2020 LIVIO (159 lm; 4.5 W; 1xMR16 20 WW)	4X
ΕΣ-02	Artemide 0696 020A Logico Sospensione Mini Singola (1940 lm; 30.0 W; 1xDST STICK 30W/825 E27)	2X
ΕΣ-03	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (640 lm; 11.0 W; 1xDINT LL 11W/825 E14)	4X
ΕΣ-04	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (0 lm; 0.0 W; 1xFL8/4/3B)	6X
ΕΣ-05	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (3200 lm; 40.0 W; 1xL 40 W/827 C)	2X
ΕΣ-06	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (2250 lm; 32.0 W; 1xL 32 W/827 C)	2X
ΕΣ-07	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1700 lm; 24.0 W; 1xDULUX F 24 W/827)	5X
ΕΣ-08	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1100 lm; 18.0 W; 1xDULUX F 18 W/827)	1X
ΕΣ-09	FONTANAARTE S1853/0 Sospensione S1853/0 75W E27 (1940 lm; 30.0 W; 1xDST STICK 30W/825 E27)	1X
ΕΣ-10	OSRAM GmbH 199283 NEPTUNE® POLY 1x36W HF (4400 lm; 36.0 W; 1xL 36 W/66)	2X
ΕΣ-11	OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N (2650 lm; 21.0 W; 1xHE 21 W/66)	2X
ΕΣ-12	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO (2600 lm; 25.0 W; 1xHE 25 W/827 ES)	2X
ΕΣ-13	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO (3700 lm; 28.0 W; 1xHE 28 W/66)	1X
ΕΣ-14	OSRAM GmbH 72099 LUMILUX DUO® T5-F/P 2x21W (3800 lm; 45.0 W; 2xOSRAM FH 21W/840 1900lm)	1X
ΕΣ-15	OSRAM GmbH 72810-27 OSRAM MINI5 ECO, 8W (450 lm; 7.5 W; 1xOSRAM L 8W/827)	3X
ΕΣ-16	OSRAM GmbH 73030 OSRAM DULUX® RONDEL 2 x 9 W (1200 lm; 23.4 W; 2xDULUX® S 9 W/41-827)	1X
ΕΣ-17	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1800 lm; 26.0 W; 1xDULUX D/E 26 W/840 XT)	3X
ΕΕ-01	Artemide T 27 00 70 Pantarei 190 (600 lm; 10.0 W; 1xTC-D (G24d-1))	1X
ΕΕ-02	ERCO 44567000 Site Ceiling-/wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (3200 lm; 45.0 W; 1xTC-TEL 42W)	1X
ΕΕ-03	ERCO 44570000 Site Wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (3200 lm; 42.0 W; 1xDULUX T/E 42 W/830 PLUS)	10X
ΕΕ-04	HavellsSylvania 4041088 SKYLINE (500 lm; 10.0 W; 1xDSST CL A 10W/827 E27)	22X
ΕΕ-05	OSRAM GmbH 4008321940148 HALODIUMII TS AZ 70W NAV (7000 lm; 70.0 W; 1xNAV-TS 70W SUPER)	2X
ΕΕ-06	SIMES S.659 PLAFONIERA OVAL (1440 lm; 22.0 W; 1xDINT LL 22W/825 E27)	3X
ΕΕ-07	SIMES S.6529 PLAFONIERA BUL (600 lm; 10.0 W; 1xTC-D 10W G24d-1 10 W)	1X

### 11.3.2 Ηλεκτρικές & ηλεκτρονικές οικιακές συσκευές

Οι ηλεκτρικές συσκευές που θα εγκατασταθούν στην κατοικία, θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες μιας σύγχρονης κατοικίας. Η επιλογή τους θα γίνει με βάση τις επώνυμες συσκευές που κυκλοφορούν στην τωρινή αγορά και με κριτήριο, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την ενεργειακή κλάση τους.

Κάποιες συγκεκριμένες συσκευές, όσο καλής ενεργειακής κλάσης και να είναι, παραμένουν ενεργοβόρες για ένα αυτόνομο ενεργειακό σύστημα. Η χρήση τέτοιων συσκευών έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει τις ενεργειακές ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν και κατ'επέκτασή το τελικό κόστος του υπό σχεδίαση υβριδικού συστήματος, καθιστώντας το οικονομικά απρόσιτο. Επομένως η καλύτερη λύση θα ήταν, οι συσκευές αυτές να καλυφθούν από εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

Τέτοιες συσκευές είναι οι εστίες και ο φούρνος μαγειρέματος, οι οποίες σε καθημερινή βάση χρειάζονται μεγάλα πόσα ηλεκτρικής ενέργειας για το ψήσιμο του φαγητού. Για να απαλλάξουμε το σύστημα μας από αυτό το φορτίο, μια καλή λύση είναι να επιλεγούν εστίες και φούρνος μαγειρέματος που θα λειτουργούν με υγραέριο. Το υγραέριο, αν και είναι συμβατικό καύσιμο, θεωρείται μια καλή εναλλακτική πηγή ενέργειας, κι αυτό λόγω της αυξημένης ενεργειακής του απόδοσης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης το υγραέριο θεωρείται φιλικό στο περιβάλλον και έχει φθηνό κόστος αγοράς (**περίπου 0,85€/kg**).

Επομένως θεωρούμε ότι στην υπό μελέτη κατοικία, η ενεργειακή κάλυψη των εστιών και του φούρνου μαγειρέματος θα γίνεται με υγραέριο και η τροφοδοσία τους θα γίνεται από κοινές φιάλες υγραερίου, τοποθετημένες εξωτερικά του χώρου, μέσω ειδικής εγκατάστασης σωληνώσεων αερίου καυσίμου εντός του τοίχου. Οι φιάλες ενδείκνυται να τοποθετηθούν στο πίσω μέρος της κατοικίας, σε ειδικό ερμάριο με επαρκή χώρο και άνοιγμα αερισμού στο άνω και κάτω μέρος. Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εστίες και φούρνο μαγειρέματος υγραερίου που λειτουργούν και με ρεύμα, για να εξοικονομήτε καύσιμο στη περίπτωση που θα προκύψει περίσσια ενέργεια από το αυτόνομο μας σύστημα.

### 11.3.3 Θέρμανσης εσωτερικών χώρων – Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX)

Για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου καθώς, και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX), για όλο το χρόνο, θα χρησιμοποιηθεί μπόιλερ τριπλής ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες, λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση). Το μπόιλερ τριπλής ενέργειας αποτελείται από δυο ξεχωριστά κυκλώματα, ένα για τον λέβητα και τα θερμαντικά σώματα και ένα για τους ηλιακούς συλλέκτες και το κάθε κύκλωμα έχει τον δικό του κυκλοφορητή, όπου ο κυκλοφορητής των συλλεκτών εντολοδοτείται από διαφορικό θερμοστάτη.

Ο λέβητας, που θα εγκατασταθεί, θα καίει στερεά μορφοποιημένα προϊόντα βιομάζας (pellets), που προέρχονται από συμπιεσμένα πριονίδια, άχυρα, υπολείμματα διαχείρισης δασικών προϊόντων κ.ά. Το pellet θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ένα καθαρά φυσικό προϊόν που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Κατά την καύση του αποδεδεσμεύεται το διοξείδιο του άνθρακα που είχε απορροφηθεί κατά τη διάρκεια της ζωής του σαν δέντρο/φυτό και απορροφάται πάλι από τα άλλα δέντρα/φυτά που υπάρχουν στο περιβάλλον, έτσι η τελική επιβάρυνση είναι μηδενική. Η στάχτη που μένει μετά την καύση των pellets μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα στον κήπο (1 λίτρο ανά τ.μ. το χρόνο), όχι όμως σε οπωροφόρα δέντρα και λαχανόκηπους. Σημαντικός παράγοντας που κάνει τα pellets πιο ελκυστικό σαν

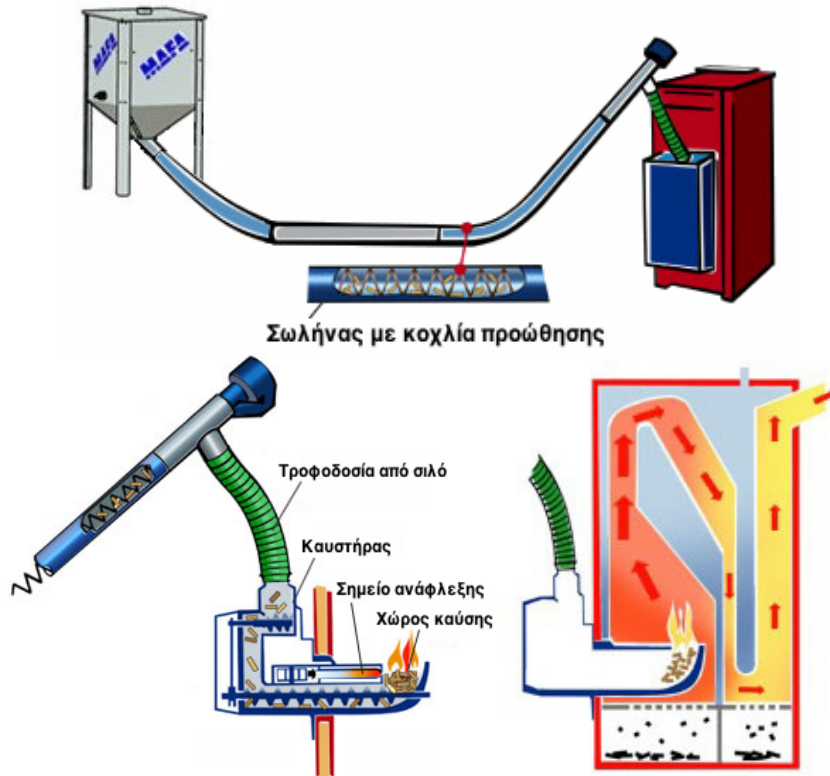
καύσιμο, είναι η τιμή αγοράς τους ( $\approx 0,30\text{€/kg}$ ) η οποία είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτή του πετρελαίου. Για τη τροφοδοσία του λέβητα με pellets, απαιτείται η εγκατάσταση σιλό ειδικής κατασκευής για την αποθήκευση των pellets και ενός συστήματος τροφοδοσίας.



Σχήμα 11.3- Pellets (συσσωματώματα).

Ο λέβητας pellets μαζί με τους εγκατεστημένους ηλιακούς συλλέκτες, θα έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ενώ η ηλεκτρική αντίσταση, που είναι εγκατεστημένη εντός του μπούιερ, θα έχει βοηθητικό ρόλο και θα λειτουργεί κυρίως τις περιόδους που θα υπάρχει περισσευούμενη ηλεκτρική ενέργεια από το υβριδικό σύστημα, εξοικονομώντας έτσι σημαντικές ποσότητες σε pellets.

Επίσης για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων μπορεί χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά και η κεντρική μονάδα κλιματισμού, που θα εγκατασταθεί για τη ψύξη του χώρου κατά τη θερινή περίοδο. Για να υπάρχει οικονομικό και ενεργειακό όφελος από τη χρήση του κλιματιστικού συστήματος για τη θέρμανση της κατοικίας, θα πρέπει να προτιμάτε τη λειτουργία του τις περιόδους που το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας του υβριδικού συστήματος είναι πλήρως φορτισμένο και η παραγόμενη ενέργεια κινδυνεύει να χαθεί. Έτσι αντί να καταναλώνουμε pellets και να χάνουμε αυτή την ενέργεια από το υβριδικό σύστημα, χρησιμοποιώντας τη κεντρική θέρμανση, θέτουμε σε λειτουργία το κεντρικό σύστημα κλιματισμού, σαν εναλλακτικό τρόπο θέρμανσης της κατοικίας, και αξιοποιούμε την περισσευούμενη ενέργεια και εξοικονομούμε καύσιμα pellets.



Σχήμα 11.4- Τροφοδοσία λέβητα με pellets (συσσωματώματα).

Τα θερμαντικά σώματα που θα εγκατασταθούν, σε κάθε εσωτερικό χώρο της υπό μελέτη κατοικίας, θα είναι τύπου Panel (Buderus Logatrend VK-Plan) με ενσωματωμένη θερμοστατική βαλβίδα για εξοικονόμηση ενέργειας έως 5% και κατάλληλης θερμικής ισχύς για τον εκάστοτε χώρο. Για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων, πέρα της κεντρικής θέρμανσης, υπάρχει επίσης εγκατεστημένο τζάκι στο κυρίως ενιαίο χώρο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η θέρμανση και η παραγωγή ζεστού νερού θα γίνεται αποκλειστικά από εναλλακτικές πηγες ενέργειας και το υβριδικό σύστημα θα συνεισφέρει ενεργειακά μόνο στη περίπτωση που περισσεύει παραγόμενη ενέργεια.

Για να γίνει η επιλογή των μονάδων που θα αποτελείται το ενιαίο σύστημα θέρμανσης και παραγωγής ZNX, χρειάζεται να γίνει εκτίμηση των θερμικών απωλειών της κατοικίας και της απαιτούμενης ποσότητας ZNX κατά τη διάρκεια του έτους.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών της κατοικίας, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αντίστοιχου προγράμματος της 4M, με βάση των οποίων γίνεται η επιλογή της θερμικής ισχύς του καυστήρα. Ο υπολογισμός των ενεργειακών απαιτήσεων της κατοικίας για θέρμανση και παραγωγή ZNX, η επιλογή των επιμέρους μονάδων (ηλιακών συλλεκτών, λέβητας pellets, χωρητικότητα μπόιλερ, κτλ.) καθώς επίσης και η συνεισφορά του καθενός σε ενέργεια στη ορθή λειτουργία όλου του συστήματος θέρμανσης και παραγωγής ZNX και την



ενεργειακή κάλυψη των επιμέρους απαιτήσεων, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού εξομοίωσης. Το λογισμικό TSOL Expert 4.5, που χρησιμοποιήθηκε, είναι της Valentin Energie Software και εξομοιώνει με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, τη λειτουργία όλου του συστήματος για κάθε ώρα του έτους, σύμφωνα με τις ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας σε θέρμανση και ZNX και την παραγόμενη ενέργεια από τα επιμέρους στοιχεία της εγκατάστασης (καυστήρας Pellets, ηλιακοί συλλέκτες).

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Δεν εξομοιώνετε η ενέργεια που καταναλώνετε από τη βοηθητική αντίσταση του μπόιλερ, διότι λειτουργεί εναλλακτικά μόνο στην περίπτωση που υπάρχει περίσσειμα σε ενέργεια.

Στο παρακάτω πίνακα εμφανίζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της μελέτης των θερμικών απωλειών για κάθε χώρο της κατοικίας. Τα βασικότερα στοιχεία που εισήχθησαν στις παραμέτρους του προγράμματος είναι τα εξής:

- Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία: **20,0 °C**
- Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (Ηρακλείου): **3,0°C**
- Θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων: **10,0 °C**
- Θερμοκρασία εδάφους: **10,0 °C**
- Μέση προσαύξηση χώρου: **20%**

**Πίνακας 11.5 – Συνοπτ. αποτελέσμ. της μελέτης των θερμικών απωλειών της κατοικίας.**

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΧΩΡΟ						
Επίπεδο	Θερμαινόμενοι Χώροι	Εμβαδόν	K	Θερμικές Απώλειες		
0	Καθιστικό - Κουζίνα - Σκάλες - Είσοδος	52,80 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	268,00 W/K	4556,0 W 86,3 W	3917,45 Kcal/h 74,19 Kcal/h	15545,72 BTU 294,43 BTU
	Λουτρό	6,93 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	29,85 W/K	507,5 W 73,2 W	436,37 Kcal/h 62,97 Kcal/h	1731,66 BTU 249,88 BTU
	Κοιτών	13,77 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	67,76 W/K	1152,0 W 83,7 W	990,54 Kcal/h 71,93 Kcal/h	3930,79 BTU 285,46 BTU
1	Κοιτών 1	11,22 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	57,86 W/K	983,7 W 87,7 W	845,83 Kcal/h 75,39 Kcal/h	3356,52 BTU 299,16 BTU
	Κοιτών 2	11,22 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	57,86 W/K	983,7 W 87,7 W	845,83 Kcal/h 75,39 Kcal/h	3356,52 BTU 299,16 BTU
	Διάδρομος - Σκάλες	8,21 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	28,62 W/K	486,6 W 59,3 W	418,40 Kcal/h 50,96 Kcal/h	1660,35 BTU 202,23 BTU
	Λουτρό	7,38 m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup>	38,12 W/K	648,0 W 87,8 W	557,18 Kcal/h 75,50 Kcal/h	2211,07 BTU 299,60 BTU
<b>Σύνολο:</b>		<b>111,53 m<sup>2</sup></b> 1 m <sup>2</sup>	<b>548,09 W/K</b>	<b>9317,5 W</b> 83,5 W	<b>8011,61 Kcal/h</b> 71,83 Kcal/h	<b>31792,63 BTU</b> 285,06 BTU

Τα κυριότερα επιμέρους στοιχεία του ολοκληρωμένου συστήματος ηλιακής θέρμανσης και παραγωγής ZNX που επιλέχθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού εξομοίωσης και θα εγκατασταθούν στη κατοικία, συνοπτικά, είναι τα εξής:

- Λέβητας Pellets: LIGNOplus 15KW, θερμικής ισχύς 14,9KW
- Σιλό αποθήκευσης Pellets: χωρητικότητας 3,2 τόνων
- Ηλιακοί συλλέκτες (2 τεμάχια): Solamax 20 - TDS 300
- Μπόιλερ τριπλής ενέργειας με ενσωματωμένη ηλεκτρική αντίσταση: Schüco International KG, FW 750, χωρητικότητας 750lt
- Κυκλοφορητής ηλιακών συλλεκτών: Grundfos UPS 25-120
- Κυκλοφορητής καλοριφέρ: Grundfos ALPHA2 32-60
- Θερμαντικά σώματα τύπου Panel: Buderus Logatrend VK-Plan, ανάλογης θερμαντικής ικανότητας με τις θερμικές απαιτήσεις του εκάστοτε χώρου.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα της μελέτης των θερμικών απωλειών της 4M και της μελέτης του ολοκληρωμένου συστήματος ηλιακής θέρμανσης και παραγωγής ZNX, βρίσκονται στα παραρτήματα Β' και Γ' αντίστοιχα.

#### 11.3.4 Ψύξη εσωτερικών χώρων

Η ψύξη των εσωτερικών χώρων της κατοικίας θα γίνεται κυρίως με τη χρήση κεντρικού κλιματισμού που θα αποτελείται από μια εξωτερική κεντρική μονάδα και τις απαιτούμενες, για τον εκάστοτε χώρο, εγκατεστημένες εσωτερικές μονάδες.

Τα πόσα ενέργεια που απαιτούνται από ένα σύστημα κλιματισμού είναι πάρα πολύ μεγάλα, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται το εγκατεστημένο αυτόνομο υβριδικό σύστημα. Για να περιοριστούν κάπως αυτά τα ποσά ενέργειας, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές, η ψύξη των εσωτερικών χώρων μπορεί γίνεται με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής. Με αυτό το τρόπο αποφεύγεται η συνεχής βαθιά εκφόρτιση των μπαταριών, η οποία ευθύνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό για την μείωση της διάρκειας ζωής τους και την σύντομη αντικατάστασή τους και κατά συνέπεια στην αύξηση του κόστους συντήρησης του υβριδικού συστήματος.

Για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της ψύξης των εσωτερικών χώρων της κατοικίας, για τη όλη τη θερινή περίοδο, πρέπει να είναι γνωστό το μέγιστο ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου ξεχωριστά, σύμφωνα με το οποίο γίνεται η επιλογή της ψυκτικής απόδοσης των εσωτερικών μονάδων και κατ' επέκταση της εξωτερικής κεντρικής μονάδας του κλιματισμού.

Στη συνέχεια με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και του συντελεστή απόδοσης ψύξης της επιλεγμένης αντλίας θερμότητας, γίνεται εκτίμηση της ενέργειας που απαιτείται για την ψύξη της κατοικίας κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου για κάθε εσωτερικό χώρο της κατοικίας, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση λογισμικού της 4M και στη συνέχεια, με τη βοήθεια του λογισμικού Era-Nrg, εκτιμήθηκε η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται από το κεντρικό σύστημα κλιματισμού, σύμφωνα με την ενεργειακή του απόδοση, για να καλυφθούν οι ανάγκες της κατοικίας σε ψύξη και θέρμανση για όλη τη διάρκεια του έτους.

Στο παρακάτω πίνακα εμφανίζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της μελέτης του ψυκτικού φορτίου για κάθε χώρο της κατοικίας. Τα βασικότερα στοιχεία που εισήχθησαν στις παραμέτρους του προγράμματος είναι τα εξής:

- Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία: **26,0 °C**
- Επιθυμητή εσωτερική υγρασία: **50%**
- Μήνας αναφοράς: **Ιούλιος**
- Μέση μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία (Ηρακλείου): **32,0°C**
- Διακύμανση θερμοκρασίας: **8,9°C**
- Διαφορά T εξωτερικών - T μη κλιματιζόμενων χώρων: **3,0 °C**
- Διαφορά T εδάφους - T εσωτερικών χώρων: **3,0 °C**
- Μέση προσαύξηση χώρου : **20%**

Το κεντρικό σύστημα κλιματισμού των εσωτερικών χώρων που θα εγκατασταθεί στη κατοικία θα αποτελείται από τις εξής εσωτερικές μονάδες, οι οποίες επιλέχθηκαν με βάση το ψυκτικό & θερμικό φορτίο κάθε χώρου και την εξής κεντρική μονάδα:

- Εσωτερική μονάδα (3 τεμάχια): TOSHIBA, MMK-AP0072H με απόδοση θέρμανση: 2,5KW και απόδοση ψύξης 2,2KW
- Εσωτερική μονάδα (2 τεμάχια): TOSHIBA, MMK-AP0181H με απόδοση θέρμανση: 6,3KW και απόδοση ψύξης 5,6KW
- Εξωτερική μονάδα (1 τεμάχια): TOSHIBA, MMY-MAP0501HT8-E με θερμαντική ισχύ 16KW (COP: 4,17) και ψυκτική ισχύ 14KW (EER: 3,84). (Η επιλογή της εξωτερικής μονάδας έγινε με βάση το εγχειρίδιο σχεδιασμού της εταιρίας)

Επίσης θα εγκατασταθεί ένας ανεμιστήρας οροφής σε κάθε υπνοδωμάτιο και ένα ανεμιστήρα οροφής στον ενιαίο χώρο του καθιστικού και της τραπεζαρίας. Οι ανεμιστήρες

οροφής θα φέρουν φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες παρόμοιων τεχνικών χαρακτηριστικών με των φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων που επιλέχθηκαν για τον εκάστοτε χώρο σύμφωνα με τη μελέτη φωτοτεχνίας και θα εγκατασταθούν στη θέση τους.

**Πίνακας 11.6 – Συνοπτ. αποτελέσμ. της μελέτης των ψυκτικών φορτίων της κατοικίας.**

**ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΑ ΧΩΡΟ**

Επίπεδο	Κλιματιζόμενοι Χώροι	Εμβαδόν	Φορτίο Ατόμων		Φορτίο Συσκευών		Φορτίο Φωτισμ.	Θερμικά Κέρδη	Ηλιακά Κέρδη	Απώλειες	K	Μέγιστο Σύνολο Ψυκτικού Φορτίου	
			Αισθητό	Λανθ.	Αισθητό	Λανθ.	Αισθητό						
0	Καθιστικό - Κουζίνα - Σκάλες - Είσοδος	52,80 m <sup>2</sup>	431,0 W	360,0 W	2093,0 W	733,0 W	562,2 W	4179,2 W	1012,0 W	1349 W	<b>224,80 W/K</b>	<b>6540,0 W</b>	5623,39 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	8,2 W	6,8 W	39,6 W	13,9 W	10,6 W	79,2 W	19,2 W	86 W	14,26 W/K	123,9 W	106,50 Kcal/h
	Λουτρό	6,93 m <sup>2</sup>	70,0 W	50,0 W	977,0 W	0,0 W	31,4 W	1128,4 W	0,0 W	89 W	<b>14,77 W/K</b>	<b>1217,0 W</b>	1046,43 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	1,3 W	0,9 W	18,5 W	0,0 W	0,6 W	21,4 W	0,0 W	23 W	3,84 W/K	175,6 W	151,00 Kcal/h
	Κοιτών	13,77 m <sup>2</sup>	140,0 W	100,0 W	558,0 W	279,0 W	71,8 W	1148,8 W	346,0 W	448 W	<b>74,71 W/K</b>	<b>1943,0 W</b>	1670,68 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	2,7 W	1,9 W	10,6 W	5,3 W	1,4 W	21,8 W	6,6 W	24 W	3,95 W/K	141,1 W	121,33 Kcal/h
1	Κοιτών 1	11,22 m <sup>2</sup>	70,0 W	50,0 W	558,0 W	279,0 W	47,8 W	1004,8 W	442,0 W	385 W	<b>64,20 W/K</b>	<b>1832,0 W</b>	1575,24 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	1,3 W	0,9 W	10,6 W	5,3 W	0,9 W	19,0 W	8,4 W	18 W	2,99 W/K	163,3 W	140,40 Kcal/h
	Κοιτών 2	11,22 m <sup>2</sup>	70,0 W	50,0 W	558,0 W	279,0 W	47,8 W	1004,8 W	392,0 W	316 W	<b>52,70 W/K</b>	<b>1713,0 W</b>	1472,91 Kcal/h
	1 m <sup>2</sup>	1,3 W	0,9 W	10,6 W	5,3 W	0,9 W	19,0 W	7,4 W	18 W	2,93 W/K	152,7 W	131,28 Kcal/h	
	Διάδρομος - Σκάλες	8,21 m <sup>2</sup>	104,0 W	120,0 W	0,0 W	0,0 W	176,8 W	400,8 W	224,0 W	179 W	<b>29,75 W/K</b>	<b>803,3 W</b>	690,71 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	2,0 W	2,3 W	0,0 W	0,0 W	3,3 W	7,6 W	4,2 W	7 W	1,12 W/K	97,8 W	84,13 Kcal/h
	Λουτρό	7,38 m <sup>2</sup>	70,0 W	50,0 W	0,0 W	0,0 W	31,4 W	151,4 W	198,9 W	254 W	<b>42,25 W/K</b>	<b>603,8 W</b>	519,17 Kcal/h
		1 m <sup>2</sup>	1,3 W	0,9 W	0,0 W	0,0 W	0,6 W	2,9 W	3,8 W	4 W	0,65 W/K	81,8 W	70,35 Kcal/h
<b>Σύνολο:</b>		<b>111,53</b>	<b>955,0 W</b>	<b>780,0 W</b>	<b>4744,0 W</b>	<b>1570,0 W</b>	<b>969,2 W</b>	<b>9018,2 W</b>	<b>2614,9 W</b>	<b>3019,0 W</b>	<b>503,17 W/K</b>	<b>14652,1 W</b>	<b>12598,54 Kcal/h</b>
		1 m <sup>2</sup>	8,6 W	7,0 W	42,5 W	14,1 W	8,7 W	80,9 W	23,4 W	27,1 W		131,4 W	112,96 Kcal/h

Από την εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας, που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού Era-Nr, το σύστημα κλιματισμού θα καταναλώνει ετησίως, για να καλύψει τις απαιτήσεις της κατοικία, 1,66 MWh σε θέρμανση και 3,74 MWh σε ψύξη.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα της μελέτης εκτίμησης του ψυκτικού φορτίου της 4Μ και της μελέτης των ενεργειακών απαιτήσεων της κατοικίας και της κατανάλωση του επιλεγμένου κλιματιστικού συστήματος, που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Era-Nr, βρίσκονται στα παραρτήματα Δ' και Ε' αντίστοιχα.

## 11.4 Υπολογισμός της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας

Για τον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας της κατοικίας, χρησιμοποιήθηκε ένα ωριαίο προσεγγιστικό μοντέλο κατανάλωσης για κάθε ηλεκτρικό φορτίο ξεχωριστά, λαμβάνοντας μια μέση ενδεικτική ημέρα για κάθε μήνα όλου του έτους. Αυτό το μοντέλο προέκυψε σε συνδυασμό με τις προηγούμενες αναλύσεις (ψυκτικού φορτίου, θερμικών απωλειών και παραγωγής ZNX), τη μέση διάρκεια της ημέρας και της νύχτας για κάθε μήνα (για τη λειτουργία του φωτισμού), τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά κάθε φορτίου (τα οποία έχουν ληφθεί από το τεχνικό εγχειρίδιο του αντίστοιχου ενδεικτικού μοντέλου που έχει επιλεγθεί να χρησιμοποιηθεί στη κατοικία) και το σενάριο λειτουργίας κάθε φορτίου (το οποίο εξαρτάται από τις ενεργειακές καταναλωτικές συνήθειες του ιδιοκτήτη).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το ωριαίο προσεγγιστικό μοντέλο κατανάλωσης κάθε ηλεκτρικού φορτίου με τη βοήθεια υπολογιστικού φύλλου που συντάχθηκε, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους, είναι οι μέσες ωριαίες και ημερήσιες ενεργειακές καταναλώσεις για κάθε μήνα του έτους και κατ' επέκταση η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του συνόλου του ηλεκτρικού φορτίου της κατοικίας. Επίσης στο φύλλο υπολογίζονται ο μέσος όρος των ωρών λειτουργίας ανά ημέρα και μήνα κάθε ηλεκτρικού φορτίου καθώς και ο μέσος ημερήσιος και μηνιαίος συντελεστής ζήτησης του συνολικού φορτίου της κατοικίας.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τα ωριαία προσεγγιστικά μοντέλα κατανάλωσης κάθε ηλεκτρικού φορτίου, με τη βοήθεια υπολογιστικών φύλλων που συντάχθηκαν, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα για τις συνολικές ωριαίες ενεργειακές απαιτήσεις για όλα τα ηλεκτρικά φορτία της κατοικίας στη διάρκεια ενός έτους, βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ'.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Στον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας δεν έχει ληφθεί υπόψη οι καταναλώσεις της βοηθητικής αντίστασης του μπόιλερ τριπλής ενέργειας, που όπως αναφέραμε στα παραπάνω, θα λειτουργεί μόνο όταν υπάρχει περίσσειμα σε παραγόμενη ενέργεια.

Πίνακας 11.7 – Η μέση ημερήσια, μηνιαία και ετήσια ενεργ. κατανάλωση της κατοικίας.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΓΚΑΤ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡΙΛ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Εσωτερικός Φωτισμός	858,7 W	68,03 kWh	59,43 kWh	56,03 kWh	48,15 kWh	43,78 kWh	41,18 kWh	42,56 kWh	44,13 kWh	53,53 kWh	59,78 kWh	65,22 kWh	68,59 kWh	650,43 kWh
		2,19 kWh	2,12 kWh	1,81 kWh	1,60 kWh	1,41 kWh	1,37 kWh	1,37 kWh	1,42 kWh	1,78 kWh	1,93 kWh	2,17 kWh	2,21 kWh	
Εξωτερικός Φωτισμός	911,0 W	94,88 kWh	80,51 kWh	84,94 kWh	81,81 kWh	91,55 kWh	101,40 kWh	101,80 kWh	116,12 kWh	106,38 kWh	100,99 kWh	92,18 kWh	97,11 kWh	1149,65 kWh
		3,06 kWh	2,88 kWh	2,74 kWh	2,73 kWh	2,95 kWh	3,38 kWh	3,28 kWh	3,75 kWh	3,55 kWh	3,26 kWh	3,07 kWh	3,13 kWh	
Θέρμανση - ΖΝΧ	4375,0 W	124,54 kWh	114,08 kWh	104,24 kWh	65,53 kWh	39,43 kWh	43,14 kWh	46,30 kWh	43,45 kWh	35,55 kWh	25,89 kWh	52,16 kWh	96,65 kWh	790,96 kWh
		4,02 kWh	4,07 kWh	3,36 kWh	2,18 kWh	1,27 kWh	1,44 kWh	1,49 kWh	1,40 kWh	1,19 kWh	0,84 kWh	1,74 kWh	3,12 kWh	
Ψύξη - Δροσισμός	4000,0 W	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	280,28 kWh	501,74 kWh	759,20 kWh	759,20 kWh	452,67 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	2763,10 kWh
		0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	9,04 kWh	16,72 kWh	24,49 kWh	24,49 kWh	15,09 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	
Ηλεκτρικές Συσκευές	26379,5 W	529,15 kWh	477,94 kWh	533,83 kWh	508,06 kWh	318,35 kWh	315,73 kWh	335,40 kWh	335,40 kWh	315,73 kWh	542,02 kWh	516,58 kWh	527,42 kWh	5255,62 kWh
		17,07 kWh	17,07 kWh	17,22 kWh	16,94 kWh	10,27 kWh	10,52 kWh	10,82 kWh	10,82 kWh	10,52 kWh	17,48 kWh	17,22 kWh	17,01 kWh	
Ηλεκτρονικές Συσκευές (Σε λειτουργία)	1193,0 W	117,55 kWh	106,18 kWh	117,55 kWh	113,76 kWh	117,55 kWh	113,76 kWh	117,55 kWh	117,55 kWh	113,76 kWh	117,55 kWh	113,76 kWh	117,55 kWh	1384,08 kWh
		3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	3,79 kWh	
Ηλεκτρονικές Συσκευές (Stand by)	12,0 W	8,36 kWh	7,55 kWh	8,36 kWh	8,09 kWh	8,36 kWh	8,09 kWh	8,36 kWh	8,36 kWh	8,09 kWh	8,36 kWh	8,09 kWh	8,36 kWh	98,40 kWh
		0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	0,27 kWh	
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ :		942,51 kWh	845,69 kWh	904,95 kWh	825,39 kWh	892,50 kWh	1125,04 kWh	1411,17 kWh	1424,22 kWh	1085,71 kWh	854,58 kWh	847,99 kWh	915,68 kWh	12082,24 kWh
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ :		30,40 kWh	30,20 kWh	29,19 kWh	27,51 kWh	28,79 kWh	37,50 kWh	45,52 kWh	45,94 kWh	36,19 kWh	27,57 kWh	28,27 kWh	29,54 kWh	

## 11.5 Σχεδιασμός εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης

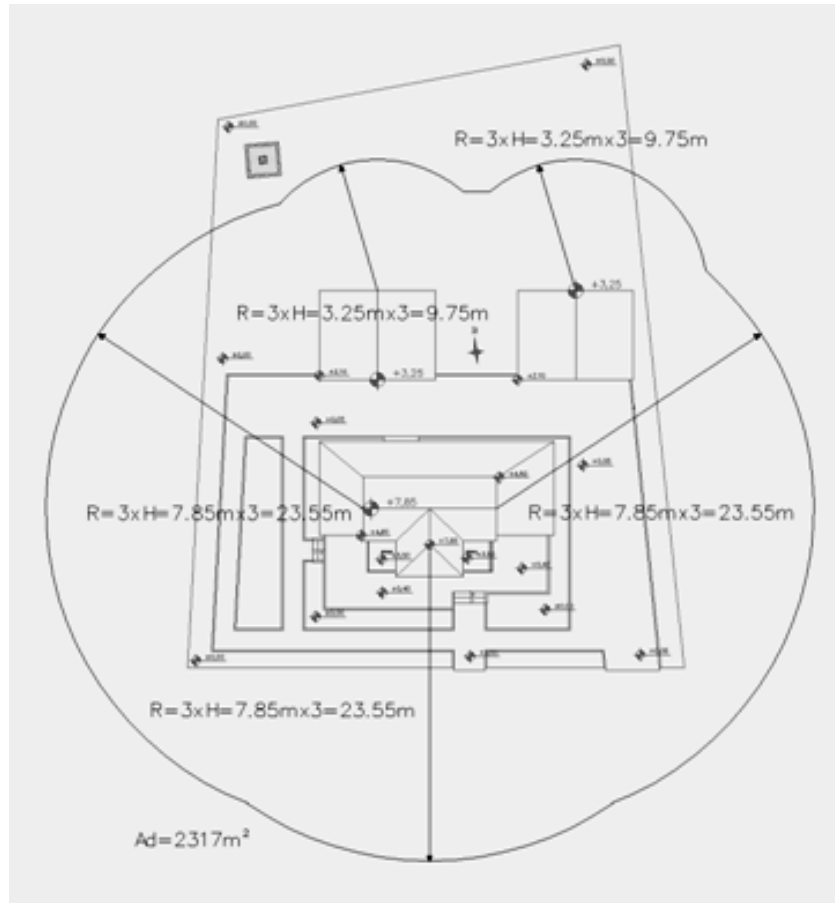
Ο σχεδιασμός της εσωτερικής εγκατάστασης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD 384 και με τη βοήθεια του λογισμικού της 4M – «Ηλεκτρολογικά».

Τα σχέδια της ηλεκτρικής εγκατάστασης καθώς και οι υπολογισμοί των αγωγών και του ηλεκτρολογικού υλικού που θα εγκατασταθεί εντός της οικίας, υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ'.

### 11.5.1 Αντικεραυνική προστασία κατοικίας

Ο υπολογισμός του κινδύνου κεραυνικού πλήγματος και η επιλογή Σ.Α.Π. εφόσον χρειάζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 1197, θα γίνει ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράψαμε στο 8<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.

Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της κατοικίας που προκύπτει από το τοπογραφικό σχέδιο της οικίας, με τη χρήση της γραφικής μεθόδου μέσω AutoCad, ισούται με 2317.83m<sup>2</sup>. Ο αριθμός των ημερών καταιγίδας ανά έτος  $T_d$ , που λαμβάνεται από ισοκεραυνικούς χάρτες της Ελλάδος, για την περιοχή του Ηρακλείου ισούται με 25 ημέρες.



Σχήμα 11.5 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της κατοικίας με τη γραφική μέθοδο

Επομένως η μέση ετήσια πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού  $N_g$  όπως προκύπτει από τη σχέση (8.1) είναι:

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1.25} = 0.04 \times 2\Phi^{1.25} = 2.23607 \text{ Πλ γματα Km Year}$$

Η μέση ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων κεραυνού  $N_d$  που πιθανόν να δεχτεί η κατοικία, όπως προκύπτει από τη σχέση (8.2) είναι:

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} = 2.23607 \times 2317.83 \times 0.25 \times 10^{-6} \Rightarrow$$

$$N_d = 0.0014711 \text{ Ηλ γματα Year}$$

όπου

$C_e = 0.25$  (Ο περιβαλλοντικός συντελεστής για κατασκευή ευρισκόμενη σε περιοχή με άλλες κατασκευές ή δέντρα, του ίδιου ή μεγαλύτερου ύψους)

Οι τιμές της αποδεκτής συχνότητας ζημιών από κεραυνικά πλήγματα  $N_c$  της κατοικίας υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση (8.4) και (8.5):

$$N_c = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6} = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{1 \times 1 \times 0.5 \times 1 \times 1} = 0.0110000 \text{ ή } 11 \text{ μολτα } Year$$

όπου

$C_2 = 1$  (Ο κατασκευαστικός συντελεστής για κοινή κατασκευή με κοινή στέγη)

$C_3 = 1$  (Ο συντελεστής περιεχομένων για κανονικής παρουσίας ατόμων)

$C_4 = 0.5$  (Ο λειτουργικός συντελεστής για σπίτια και κτίρια μικρών διαστάσεων)

$C_5 = 1$  (Ο συντελεστής συνεπειών για κατασκευές που δεν έχουν σημαντικές συνέπειες από την διακοπή λειτουργίας και δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες)

$C_6 = 1$  (Ο συντελεστής έγκαιρης σωστικής επέμβασης για δυνατότητα έγκαιρης σωστικής επέμβασης υπηρεσιών (πυροσβεστική, ασθενοφόρα)

Η αποδεκτή συχνότητα ζημιάς  $N_c$  από κεραυνικό πλήγμα σε μια κατασκευή συγκρίνεται με την αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό  $N_d$ , σύμφωνα με τη σχέση (8.6) όπου και προκύπτει ότι:

$$N_d \leq N_c \Rightarrow 0.0014711 \leq 0.011 \Rightarrow \text{Δεν χρειάζεται Σ.Α.Π.}$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προέκυψε ότι δεν απαιτείται εγκατάσταση Σ.Α.Π. στην κατοικία. Προληπτικά όμως θα εγκατασταθούν απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων και η προβλεπόμενη εγκατάσταση γείωσης (θεμελιακή γείωση).

## 11.6 Σχεδιασμός αυτόνομου υβριδικού συστήματος

Ο σχεδιασμό του υβριδικού συστήματος που θα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας, θα γίνει σύμφωνα με τα εξής κριτήρια:

- Χαμηλό κόστος με μέγιστη ενεργειακή απόδοση
- Ενεργειακή επάρκεια καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

Το υβριδικό σύστημα που θα σχεδιάσουμε και στη συνέχεια θα αναλύσουμε, έτσι ώστε να έχουμε ένα σύστημα που θα είναι επαρκές για τις ανάγκες της κατοικίας μας θα αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Ανεμογεννήτρια



- Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Συσσωρευτές
- Inverters
- Φορτιστές συσσωρευτών
- Αυτόνομος μετατροπέας
- Ηλεκτρογεννήτρια

Ο σχεδιασμός του αυτόνομου υβριδικού συστήματος, θα γίνει σύμφωνα με το ετήσιο αιολικό και ηλιακό δυναμικό της περιοχής και τις ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας, τα οποία θα καθορίσουν τον αριθμό και το μέγεθος των ανεμογεννητριών, των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των συσσωρευτών και του επιμέρους εξοπλισμού (Inverter, ρυθμιστών φόρτισης κτλ.).

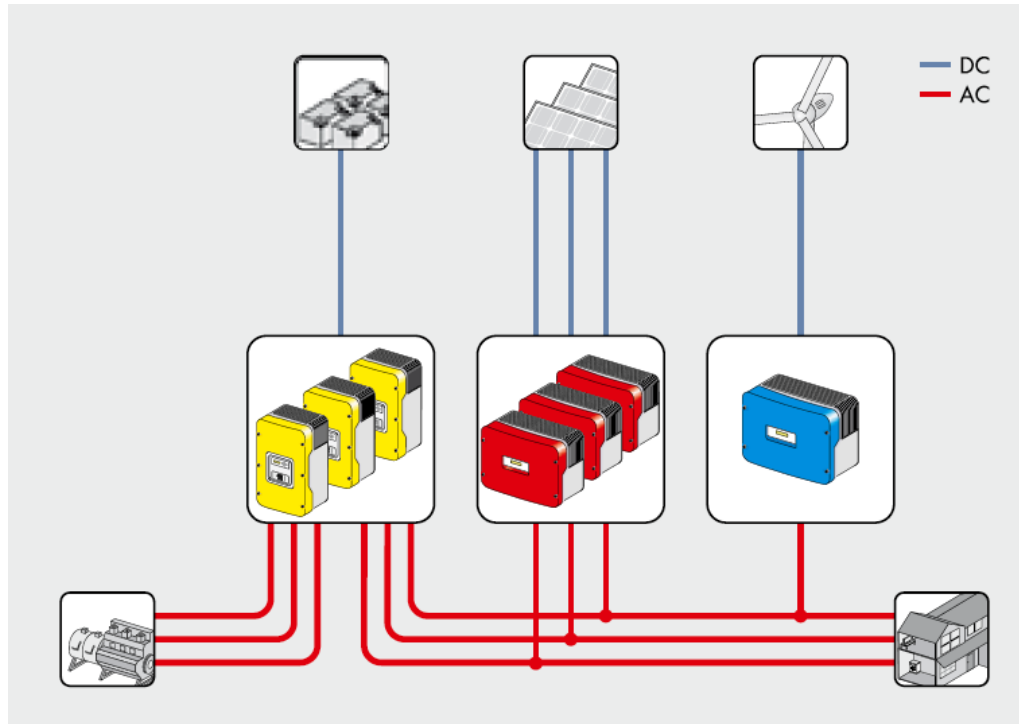
#### 11.6.1 Συνδεσμολογία αυτόνομου υβριδικού συστήματος

Το αυτόνομο υβριδικό σύστημα θα υλοποιηθεί με έναν διαφορετικό τρόπο σύνδεσης, σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα συνδεθούν στις DC - πλευρές των φ/β αντιστροφών και οι AC - πλευρές τους με τον ηλεκτρολογικό πίνακα του σπιτιού. Έτσι η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη και χρησιμοποιείται αρχικά για την κάλυψη του φορτίου και οποιοδήποτε πλεόνασμα προκύψει μετατρέπεται και πάλι σε συνεχές ρεύμα μέσω του αυτόνομου αντιστροφέα και αποθηκεύεται στους συσσωρευτές του συστήματος για να επανατροφοδοτήσουν την κατοικία, όταν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί. Επίσης η παραγωγή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια περνάει κατευθείαν μέσω του ρυθμιστή φόρτισης στους συσσωρευτές, η οποία ενέργεια θα αποθηκευτεί ή θα περάσει κατευθείαν μέσω του αυτόνομου μετατροπέα για την κάλυψη φορτίου. Στην μία από τις εισόδους του αυτόνομου μετατροπέα, θα συνδεθεί ηλεκτροπαράγωγο ζεύγος για εφεδρεία σε περίπτωση που χρειαστεί να καλύπτουν οι ανάγκες της κατοικίας, λόγω παρατεταμένης συννεφιάς.

Συγκεκριμένα για την σχεδίαση του υβριδικού συστήματος, θα επιλέξουμε αυτόνομους μετατροπείς, αντί για ρυθμιστές φόρτισης, σε συνδυασμό με φ/β αντιστροφείς, που χρησιμοποιούνται στα διασυνδεδεμένα φ/β συστήματα. Με αυτό το τρόπο, ανεβάζουμε το βαθμό απόδοσης του συστήματος, διότι ένα μεγάλο μέρος της παραγόμενης ενέργειας θα απορροφηθεί κατευθείαν από τον καταναλωτή και μόνο η περίσσια ενέργεια προς

αποθήκευση και η υπό ζήτηση ενέργεια από τους συσσωρευτές, την Α/Γ και το Η/Ζ, θα περάσει από μετατροπή μέσα από τους αυτόνομους μετατροπείς.

Επίσης με αυτό το τρόπο εξοικονομώμε χρήματα από τα μικρότερα σε διατομές καλώδια, που απαιτούνται για την υλοποίηση αυτού του συστήματος.



Σχήμα 11.6 – Τριαφασική συνδεσμολογία υβριδικού αυτόνομου συστήματος

## 11.6.2 Ανεμογεννήτρια

### 11.6.2.1 Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού

Πριν αποφασίσουμε να εγκαταστήσουμε μια ανεμογεννήτρια στη περιοχή που μας ενδιαφέρει, θα πρέπει να έχουμε μακροχρόνιες μετρήσεις ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου με στόχο την εκτίμηση της διαθέσιμης αιολικής ενέργειας και κατ' επέκταση της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούμε να αποκομίσουμε.

Οι μετρήσεις αιολικού δυναμικού είναι απαραίτητες για το σχεδιασμό και τη σωστή λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας και κατ' επέκταση ενός υβριδικού συστήματος. Η εκτίμηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι πολύ ευαίσθητη στις διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου ενώ η επιλογή της θέσης μέτρησης απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και εμπειρία. Συνήθως οι μετρήσεις περιλαμβάνουν την εγκατάσταση ενός μεταλλικού ιστού ύψους από 10 έως 60m στον οποίο τοποθετούνται ένα ή περισσότερα ανεμόμετρα και ανεμοδείκτες. Οι μικρού ύψους ιστοί δηλαδή έως 10m λόγω του χαμηλού

κόστους τους αλλά και της εύκολης μεταφοράς τους και τοποθέτησής τους χρησιμοποιούνται συνήθως για τον εντοπισμό της καταλληλότερης θέσης μέτρησης. Αφού εντοπιστεί η θέση μέτρησης ο μικρού ύψους ιστός μπορεί να αντικατασταθεί με έναν άλλο μεγαλύτερου ύψους έτσι ώστε το ύψος μέτρησης να πλησιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο το ύψος των ανεμογεννητριών που θα εγκατασταθούν. Οι μετρήσεις διαρκούν συνήθως ένα χρόνο για να καλυφθούν όλες οι εποχιακές διακυμάνσεις που μπορεί να παρουσιάζονται σε μία συγκεκριμένη περιοχή.

Στην περίπτωση όμως που έχουμε να εγκαταστήσουμε μικρές οικιακές ανεμογεννήτριες, είναι οικονομικά ασύμφορο να προβούμε στη παραπάνω διαδικασία. Σ' αυτές περιπτώσεις παίρνουμε από το κοντινότερο μετεωρολογικό σταθμό της Εθνική Μετεωρολογικής Υπηρεσίας τα δεδομένα που χρειαζόμαστε και με τις κατάλληλες αναλύσεις μπορούμε να εκτιμήσουμε τη διαθέσιμη αιολική ενέργεια της περιοχής.

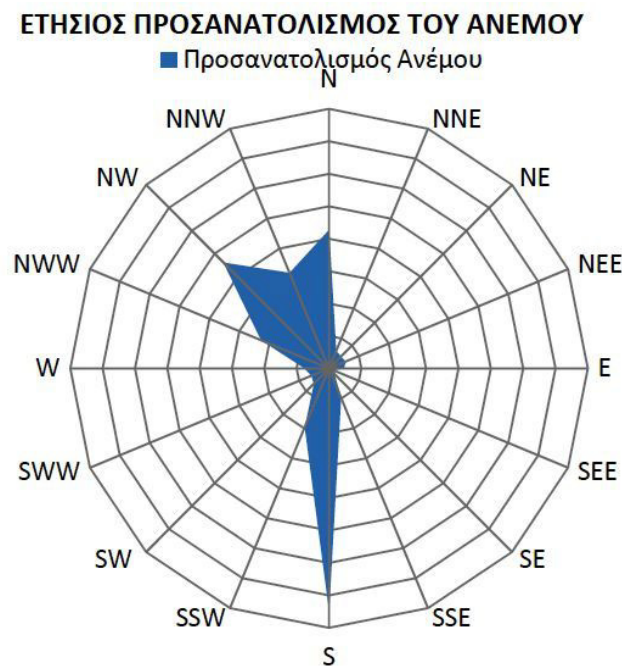
Για τις ανάγκες της μελέτης μας, θα αναλύσουμε τα ωριαία μετεωρολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Ηρακλείου (35.2°B, 25.1°A) σε υψόμετρο 3m και ύψος ανεμόμετρου 39m για τη χρονική περίοδο 1961-90, όπου παρέχονται από διεθνή μετεωρολογική βάση δεδομένων Meteororm, και τα μετεωρολογικά δεδομένα (ανα τρεις ώρες) τη χρονική περίοδο 2009 από την Ε.Μ.Υ (Διεύθυνση Κλιματολογίας).

**Πίνακας 11.8 – Τα ανεμολογικά στοιχεία της περιοχής του Ηρακλείου ανά μήνα.**

<b>ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ</b>				
<b>Μήνας</b>	<b>Ταχύτητα</b>	<b>Διεύθυνση</b>	<b>Ταχύτητα</b>	<b>Διεύθυνση</b>
	<b>Ανέμου</b>	<b>Ανέμου</b>	<b>Ανέμου</b>	<b>Ανέμου</b>
	<i>(m/s)</i>		<i>(m/s)</i>	
<b>Ιαν</b>	4,80	S	4,80	S
<b>Φεβ</b>	5,10	S	6,01	S
<b>Μαρ</b>	4,70	S	4,17	S
<b>Απρ</b>	4,00	S	3,50	S
<b>Μαϊ</b>	3,10	S	3,59	N
<b>Ιουν</b>	3,30	NW	3,62	N
<b>Ιουλ</b>	4,50	NW	5,37	NW
<b>Αυγ</b>	4,60	NW	6,11	NW
<b>Σεπ</b>	3,90	NW	4,42	NNW
<b>Οκτ</b>	3,90	S	4,30	S
<b>Νοε</b>	4,20	S	4,58	S
<b>Δεκ</b>	4,80	S	4,74	S
<b>Μ.Ο. :</b>	4,24	SW	4,60	SSW
<b>Πηγή</b>	<i>METEONORM 4,0</i>		<i>E.M.Y. 2009</i>	
<b>Μετρήσεις:</b>	<i>ανά 1 ώρα</i>		<i>ανά 3 ώρες</i>	

Από το παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι οι αποκλίσεις των μετεωρολογικών δεδομένων μας από τις δυο πηγές είναι πάρα πολύ μικρές. Όμως για να αναλύσουμε και να εκτιμήσουμε το αιολικό δυναμικό της περιοχής που θα εγκατασταθεί το υβριδικό μας σύστημα θα χρησιμοποιήσουμε, για την ταχύτητα του ανέμου, τις μετρήσεις της Meteogram 4.0 διότι είναι πιο ακριβείς λόγω της συχνότητας που λήφθηκαν, και για τη διεύθυνση του ανέμου τις μετρήσεις της E.M.Y, που αν και η συχνότητα λήψης των μετρήσεων είναι πιο μικρή, είναι πιο ακριβείς έτσι ώστε να σχεδιαστεί το πολικό διάγραμμα προσανατολισμού του ανέμου, που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.

Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε ένα μαθηματικό μοντέλο των ανεμολογικών δεδομένων της περιοχή με τη χρήση της κατανομής Weibull. Η κατανομή Weibull περιγράφει ικανοποιητικά τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά στις περιοχές της εύκρατης ζώνης για ύψος μέχρι 100m από το έδαφος. Κάθε κατανομή έχει μια συγκεκριμένη παράμετρο μορφής  $k$  όπου  $1 < k < 3$  και μια παράμετρο κλίμακας  $C$ .



Σχήμα 11.7 – Ετήσιος Προσανατολισμός του Ανέμου για τη περιοχή του Ηρακλείου. Πηγή E.M.Y 2009

Για να σχεδιαστεί μια καμπύλη Weibull θα πρέπει να βρεθεί η πιθανότητα για κάθε ταχύτητα από 0 m/sec μέχρι 24 m/sec χωρίζοντας τις ταχύτητες σε κλάσεις εύρους 1 m/sec, όπου τελικά συνθέτουν την κατανομή συχνοτήτων. Όταν μετρηθούν όλες οι ταχύτητες του ανέμου σε μια συγκεκριμένη περιοχή για έναν χρόνο, τότε μπορεί να παρατηρηθεί στις περισσότερες περιπτώσεις ότι πολύ ισχυροί άνεμοι είναι σπανιότερο να εμφανιστούν από ότι

οι μέτριοι ή ασθενείς άνεμοι, όπως επίσης σπάνιο είναι να επικρατεί πλήρης άπνοια. Έτσι λοιπόν η πιθανότητα να επικρατούν άνεμοι μηδενικής έντασης είναι πολύ κοντά στο μηδέν όπως επίσης η πιθανότητα να επικρατούν άνεμοι πολύ ισχυροί είναι επίσης πολύ μικρή.

Η διαδικασία εύρεσης της διανομής στηρίζεται στο μετασχηματισμό της εξίσωσης της ολικής πιθανότητας (11.1), που προκύπτει από την εφαρμογή της εξίσωσης (11.2).

$$F(V_0) \neq \int_0^{V_0} f(V)dV \text{ (Εξίσωση σωστή ολική \& πιθανότητας)} \quad (11.1)$$

$$f(V) = \frac{k}{C} \times \left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} \times \exp\left[-\left(\frac{V_0}{C}\right)^k\right] \text{ (Αναλυτική μορφή της εξίσωσης Weibull)} \quad (11.2)$$

οπότε έχουμε:

$$\ln\{-\ln[1-F(V \leq V_0)]\} = -k \times \ln c + k \times \ln V_0 \quad (11.3)$$

όπου στη περίπτωση της ανάλυσης κατά Weibull, η αθροιστική πιθανότητα F(V) δίνεται σαν:

$$F(V \leq V_0) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V_0}{C}\right)^k\right] \quad (11.4)$$

Συνεπώς ο υπολογισμός των παραμέτρων k και C, που αντιστοιχούν στις ανεμολογικές μετρήσεις της περιοχής, μπορεί να γίνει με χρήση της ευθείας ελάχιστων τετραγώνων.

$$Y = A + B \times X \quad (11.5)$$

όπου

$$A = \frac{(\sum y) \times (\sum x^2) - (\sum x) \times (\sum x \times y)}{n \times (\sum x^2) - (\sum x)^2}, \quad B = \frac{n \times (\sum x \times y) - (\sum x) \times (\sum y)}{n \times (\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (11.6)$$

$$Y = -k \times \ln C + k \times x \quad (11.7)$$

$$X = \ln V_0 \quad (11.8)$$

Ακολούθως έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές A και B της εν λόγω ευθείας, είναι δυνατός ο υπολογισμός των παραμέτρων k και C βάσει των παρακάτω εξισώσεων.

$$C = \exp\left[-\frac{A}{B}\right], \quad k = B \quad (11.9)$$

Η μέση τιμή της κατανομής Weibull προκύπτει από τη σχέση:

$$V_m = C \times \Gamma \times \left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (\text{Μέση τιμή}) \quad (11.10)$$

όπου

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} \times e^{-t} dt \quad (\text{Συν ρηση Γ μα}) \quad (11.11)$$

Η παράμετρος k είναι αντιστρόφως ανάλογη της διακύμανσης  $\sigma^2$  των ταχυτήτων του ανέμου ως προς τη μέση ταχύτητα. Μεγαλύτερες τιμές του k εκφράζουν μικρότερη διασπορά των ταχυτήτων του ανέμου και συνεπώς μεγαλύτερη συγκέντρωση γύρω από την μέση τιμή.

$$\sigma^2 = C^2 \times \left\{ \Gamma \times \left(1 + \frac{1}{k}\right) \left[ \Gamma \times \left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^2 \right\} \quad (\text{Διασπορά}) \quad (11.12)$$

Επίσης για την ανάλυση των πειραματικών μετρήσεων χρησιμοποιούμε και τις παρακάτω σχέσεις:

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^N \frac{V_i}{N} \quad (\text{Μση τάχ τητα του άν μθυ}) \quad (11.13)$$

όπου N: το πλήθος των μετρήσεων του ανέμου.

$$S_v = \sqrt{\frac{1}{N-1} \times \sum_{i=1}^N (V_i - \bar{V})^2} \quad (\text{Τυπικ απ κλισηήτων μετρ σεων}) \quad (11.14)$$

$$C_v = \frac{S_v}{\bar{V}} \quad (\text{Ψυντελεστ ή μεταβολ ή των μετρ σεων}) \quad (11.15)$$

Από τις σχέσεις (5.5) και (11.2) προκύπτει πως η εξίσωση της διανομής της πυκνότητας πιθανότητας της διαθέσιμη αιολικής ισχύς είναι:

$$P(V) = \frac{1}{2} \times \rho \times \frac{k}{C} \times \left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} \times \exp \left[ -\left(\frac{V}{C}\right)^k \right] \times V^3, (W / m^2) \quad (11.16)$$

Επίσης η συνολική διαθέσιμη αιολική ενέργεια προκύπτει από τη σχέση:

$$E(V_i) = \frac{1}{2} \times \rho \times [1 + 3 \times I^2] \times \sum_i f(V_i) \times V_i^3 \quad (Kwh / m^2 / year) \quad (11.17)$$

όπου

$$I = \frac{\sigma_v}{\bar{V}} \quad (\text{Η νταση της ανήτ ραξης του άν μθυ}) \quad (11.18)$$

Ο σχεδιασμός της ετήσια κατανομή Weibull για τη περιοχή του Ηρακλείου, λόγω του τεράστιου όγκου των δεδομένων και της δυσκολίας υπολογισμού των σχέσεων που πρέπει να

εφαρμοστούν, θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του προγράμματος Excel. Τα αναλυτικά αποτελέσματα και οι γραφικές παραστάσεις της κατανομής Weibull, όπως αυτά πρόέκυψαν με τη διαδικασία που προαναφέραμε, υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η'.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των μετρήσεων (σε ύψος ανεμόμετρου 39m) και το σχεδιασμό της κατανομής Weibull είναι:

$\bar{U}$ : 4,24 m/s	(Μέση ταχύτητα ανέμου μετρήσεων)
N : 8760	(Πλήθος μετρήσεων)
$S_v$ : 2,959	(Τυπική Απόκλιση-Διασπορά μετρήσεων)
$C_v$ : 0,69844	(Συντελεστής μεταβολής των μετρήσεων)
$\rho$ : 1,225 kg/m <sup>3</sup>	(Η πυκνότητα του αέρα)
$h_o$ : 39,00 m	(Το υψόμετρο του ανεμόμετρου)

Σταθερές Καμπύλης Weibull →	A = -2,28290, B = 1,46586
Βέλτιστη Καμπύλη Weibull →	Y = -2,2829 + 1,4659X
Σταθερές Διανομής Weibull →	C = 4,74635, k = 1,46586

Αναλυτική μορφή της εξίσωσης Weibull:

$$f(V) = \frac{1,46586}{4,74635} \times \left( \frac{V}{4,74635} \right)^{1,46586-1} \times \exp \left[ - \left( \frac{V}{4,74635} \right)^{1,46586} \right]$$

Η μέση τιμή της κατανομής είναι 4.297 m/s με πιθανότητα εμφάνισης 12.42%

Η διάμεσος της κατανομής είναι 3.6967m/s με πιθανότητα εμφάνισης 13.74%

Η μέγιστη τιμή κατανομής είναι 2.1714m/s με πιθανότητα εμφάνισης 15.61%

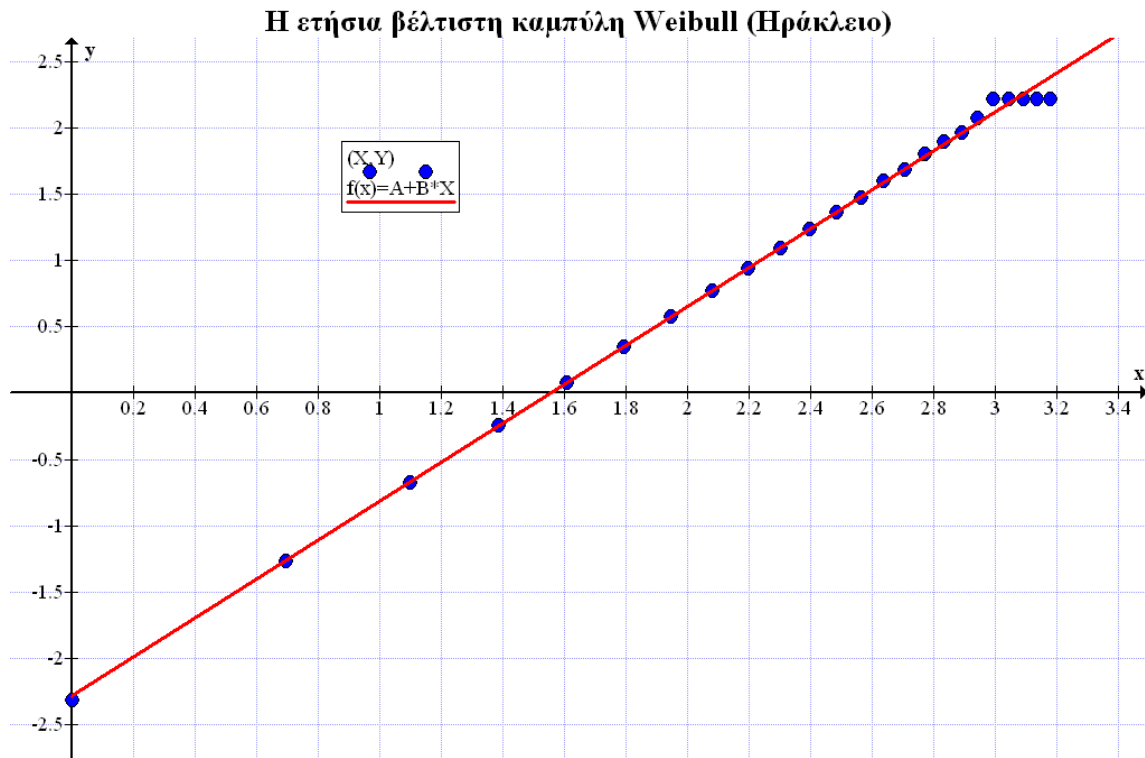
Η διακύμανση των τιμών της κατανομής είναι  $\sigma_v = 1,389$

Η ένταση της ανατάραξης του ανέμου  $I = 0,323$

Η μέγιστη τιμή της διανομής της πυκνότητας της πιθανότητας της διαθέσιμη αιολικής ισχύς είναι 14.54 W/m<sup>2</sup> με ταχύτητα ανέμου 8.54 m/s.

Η ετήσια διαθέσιμη αιολική ισχύ P ισούται με 136.79 W/m<sup>2</sup>.

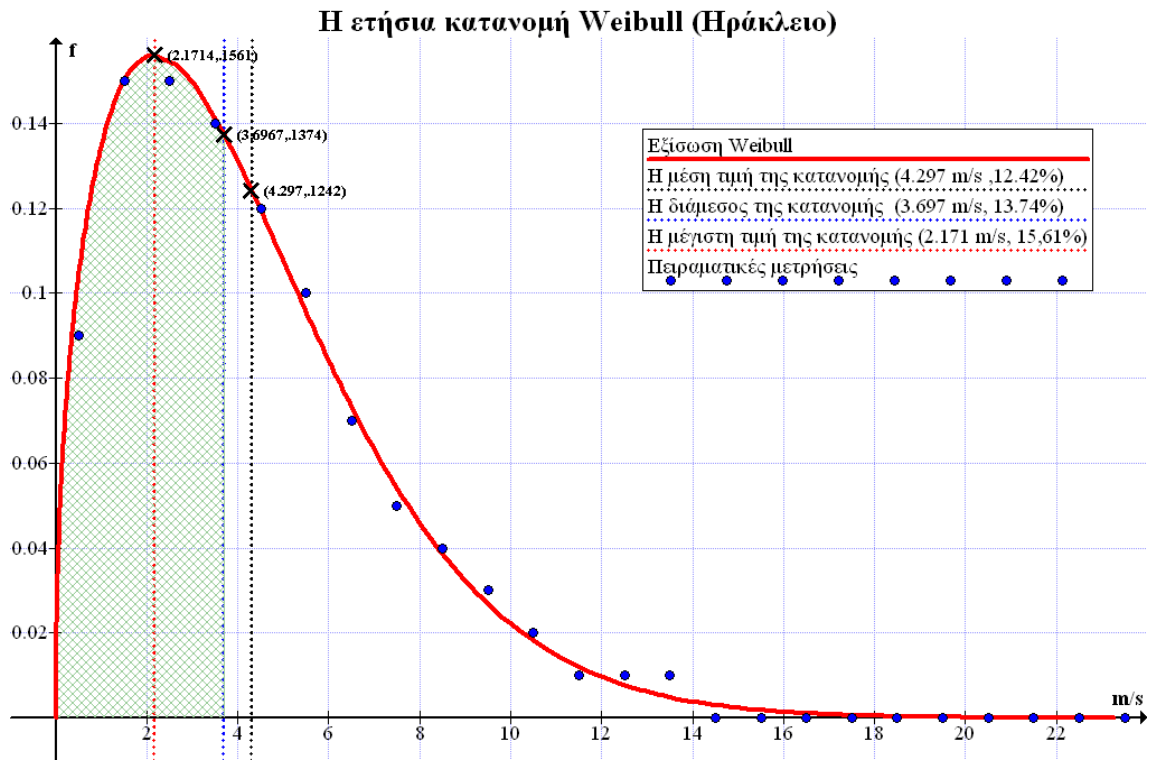
Η συνολική διαθέσιμη αιολική ενέργεια E ισούται με 1573,37 KWh/ m<sup>2</sup>/year



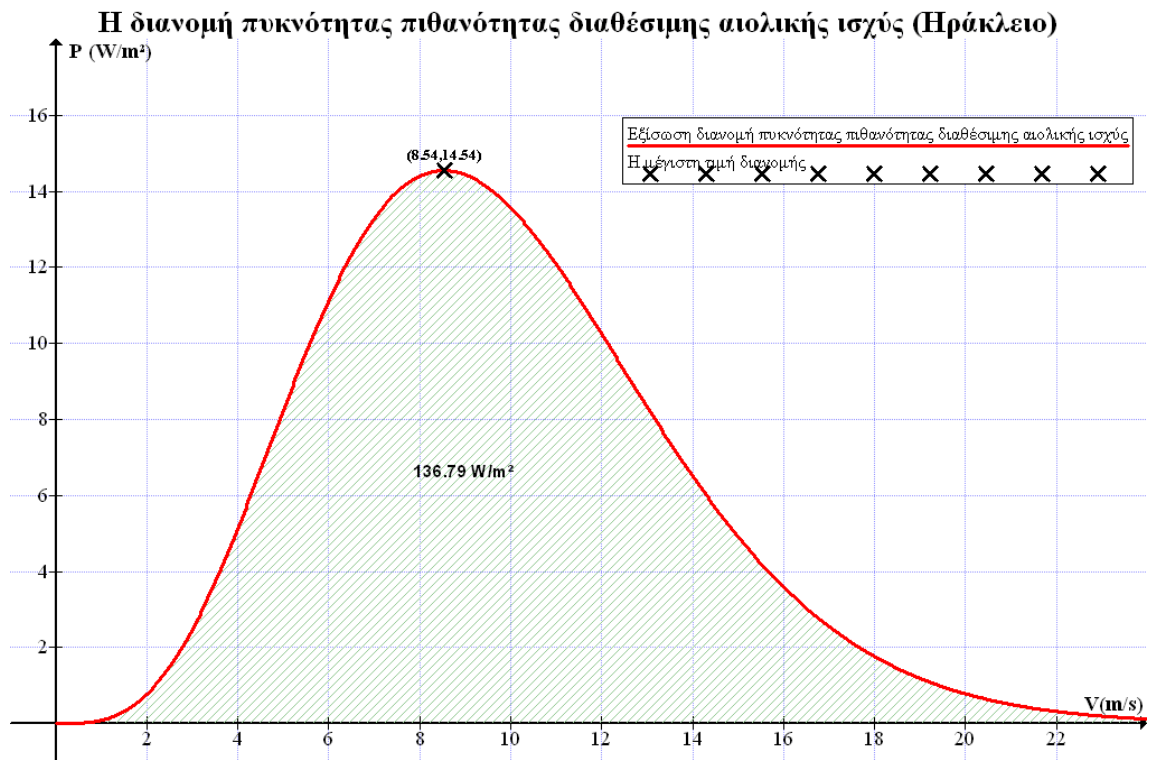
Σχήμα 11.8- Η ετήσια βέλτιστη καμπύλη Weibull για την περιοχή του Ηρακλείου

Το γράφημα της κατανομής Weibull στο σχήμα 11.9 δείχνει τη κατανομή πυκνότητας πιθανότητας. Η περιοχή (εμβαδόν) που σχηματίζει η κατανομή είναι πάντοτε ίση με την μονάδα δηλαδή το άθροισμα των συνολικών πιθανοτήτων θα ισούται με το 100%. Αν παρατηρηθεί το γράφημα διαπιστώνει κανείς ότι δεν είναι συμμετρικό. Σύμφωνα με το σχήμα, η μισή επιφάνεια βρίσκεται αριστερά της γραμμής μέσης τιμής της κατανομής και η υπόλοιπη μισή βρίσκεται στα δεξιά της. Η γραμμή στα 3.7 m/sec λέγεται διάμεσος της κατανομής. Αυτό σημαίνει ότι τον μισό χρόνο θα υπάρχει άνεμος με ταχύτητα μικρότερη από 3.7 m/sec και τον υπόλοιπο μισό με μεγαλύτερη από 3.7 m/sec. Η μέση τιμή της κατανομής είναι η ταχύτητα των 4.3 m/sec. Η ταχύτητα των 2.2 m/sec είναι η πιο συχνή (μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανιστεί) και λέγεται τυπική τιμή κατανομής. Η μορφή της κατανομής διαφέρει από τόπο σε τόπο και εξαρτάται από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, το ανάγλυφο του εδάφους και άλλους γεωγραφικούς παράγοντες.

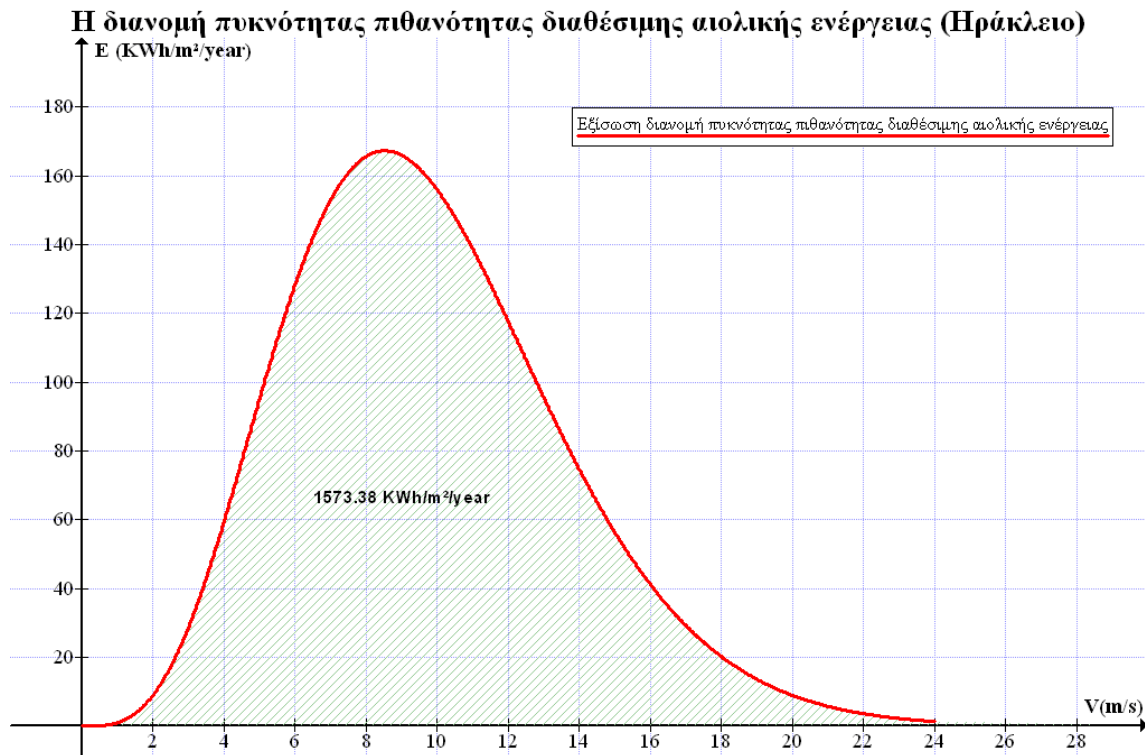




Σχήμα 11.9- Η ετήσια κατανομή Weibull για την περιοχή του Ηρακλείου



Σχήμα 11.10 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ισχύς (Ηράκλειο)



Σχήμα 11.11 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ενέργειας (Ηράκλειο)

Από τα διαθέσιμα πειραματικά και θεωρητικά στοιχεία είναι γνωστό ότι η ένταση του ανέμου μεταβάλλεται με την αύξηση του ύψους (κατά κανόνα αυξάνεται), στο οποίο σχεδιάζεται η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού.

Συνεπώς κατά την ανάλυση μας δεχόμαστε ότι η ροή του ανέμου επάνω στην επιφάνεια της γης υπόκειται στους κλασσικούς νόμους των ρευστών. Ως εκ τούτου είναι δυνατή εκτός των πειραματικών μετρήσεων η χρήση των αναλυτικών και αριθμητικών μεθόδων, που χρησιμοποιούνται στη μηχανική των ρευστών και στην αεροδυναμική, για να μελετηθεί η διανομή της ταχύτητας του ανέμου σε διάφορες επιλεγμένες θέσεις. Πιο συγκεκριμένα, η κατακόρυφη διανομή ταχύτητας του ανέμου ακολουθεί τη συμπεριφορά τυρβώδους οριακού στρώματος, όπου βέβαια πρέπει να ληφθεί υπόψη και η επίδραση της τραχύτητα του εδάφους με τη γενικότερη της έννοια, δηλαδή η ύπαρξη κτιρίων, βράχων, δένδρων κ.λ.π.

Σαν παρατήρηση πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος από το έδαφος στο οποίο αναφέρονται οι μετρήσεις. Συνήθως αυτή η μεταβολή είναι αξιοσημείωτη μέχρι τα πρώτα εκατό μέτρα από το έδαφος ανάλογα πάντοτε με το πάχος του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος.

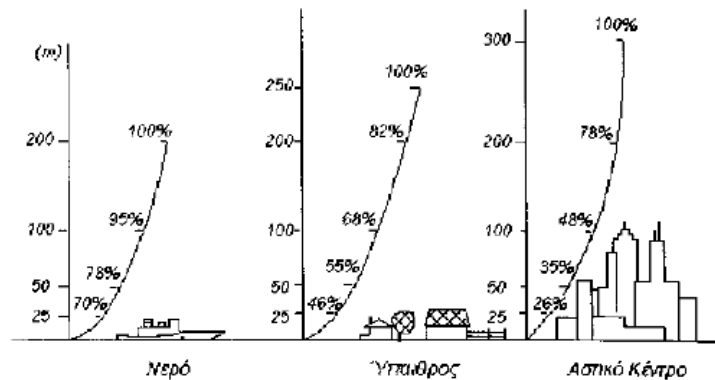
Μια από τις κυριότερες διανομές ταχύτητας που έχουν προταθεί είναι η εκθετική διανομή (power law) η οποία εκφράζεται σαν:

$$\frac{V(h_1)}{V(h_0)} = \left(\frac{h_1}{h_0}\right)^n$$

(11.19)

$$n = 0.04 \times \ln z_0 + 0.003 \times (\ln z_0)^2 + 0.24$$

όπου  $h_0$ , το ύψος του ανεμόμετρου και  $h_1$  το ύψος εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας και δίνει την ταχύτητα ανέμου σε ύψος  $h_1$  από το έδαφος συνάρτηση της παραμέτρου  $n$ , της οποίας η ακριβής τιμή εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους αλλά και τη διεύθυνση του ανέμου.



Σχήμα 11.12 - Επίδραση τραχύτητας στη διανομή ταχύτητας του ανέμου

Κατηγορία Τραχύτητας	Τύπος εδάφους	$Z_0(m)$
0	Πηλώδες έδαφος, Πάγος	$10^{-5} - 3 \cdot 10^{-5}$
0	Ήρεμη θάλασσα	$2 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-4}$
0	Αμμώδες έδαφος	$10^{-4} - 10^{-3}$
0	Χιονοκαλυμμένο επίπεδο έδαφος	$4.9 \cdot 10^{-3}$
1	Χέρσο έδαφος	$10^{-3} - 0.01$
1	Χλοερό έδαφος	0.017
1	Επίπεδο ακαλλιέργητο έδαφος	0.021
2	Χαμηλή βλάστηση, Στέπα	0.032
2	Υψηλά χόρτα	0.039
2	Σποβολώνες	0.045
2	Καλλιέργειες	0.064
2	Θαμνώδες έδαφος	0.1-0.3
2	Δάση με χαμηλά δένδρα	0.05-0.1
3	Δάση με υψηλά δένδρα	0.2-0.9
3	Προαστιακές περιοχές	1-2
3	Πόλεις	1-4

Σχήμα 11.13 – Τραχύτητα εδάφους

Για να υπολογίσουμε το αιολικό δυναμικό που θα έχουμε στο ύψος της ανεμογεννήτριας, θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση (11.19) για να ανάγουμε τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου από το ύψος του ανεμόμετρου που λήφθηκαν οι πειραματικές τιμές στο ύψος που θα εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια. Στη συνέχεια ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για να βρούμε τη κατανομή Weibull για τη ταχύτητα του ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας, με αυτή για το ύψος του ανεμομέτρου.

Αρχικά, όμως θα πρέπει να ορίσουμε το ύψος του ιστού και τη τραχύτητα του εδάφους της περιοχής που θα εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια. Παρατηρώντας τα αρχιτεκτονικά σχέδια του οικοπέδου της κατοικίας και λαμβάνοντας υπόψη το ετήσιο πολικό διάγραμμα της διεύθυνσης του ανέμου (Σχήμα 11.7), αντιλαμβανόμαστε πως η κατάλληλη θέση για τη τοποθέτηση του ιστού της ανεμογεννήτρια είναι ΒΔ του οικοπέδου, που εκτός ότι εμφανίζονται άνεμοι με μεγάλη συχνότητα, ο χώρος είναι ικανοποιητικός σε έκταση για να εγκατασταθεί ο ιστός και ο καταλληλότερος σε θέμα αισθητικής διότι βρίσκεται στο πίσω μέρος της κατοικίας. Για να καθορίσουμε το ύψος του ιστού, θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη το κόστος του ιστού και της εγκατάστασης του καθώς επίσης και την επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα αυτοφερόμενα επίτονα με εντατήρες, αν ιστός έχει ύψος μεγαλύτερο από 8m. Λαμβάνοντας υπόψη το χώρο, το ύψος της κατοικίας (7.85m) καθώς και το κόστος των τυποποιημένων ιστών του εμπορίου, επιλέγουμε ιστό με ύψος τουλάχιστον 1.5 φορά ψηλότερο από την κατοικία. Από τους τυποποιημένους ιστούς που υπάρχουν στο εμπόριο θα επιλέξουμε ιστό με ύψος 12.8m για να εγκαταστήσουμε την ανεμογεννήτρια.

Στη συνέχεια ερευνώντας το περιβάλλοντα χώρο της κατοικίας με τη βοήθεια του προγράμματος Google Earth και λαμβάνοντας υπόψη το πίνακα από το (Σχήμα 11.13), θα επιλέξουμε τη τραχύτητα του εδάφους  $Z_0$  ίση με 0.10m.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των αναγομένων μετρήσεων (σε ύψος ανεμογεννήτριας 12.8m) και το σχεδιασμό της κατανομής Weibull είναι:

$\bar{U}$ : 3,53 m/s	(Μέση ταχύτητα ανέμου μετρήσεων)
N : 8760	(Πλήθος μετρήσεων)
$S_v$ : 2,465	(Τυπική Απόκλιση-Διασπορά μετρήσεων)
$C_v$ : 0,69844	(Συντελεστής μεταβολής των μετρήσεων)
$\rho$ : 1,225 kg/m <sup>3</sup>	(Η πυκνότητα του αέρα)
$h_1$ : 12,80 m	(Το υψόμετρο του ανεμόμετρου)

Σταθερές Καμπύλης Weibull →  $A = -1,82654$ ,  $B = 1,36536$

Βέλτιστη Καμπύλη Weibull →  $Y = -1,8265 + 1,36536X$

Σταθερές Διανομής Weibull →  $C = 3,81053$ ,  $k = 1,36536$

Αναλυτική μορφή της εξίσωσης Weibull:

$$f(V) = \frac{1,36536}{3,81053} \times \left( \frac{V}{3,81053} \right)^{1,36536-1} \times \exp \left[ - \left( \frac{V}{3,81053} \right)^{1,36536} \right]$$

Η μέση τιμή της κατανομής είναι 3,487 m/s με πιθανότητα εμφάνισης 14,30%

Η διάμεσος της κατανομής είναι 2,913 m/s με πιθανότητα εμφάνισης 16,24%

Η μέγιστη τιμή κατανομής είναι 1,451 m/s με πιθανότητα εμφάνισης 19,27%

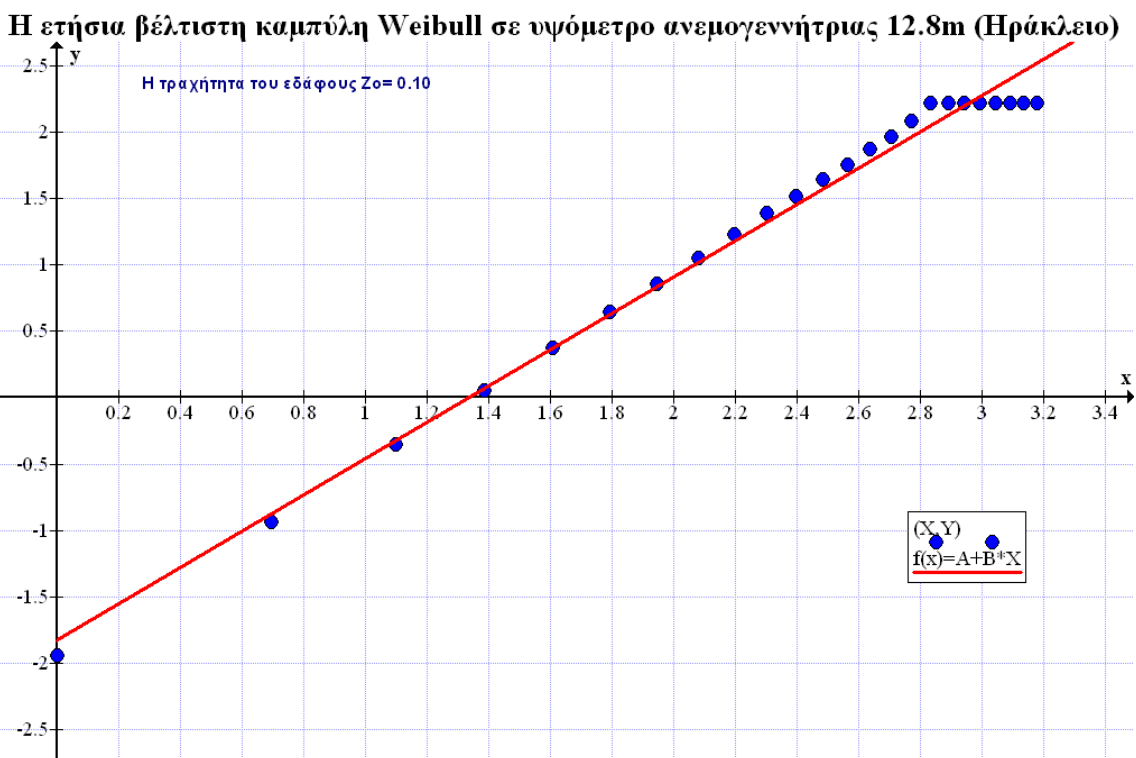
Η διακύμανση των τιμών της κατανομής είναι  $\sigma_v = 1,127$

Η ένταση της ανατάραξης του ανέμου  $I = 0,323$

Η μέγιστη τιμή της διανομής της πυκνότητας της πιθανότητας της διαθέσιμη αιολικής ισχύς είναι  $7,38 \text{ W/m}^2$  με ταχύτητα ανέμου  $9,54 \text{ m/s}$ .

Η ετήσια διαθέσιμη αιολική ισχύ  $P$  ισούται με  $81,62 \text{ W/m}^2$ .

Η συνολική διαθέσιμη αιολική ενέργεια  $E$  ισούται με  $942,20 \text{ KWh/ m}^2/\text{year}$

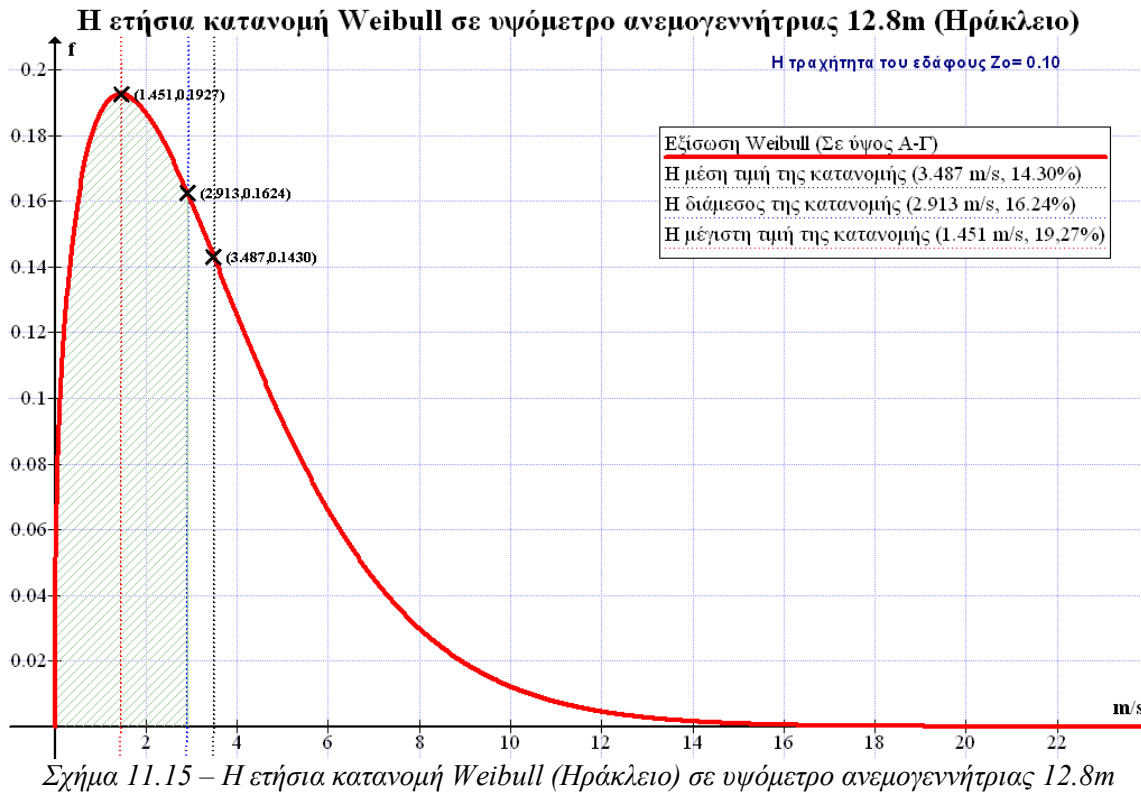


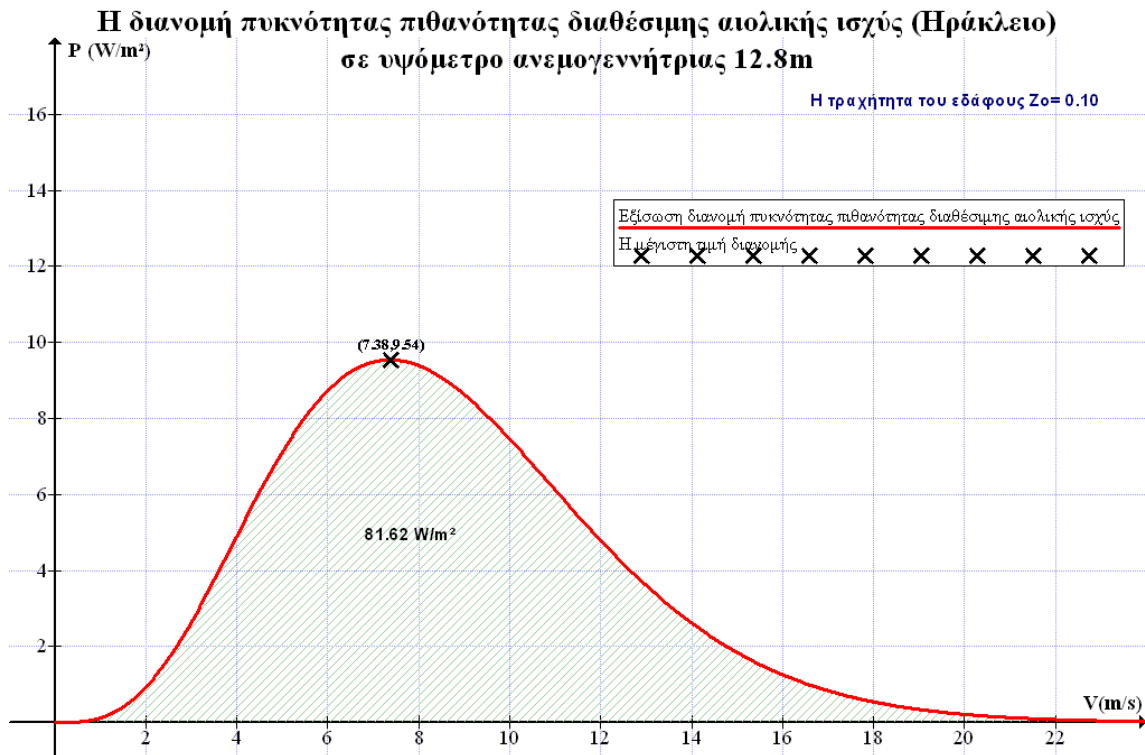
Σχήμα 11.14 – Η ετήσια βέλτιστη καμπύλη Weibull (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m

Τα αναλυτικά αποτελέσματα και οι γραφικές παραστάσεις της κατανομής Weibull των αναγομένων μετρήσεων, όπως αυτές πρόεκυψαν με τη διαδικασία που προαναφέραμε, υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η'.

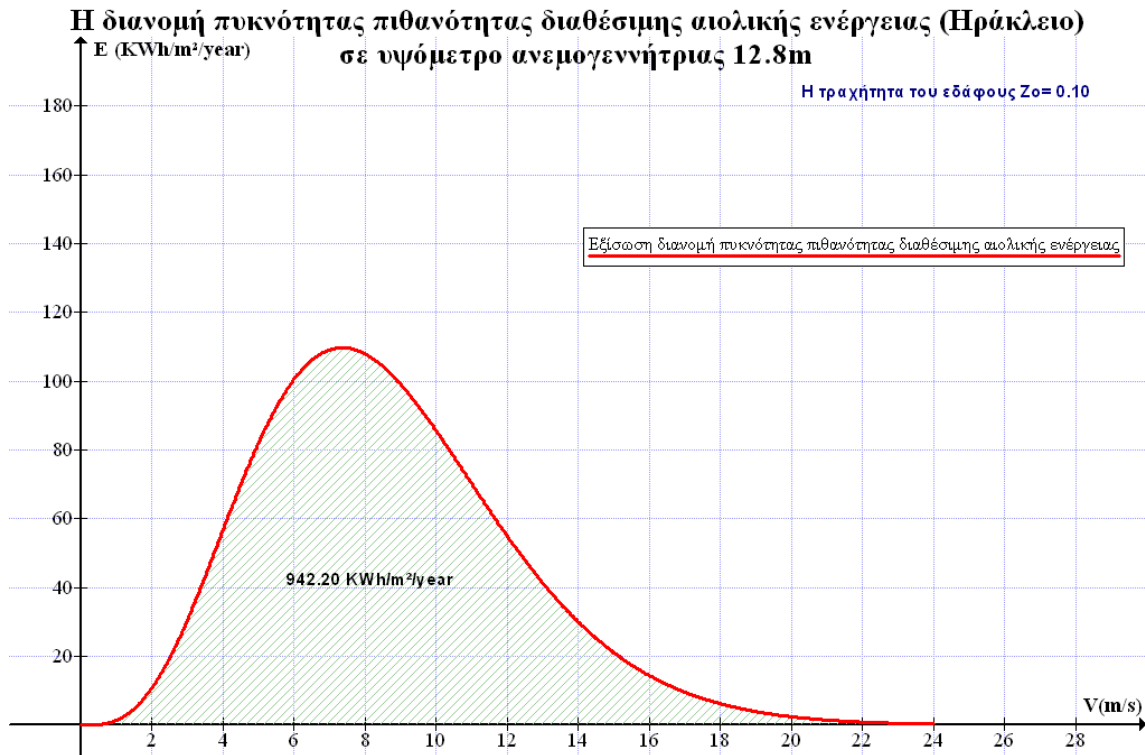
Αναλύοντας το παρακάτω γράφημα της κατανομής Weibull παρατηρούμε ότι το αιολικό δυναμικό της περιοχής μας είναι χαμηλό. Για να αξιοποιήσουμε το αιολικό δυναμικό της περιοχής μας, θα πρέπει να επιλέξουμε ανεμογεννήτρια με πολύ χαμηλή ταχύτητα εκκίνησης και μεγάλης ισχύος για να παραχθεί μια αξιόλογη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Ερευνώντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οικιακών ανεμογεννητριών του κυκλοφορούν στο εμπόριο, διαπιστώνουμε ότι για ανεμογεννήτριες ισχύος 0,9KW έως 3,0KW έχουμε ταχύτητα εκκίνησης 3.1 m/sec έως 3.4 m/sec και για ανεμογεννήτριες ισχύος 0,2KW έως

0,6KW, ταχύτητα εκκίνησης 2.7 m/sec έως 3.1 m/sec. Η πιο ιδανική λύση φαίνεται να είναι η εγκατάσταση περισσότερων από μια ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος με μικρή ταχύτητα εκκίνησης, όμως είναι οικονομικά ασύμφορο, εξαιτίας του μεγάλου κόστους των ιστών και της εγκατάστασης του, καθώς επίσης και μη πρακτικό λόγω του περιορισμένου χώρου. Επομένως θα επιλέξουμε μια ανεμογεννήτρια μεγάλης ισχύος για να αξιοποιήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο το χαμηλό αιολικό δυναμικό της περιοχής μας.





Σχήμα 11.16 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ισχύς (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m



Σχήμα 11.17 – Η διανομή πυκνότητας πιθανότητας διαθέσιμης αιολικής ενέργειας (Ηράκλειο) σε υψόμετρο ανεμογεννήτριας 12.8m

### 11.6.2.2 Επιλογή ανεμογεννήτριας και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Η ανεμογεννήτρια που επιλέξαμε να εγκατασταθεί στη κατοικία, σύμφωνα με τα προηγούμενα είναι η «Southwest Wind Power Whisper-500 with Controller 48V» με ιστό ύψους 12.8 μέτρα.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ Southwest Windpower - Whisper 500	
Ονομαστική Ισχύς (10.5m/s):	3000W
Μέγιστη Ισχύς (12.0m/s):	3200W
Ταχύτητα Ανέμου Εκκίνησης:	3.4m/s
Ταχύτητα Ανέμου Ασφαλείας:	55.0m/s
Ονομαστική Τάση (DC):	24,36,48V
Ρυθμιστής Φόρτισης:	Περιλαμβάνετε
Διάμετρος πτερυγίων:	4.5m
Υλικό πτερυγίων:	Ενισχ. Ανθρακόνημα
Αριθμός πτερυγίων:	2
Προστασία:	Side-furling
Ύψος Ιστού:	12.8m

Σχήμα 11.18 – Οι τεχνικές προδιαγραφές της ανεμογεννήτριας

Επιλέγοντας τη συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια ισχύος 3.0KW, μπορεί να μην αξιοποιούμε ενεργειακά ανέμους ταχύτητας μικρότερη από 3.4 m/sec (ταχύτητα εκκίνησης), οι οποίες εμφανίζονται στο 57.51% της διάρκειας του χρόνου και έχουν διαθέσιμη αιολική ενέργεια ίση με 39.14 KWh/m<sup>2</sup>/year, όμως εκμεταλλευόμαστε την διαθέσιμη αιολική ενέργεια του υπόλοιπου χρόνου που ισούται με 903.07 KWh/m<sup>2</sup>/year.

Επίσης με τη χρήση ανεμογεννήτριας μεγάλης ισχύος σε περιοχή με χαμηλό αιολικό δυναμικό, αυξάνουμε σημαντικά τη διάρκεια ζωής της από 15-20 χρόνια σε 20-25 χρόνια.

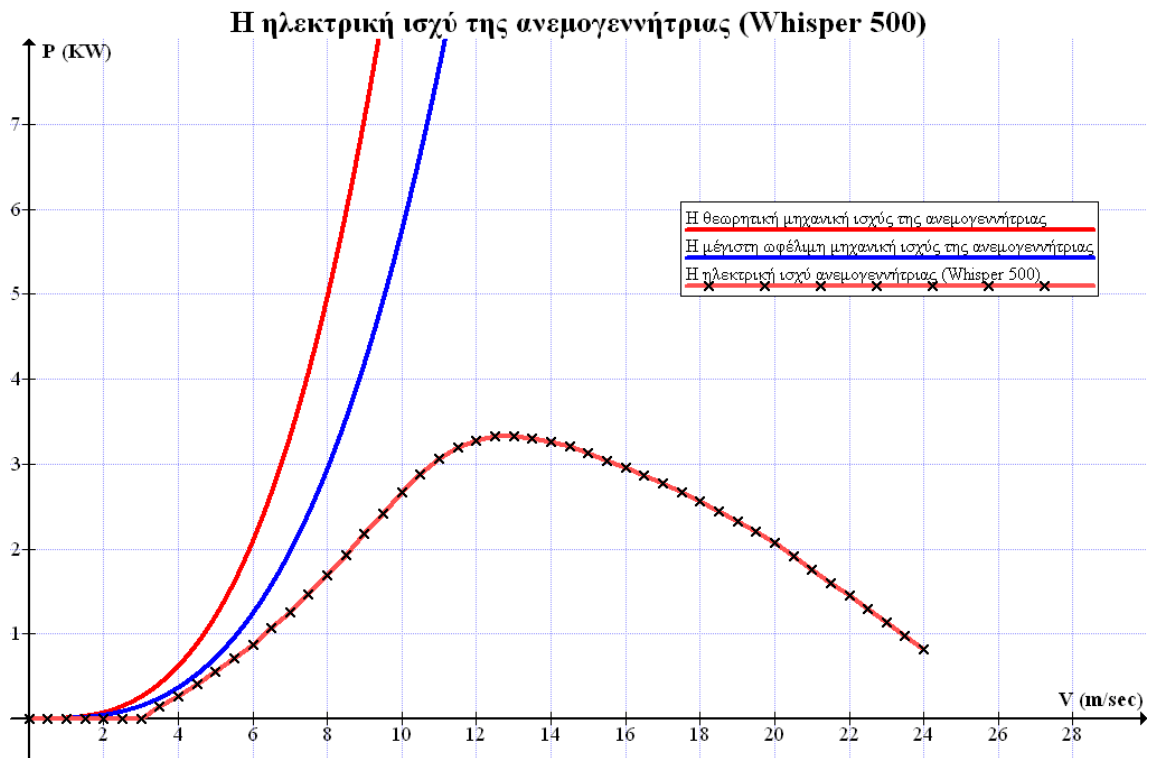
Στο (σχήμα 11.19) βλέπουμε τη γραφική παράσταση της θεωρητικής μηχανικής ισχύς και τη μέγιστη ωφέλιμη της ανεμογεννήτριας, που προκύπτουν από τις σχέσεις (5.5) και (5.7) (5.10) αντίστοιχα, και της ηλεκτρικής ισχύς της ανεμογεννήτρια που επιλέξαμε όπως προκύπτει από το πίνακα στο (σχήμα 11.21) που παρέχεται από τον κατασκευαστή.

Από τη σχέση (5.11) προκύπτει η γραφική παράσταση του αεροδυναμικού συντελεστή  $C_p$  της ανεμογεννήτριας στο σχήμα (11.20).

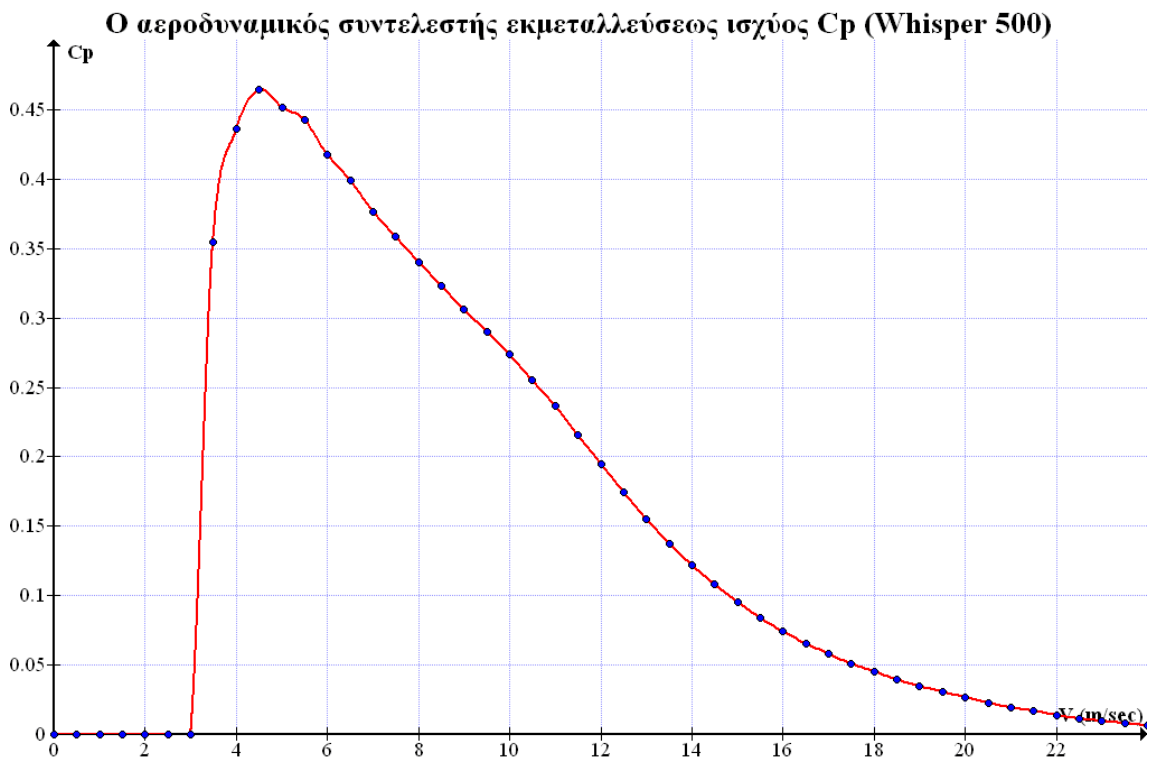
Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της ανεμογεννήτριας που επιλέξαμε (Σχήμα 11.18) και τη κανανομή Weibull (Σχήμα 11.19), που προέκυψε από την ανάλυση των ανεμολογικών δεδομένων της περιοχής, όπου θα εγκατασταθεί πάνω σε ιστό ύψους 12.8m, έχουμε ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια 3431.97 KWh, με μέση ηλεκτρική ισχύ A/T ίση με 391.8W και συντελεστή πλήρωσης 13.6% και 30.9% αξιοποίηση της μηχανικής ενέργεια σε ηλεκτρική.



Τα αναλυτικά αποτελέσματα και οι γραφικές παραστάσεις που πρόέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα, όπως προαναφέραμε υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η'.



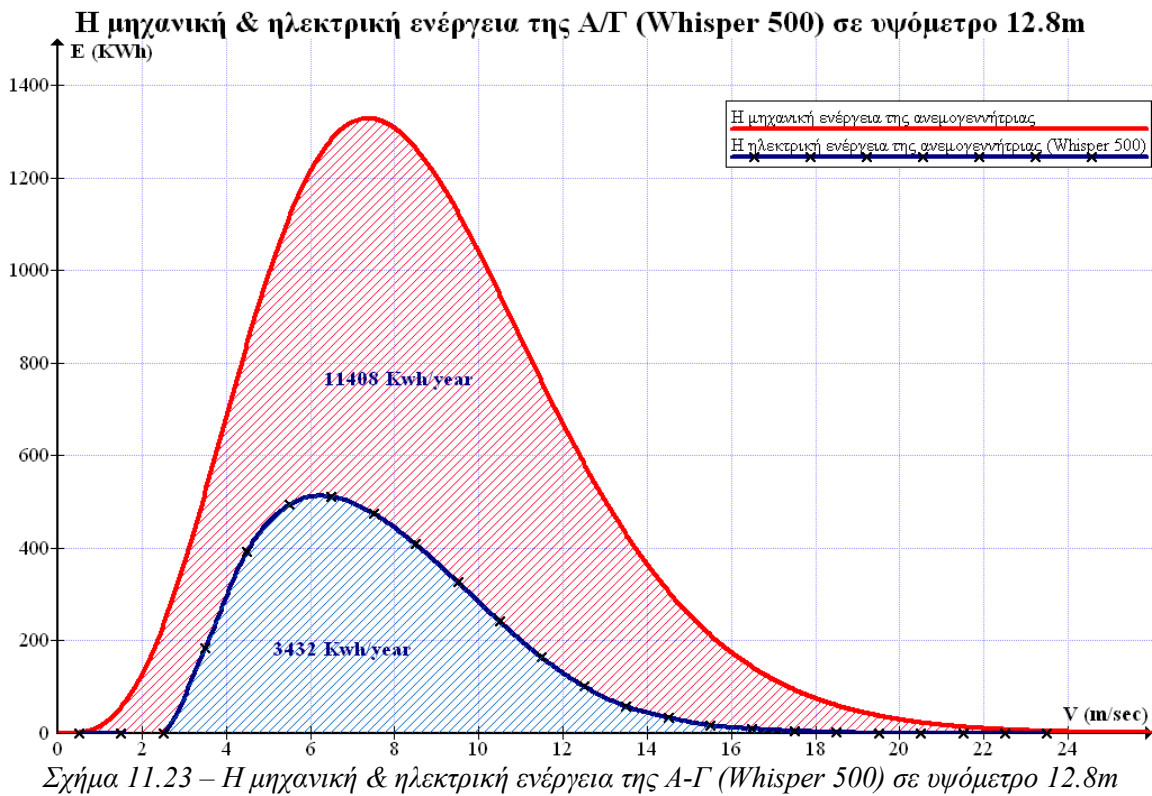
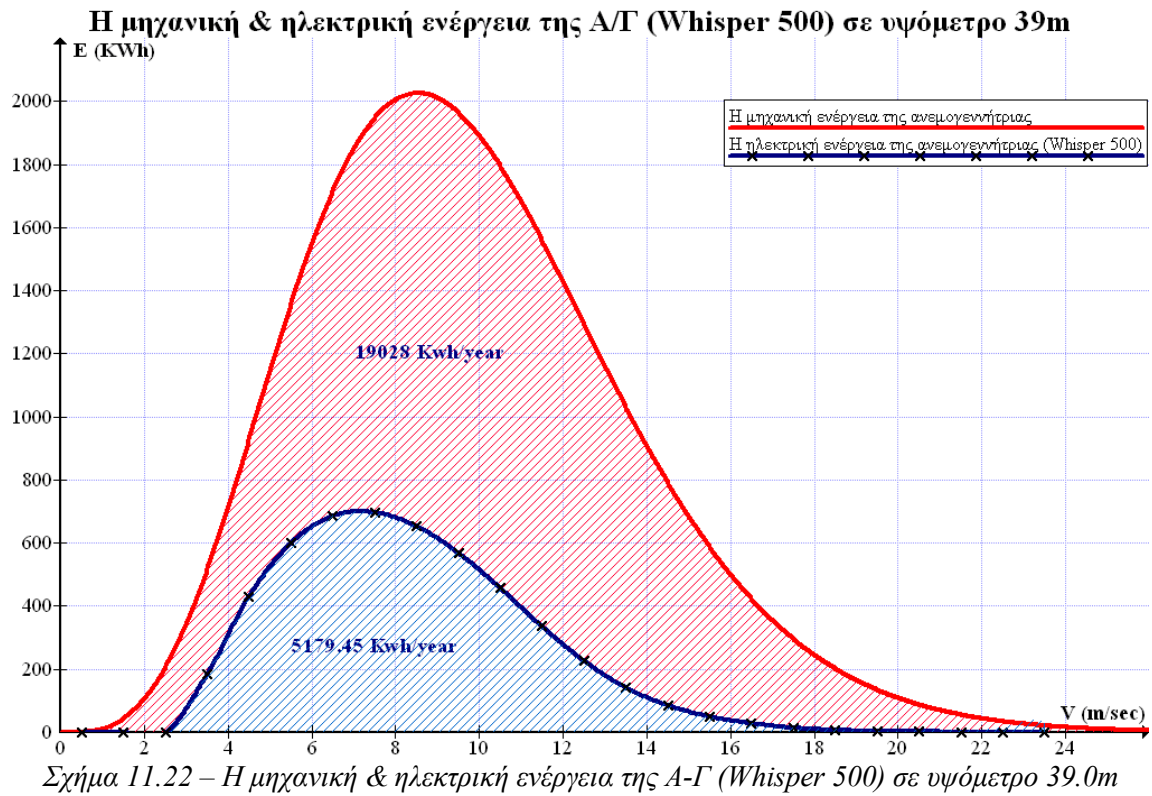
Σχήμα 11.19 – Η ηλεκτρική ισχύ της ανεμογεννήτριας Whisper 500



Σχήμα 11.20 – Ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος  $C_p$  της ανεμογεννήτριας Whisper 500

<b>WHISPER 500 POWER CURVE</b>			
<b>A/A</b>	<b>Wind Speed</b>	<b>Power Output</b>	<b>Cp</b>
	<b>(m/s)</b>	<b>(kW)</b>	
1	0,0	0,000	0,0000
2	0,5	0,000	0,0000
3	1,0	0,000	0,0000
4	1,5	0,000	0,0000
5	2,0	0,000	0,0000
6	2,5	0,000	0,0000
7	3,0	0,000	0,0000
8	3,5	0,148	0,3544
9	4,0	0,272	0,4363
10	4,5	0,412	0,4641
11	5,0	0,550	0,4517
12	5,5	0,717	0,4424
13	6,0	0,878	0,4173
14	6,5	1,068	0,3992
15	7,0	1,259	0,3768
16	7,5	1,473	0,3584
17	8,0	1,696	0,3400
18	8,5	1,935	0,3234
19	9,0	2,176	0,3064
20	9,5	2,421	0,2899
21	10,0	2,666	0,2737
22	10,5	2,879	0,2553
23	11,0	3,065	0,2364
24	11,5	3,199	0,2159
25	12,0	3,281	0,1949
26	12,5	3,323	0,1747
27	13,0	3,326	0,1554
28	13,5	3,300	0,1377
29	14,0	3,261	0,1220
30	14,5	3,203	0,1079
31	15,0	3,128	0,0951
32	15,5	3,042	0,0839
33	16,0	2,957	0,0741
34	16,5	2,867	0,0655
35	17,0	2,769	0,0579
36	17,5	2,664	0,0510
37	18,0	2,561	0,0451
38	18,5	2,448	0,0397
39	19,0	2,328	0,0348
40	19,5	2,209	0,0306
41	20,0	2,076	0,0266
42	20,5	1,919	0,0229
43	21,0	1,761	0,0195
44	21,5	1,604	0,0166
45	22,0	1,447	0,0140
46	22,5	1,289	0,0116
47	23,0	1,132	0,0096
48	23,5	0,974	0,0077
49	24,0	0,817	0,0061

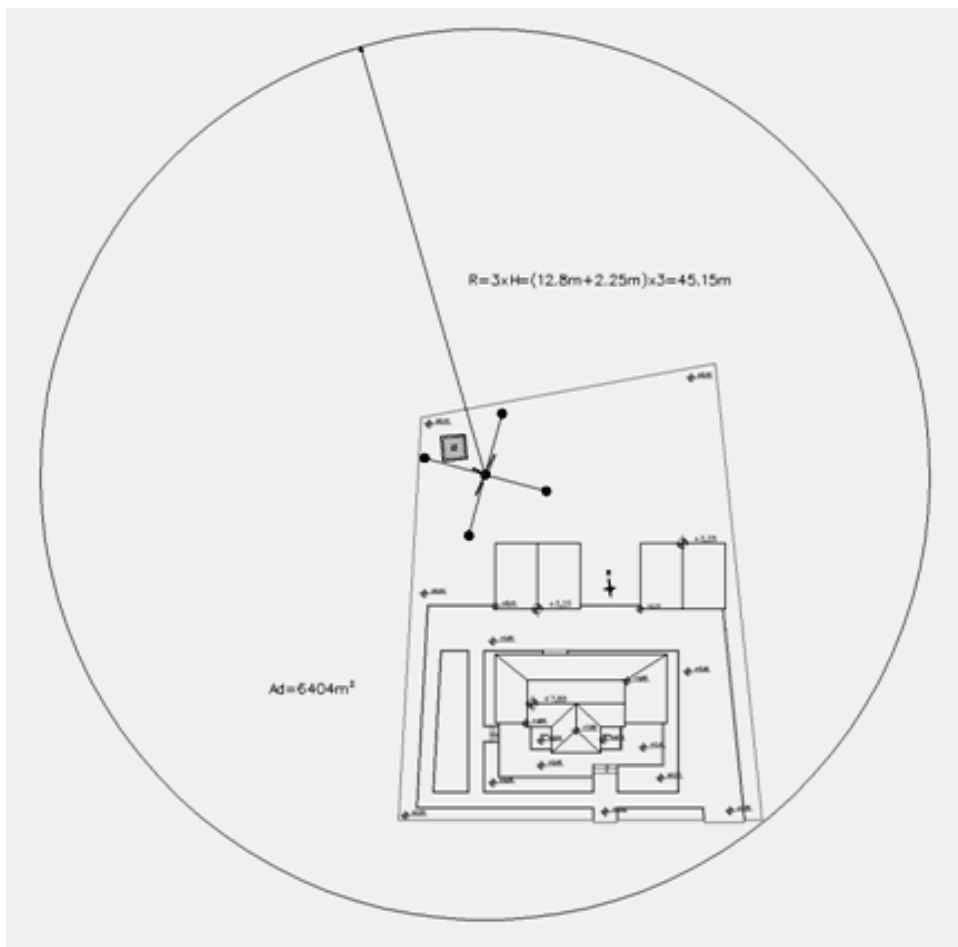
Σχήμα 11.21 – Οι χαρακτηριστικές τιμές ισχύος και του συντελεστή Cp της A/G (Whisper 500)



### 11.6.2.3 Αντικεραυνική προστασία ανεμογεννήτριας

Ο υπολογισμός του κινδύνου κεραυνικού πλήγματος και η επιλογή Σ.Α.Π. εφόσον χρειάζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 1197, θα γίνει ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράψαμε στο 8<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.

Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της ανεμογεννήτριας που προκύπτει από το τοπογραφικό σχέδιο της οικίας, με τη χρήση της γραφικής μεθόδου μέσω AutoCad, ισούται με  $6404.2\text{m}^2$ . Ο αριθμός των ημερών καταγίδας ανά έτος  $T_d$ , που λαμβάνεται από ισοκεραυνικούς χάρτες της Ελλάδος, για την περιοχή του Ηρακλείου ισούται με 25 ημέρες.



Σχήμα 11.24 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της ανεμογεννήτριας με τη γραφική μέθοδο

Επομένως η μέση ετήσια πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού  $N_g$  όπως προκύπτει από τη σχέση (8.1) είναι:

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1.25} = 0.04 \times 25^{1.25} = 2.23607 \text{ Πλ γματα Km Year}$$

Η μέση ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων κεραυνού  $N_d$  που πιθανόν να δεχτεί η κατοικία, όπως προκύπτει από τη σχέση (8.2) είναι:

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} = 2.23607 \times 6404.21 \times 0.50 \times 10^{-6} \Rightarrow$$

$$N_d = 0.0071601 \text{ κιλ γματα Year}$$

όπου

$C_e = 0.50$  (Ο περιβαλλοντικός συντελεστής για κατασκευή περιβαλλόμενη από άλλες μικρότερες κατασκευές)

Οι τιμές της αποδεκτής συχνότητας ζημιών από κεραυνικά πλήγματα  $N_c$  της κατοικίας υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση (8.4) και (8.5):

$$N_{hc} = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6} = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{0.5 \times 0.5 \times 0.5 \times 5 \times 1} = 0.0088000 \text{ Πλ γματα / Year}$$

όπου

$C_2 = 0.5$  (Ο κατασκευαστικός συντελεστής για μεταλλική κατασκευή)

$C_3 = 0.5$  (Ο συντελεστής περιεχομένων για κατασκευές χωρίς άτομα)

$C_4 = 0.5$  (Ο λειτουργικός συντελεστής για σπίτια και κτίρια μικρών διαστάσεων)

$C_5 = 5$  (Ο συντελεστής συνεπειών για κατασκευές που υπάρχουν σημαντικές συνέπειες από τη διακοπή λειτουργίας και δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες)

$C_6 = 1$  (Ο συντελεστής έγκαιρης σωστικής επέμβασης για δυνατότητα έγκαιρης σωστικής επέμβασης υπηρεσιών (πυροσβεστική, ασθενοφόρα)

Η αποδεκτή συχνότητα ζημιάς  $N_c$  από κεραυνικό πλήγμα σε μια κατασκευή συγκρίνεται με την αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό  $N_d$ , σύμφωνα με τη σχέση (8.6) όπου και προκύπτει ότι:

$$N_d \leq N_c \Rightarrow 0.0071601 \leq 0.0088000 \Rightarrow \text{Δεν χρειάζεται Σ.Α.Π.}$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προέκυψε ότι δεν απαιτείται εγκατάσταση Σ.Α.Π. στην κατοικία. Προληπτικά όμως θα εγκατασταθούν απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων και η προβλεπόμενη εγκατάσταση γείωσης (τρίγωνο γείωσης).

#### 11.6.2.4 Συντήρηση ανεμογεννήτριας.

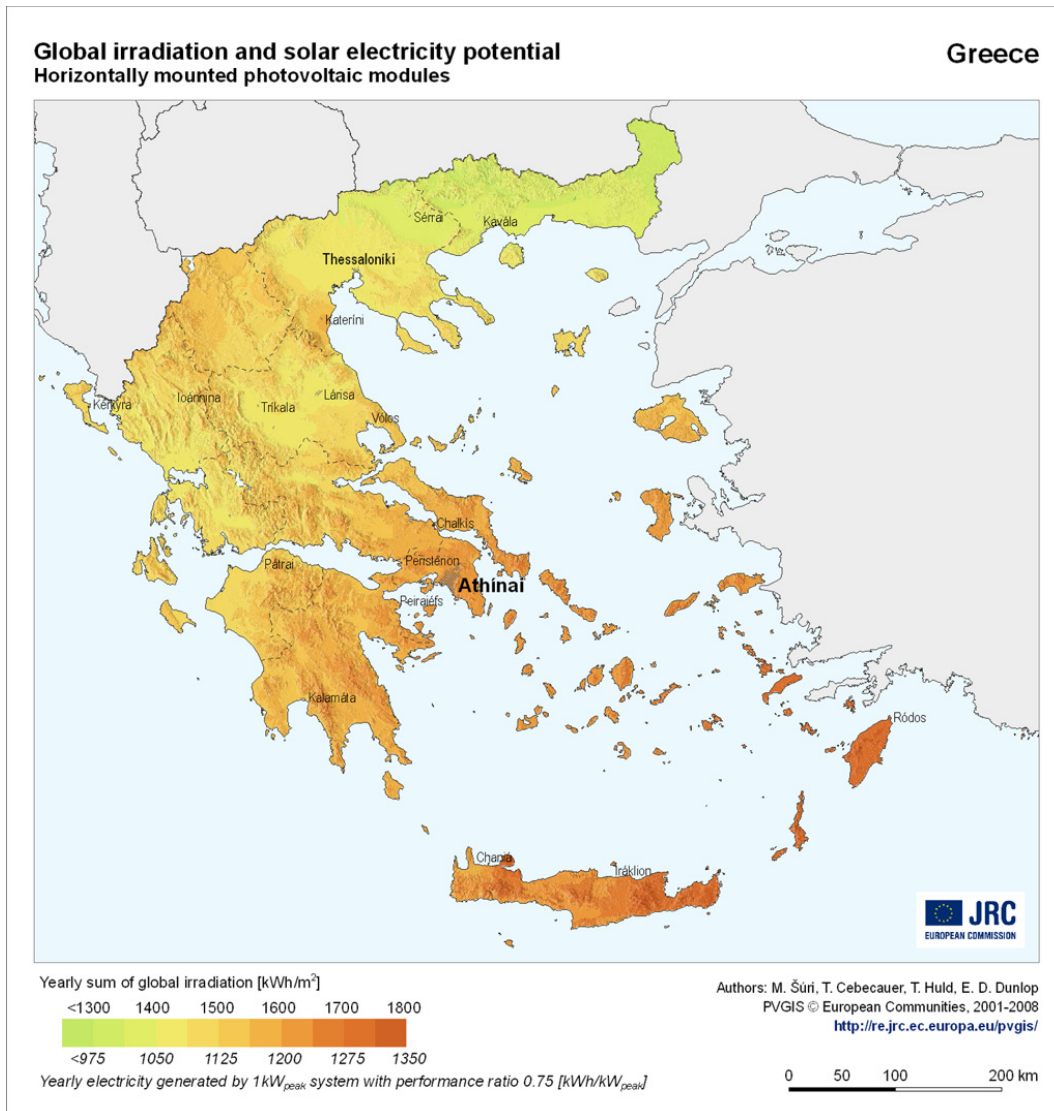
Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από αρκετά μηχανικά κινούμενα μέρη. Επομένως για να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μηχανής και καλύτερη απόδοση της, συνιστάται οπτικός έλεγχος και λίπανση αυτής, σύμφωνα πάντα με της οδηγίες του κατασκευαστή.

### 11.6.3 Φωτοβολταικά Πλαίσια

#### 11.6.3.1 Αξιολόγηση του ηλιακού δυναμικού

Για το σωστό σχεδιασμό μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστοιχιών ή ηλιακών συλλεκτών για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ZNX αντίστοιχα, πρέπει να αξιολογήσουμε το ηλιακό δυναμικό της περιοχής για να εκτιμήσουμε τη παραγόμενη ενέργεια με στόχο τη σωστή διαστασιολόγηση του ηλιακού συστήματος.

Η Ελλάδα, όπως είναι γνωστό, διαθέτει ένα αξιόλογο ηλιακό δυναμικό λόγω του γεωγραφικού πλάτους της, το οποίο ενδείκνυται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ZNX.



Σχήμα 11.25 – Η ετήσια ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στον Ελλαδικό χώρο

Η αξιολόγηση του ηλιακού δυναμικού μιας περιοχής γίνεται με διάφορες μεθοδολογίες επεξεργασίας των συλλεχθέντων μετεωρολογικών δεδομένων του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού της περιοχής μας, καθώς και με τη χρήση αναλυτικών και ημιεμπειρικών σχέσεων για τον υπολογισμό των απαραίτητων στοιχείων τόσο σε οριζόντιο όσο και σε κεκλιμένο επίπεδο.

Για τις ανάγκες της μελέτης μας, θα αναλύσουμε τα ωριαία μετεωρολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της πόλης του Ηρακλείου (35.2°B, 25.1°A) για τη χρονική περίοδο 1961-90, όπου παρέχονται από τη διεθνή μετεωρολογική βάση δεδομένων Meteororm. Η επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων καθώς και η ανάλυση και η προσομοίωση λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού PVsyst V5.06, για την εξαγωγή των απαιτούμενων αποτελεσμάτων, έτσι ώστε να γίνει ορθά, τόσο η επιλογή του αριθμού των φωτοβολταϊκών στοιχείων που θα εγκαταστήσουμε, όσο και η καταλληλότερη θέση τοποθέτησης τους.

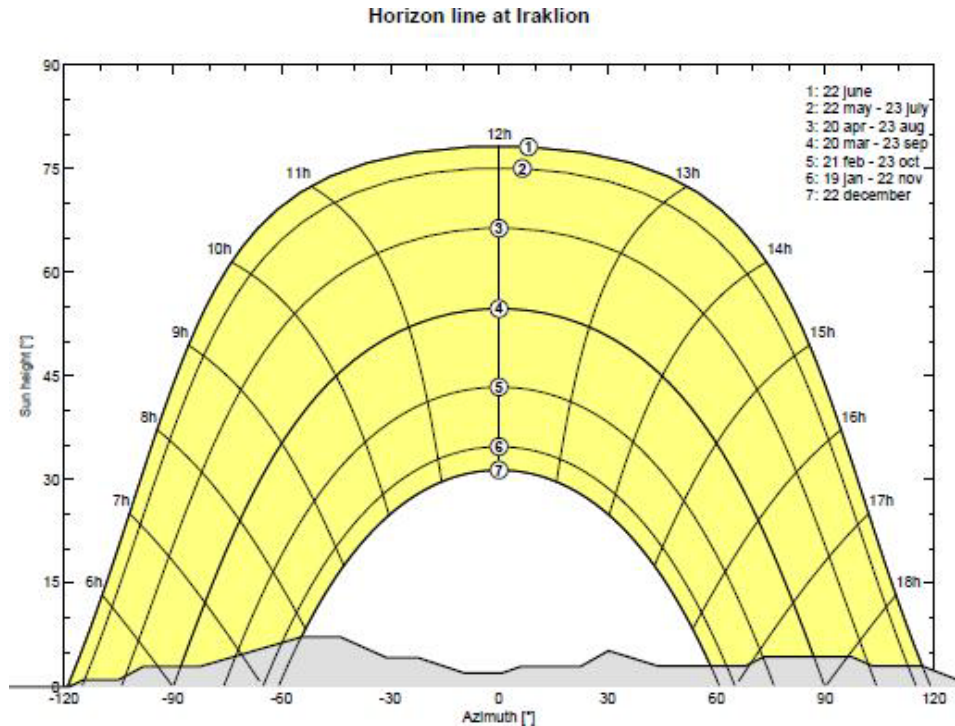
Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τις μηνιαίες τιμές της ολικής ηλιακής και διάχυτης ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης, του δείκτη αιθριότητας, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και τη ταχύτητα του ανέμου για την περιοχή του Ηρακλείου, που προέκυψαν από τις ωριαίες μετρήσεις της διεθνούς μετεωρολογικής βάσης δεδομένων του Meteororm.

**Πίνακας 11.9 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ηλιακής και διάχυτης ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης, του δείκτη αιθριότητας, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και τη ταχύτητα του ανέμου για την περιοχή του Ηρακλείου**

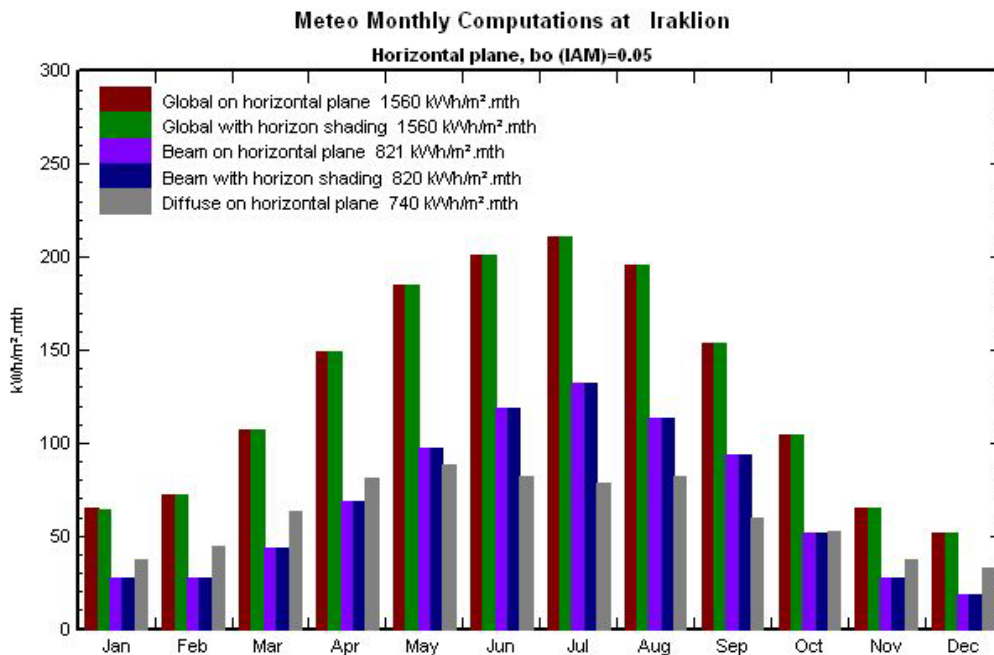
Interval beginning	GlobHor kWh/m <sup>2</sup> .mth	DiffHor kWh/m <sup>2</sup> .mth	KT	T Amb °C	WindVel m/s
January	64.6	37.13	0.405	12.00	4.799
February	72.2	44.86	0.394	12.20	5.102
March	107.2	63.55	0.415	13.60	4.695
April	149.3	81.05	0.497	16.60	3.994
May	185.1	88.30	0.536	20.30	3.102
June	201.4	82.26	0.580	24.30	3.297
July	210.7	78.24	0.599	26.10	4.498
August	195.9	82.20	0.606	25.90	4.595
September	153.4	59.66	0.572	23.50	3.898
October	104.0	52.48	0.472	19.90	3.895
November	64.8	37.07	0.394	16.60	4.192
December	51.9	33.19	0.358	13.80	4.798
Year	1560.6	740.00	0.509	18.77	4.236

### 11.6.3.1.1 Συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα

Στην απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος παίζει σημαντικό ρόλο ο συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την ετήσια τροχιά του ηλίου και την γραμμή του ορίζοντα για την περιοχή του Αγίου Ιωάννη της περιοχής του Ηρακλείου, όπου θα γίνει η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.



Σχήμα 11.26 – Η ετήσια τροχιά του ηλίου και η γραμμή του ορίζοντα στη περιοχή του Αγίου Ιωάννη (Solar Time).



Σχήμα 11.27 – Το γράφημα με τις μηνιαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας, με και χωρίς τη γραμμή του ορίζοντα



### Πίνακας 11.10 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας, με και χωρίς τη γραμμή του ορίζοντα

Monthly meteo at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)

Horizontal plane, bo (IAM)=0.05

	Horiz. Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horizon Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz. Beam kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horizon Beam kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz. Diff kWh/m <sup>2</sup> .mth	Hor. shd. Diff kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz GF
January	64.6	64.5	27.5	27.4	37.1	37.1	0.999
February	72.2	72.2	27.4	27.4	44.9	44.9	1.000
March	107.2	107.1	43.6	43.6	63.5	63.5	1.000
April	149.3	149.3	68.2	68.2	81.1	81.1	1.000
May	185.7	185.7	97.2	97.2	88.5	88.5	1.000
June	201.4	201.4	119.1	119.1	82.3	82.3	1.000
July	210.7	210.6	132.5	132.5	78.2	78.2	1.000
August	195.9	195.9	113.7	113.7	82.2	82.2	1.000
September	154.1	154.0	94.2	94.1	59.9	59.9	1.000
October	104.0	104.0	51.6	51.5	52.4	52.4	1.000
November	65.1	65.1	27.9	27.9	37.2	37.2	1.000
December	51.9	51.9	18.7	18.7	33.2	33.2	0.999
Year	1562.0	1561.6	821.7	821.3	740.3	740.3	1.000

Legends: Horiz. Glob Global on horizontal plane  
 Horizon Glob Global with horizon shading  
 Horiz. Beam Beam on horizontal plane  
 Horizon Beam Beam with horizon shading  
 Horiz. Diff Diffuse on horizontal plane  
 Hor. shd. Diff Diffuse with horizon shading  
 Horiz GF Horizon Shading Factor (global)

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, παρατηρούμε ότι η επίδραση της σκίασης του ορίζοντα, στην ολική ακτινοβολία είναι αμελητέα και δεν θα επηρεάζει ιδιαίτερα την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης μας.

#### 11.6.3.1.2 Απώλειες IAM ή οπτικού τύπου

Στη τελική ποσότητα της ετήσιας ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια επιφάνεια, πέρα από τις απώλειες που δημιουργούνται από τις σκιάσεις του ορίζοντα, πρέπει να λάβουμε υπόψη πως ένα ακόμα μέρος της χάνεται λόγω ανάκλασης και διάδοσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο πλαίσιο. Αυτό το μέρος της ενέργειας που χάνεται λέγονται απώλειες IAM (Incidence Angle Modifier) ή οπτικού τύπου και εκφράζουν το «αδυνάτισμα» της ακτινοβολίας που τελικά φθάνει στην επιφάνεια των Φ/Β κυττάρων, σε σχέση με αυτή που θα προσέπιπτε αν δεν υπήρχαν τα παραπάνω φαινόμενα. Καθοριστικός παράγοντας για τα παραπάνω είναι η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στην επιφάνεια του πλαισίου. Αυτό του είδους οι απώλειες υπακούουν στους νόμους του Fresnel αναφορικά με την διάδοση της ακτινοβολίας και τις ανακλάσεις της πάνω στο προστατευτικό στρώμα γυαλιού που επικαλύπτει τα Φ/Β κύτταρα των πλαισίων καθώς και πάνω στην ίδια την επιφάνεια των κυττάρων.

Με τη χρήση μιας μεθόδου καθορισμού των εμπλεκόμενων παραμέτρων που ονομάζεται ashray, ο συντελεστής συντελεστής αυτός καταλήγει να εξαρτάται από μια μόνο μεταβλητή,  $b_0$ . Έτσι προκύπτει:

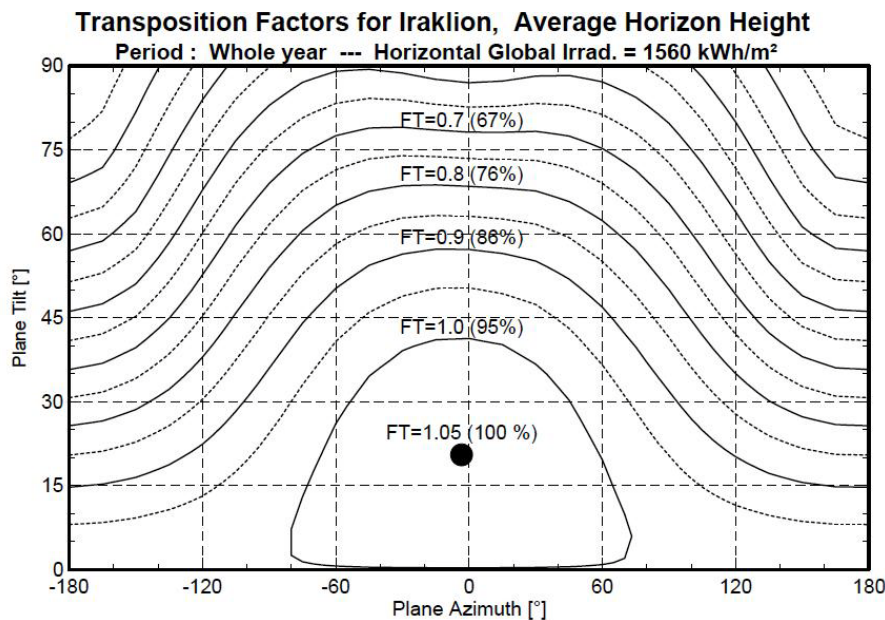
$$IAM = 1 - b_0 \times \left( \frac{1}{\cos \theta - 1} \right) \quad (11.20)$$

Όπου  $\theta$  : η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στο πλαίσιο. Η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο διάνυσμα θέσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και στην κάθετο στην επιφάνεια του πλαισίου.

Ύστερα από μετρήσεις σε πραγματικά κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια προέκυψε μια ενδεικτική τιμή για την παράμετρο  $b_0 = 0.05$ , η οποία και λαμβάνεται σταθερή κατά την εξομοίωση.

### 11.6.3.1.3 Βέλτιστη κλίση και προσανατολισμός

Το μέγεθος της ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται μια επιφάνεια, εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης της άμεσης ακτινοβολίας πάνω σε αυτή και η μέγιστη τιμή της λαμβάνεται όταν αυτή προσπίπτει κάθετα στη συλλεκτήρια επιφάνεια. Οπότε είναι αναγκαίο να βρούμε τη βέλτιστη κλίση και προσανατολισμό που θα τοποθετηθούν οι συλλεκτήριες επιφάνειες, για να έχουμε τη βέλτιστη απόδοση.



Tracking planes :	Tracking two axes :	TF = 1.36 ( 130 % of fixed plane's optimum)
	East-West horizontal axis :	TF = 1.11 ( 106 % of fixed plane's optimum)
	N-S axis, Tilt = Lat. - 10° :	TF = 1.33 ( 127 % of fixed plane's optimum)
	N-S axis, Tilt = Latitude :	TF = 1.32 ( 126 % of fixed plane's optimum)

Σχήμα 11.28 – Η γραφική παράσταση με τον ετήσιο συντελεστή απόδοσης για επιφάνειες με κλίση  $0^\circ \div 90^\circ$  και αζιμούθιο  $-180^\circ \div 180^\circ$

Στο παραπάνω γράφημα απεικονίζεται ο ετήσιος συντελεστής απόδοσης FT για διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς που ισούται με την ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο προς την ολική ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο.

**Πίνακας 11.11 – Ο ετήσιος συντελεστής απόδοσης για επιφάνειες με κλίση 0° ÷ 90° και αζιμούθιο -180° ÷ 180°**

**Transposition Factors for Iraklion, Average Horizon Height**  
**Period : Whole year --- Horizontal Global Irrad. = 1560 kWh/m<sup>2</sup>**

Azimuth	-180°	-150°	-120°	-90°	-60°	-30°	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
Tilt													
90°	0.30	0.36	0.46	0.55	0.59	0.59	0.57	0.58	0.58	0.53	0.44	0.35	0.30
80°	0.33	0.41	0.52	0.62	0.68	0.69	0.68	0.68	0.66	0.60	0.50	0.39	0.33
70°	0.39	0.46	0.59	0.69	0.76	0.79	0.79	0.78	0.74	0.67	0.56	0.44	0.39
60°	0.47	0.53	0.65	0.76	0.84	0.87	0.88	0.86	0.82	0.74	0.63	0.51	0.47
50°	0.56	0.61	0.72	0.82	0.90	0.94	0.95	0.93	0.88	0.80	0.69	0.59	0.56
40°	0.66	0.70	0.79	0.88	0.95	1.00	1.01	0.99	0.93	0.86	0.76	0.68	0.66
30°	0.76	0.79	0.85	0.93	0.99	1.03	1.04	1.02	0.97	0.91	0.83	0.78	0.76
20°	0.85	0.87	0.91	0.97	1.01	1.04	1.05	1.04	1.00	0.95	0.90	0.86	0.85
10°	0.94	0.95	0.96	0.99	1.01	1.03	1.04	1.03	1.01	0.98	0.96	0.94	0.94
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tracking planes :**  
 Tracking two axes : TF = 1.36 ( 130 % of fixed plane's optimum)  
 East-West horizontal axis : TF = 1.11 ( 106 % of fixed plane's optimum)  
 N-S axis, Tilt = Lat. - 10° : TF = 1.33 ( 127 % of fixed plane's optimum)  
 N-S axis, Tilt = Latitude : TF = 1.32 ( 126 % of fixed plane's optimum)

**Πίνακας 11.12 – Ο μηνιαίος συντελεστής απόδοσης για επιφάνειες με κλίση 0° ÷ 90° και αζιμούθιο -180° ÷ 180°**

**Transposition Factors for Iraklion, Average Horizon Height**

Tilt	Azimuth	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
0°	+/- 0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15°	+/- 0°	1.19	1.12	1.07	1.02	0.99	0.97	0.98	1.02	1.08	1.13	1.18	1.19	1.05
15°	+/- 30°	1.16	1.10	1.06	1.02	0.99	0.97	0.98	1.01	1.07	1.11	1.16	1.16	1.04
15°	+/- 60°	1.08	1.05	1.02	1.00	0.98	0.97	0.98	1.00	1.03	1.05	1.08	1.08	1.01
15°	+/- 90°	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
30°	+/- 0°	1.32	1.19	1.09	1.00	0.93	0.89	0.91	0.98	1.11	1.20	1.31	1.32	1.04
30°	+/- 30°	1.26	1.15	1.06	0.99	0.93	0.90	0.92	0.98	1.08	1.16	1.26	1.26	1.03
30°	+/- 60°	1.11	1.05	1.00	0.96	0.93	0.91	0.92	0.96	1.02	1.06	1.11	1.12	0.98
30°	+/- 90°	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92
45°	+/- 0°	1.38	1.20	1.05	0.93	0.83	0.78	0.80	0.89	1.08	1.21	1.37	1.39	0.98
45°	+/- 30°	1.30	1.15	1.02	0.92	0.84	0.80	0.82	0.90	1.04	1.15	1.29	1.31	0.97
45°	+/- 60°	1.10	1.02	0.95	0.90	0.85	0.83	0.84	0.88	0.96	1.02	1.10	1.10	0.92
45°	+/- 90°	0.85	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.83	0.84	0.84	0.86	0.87	0.86	0.84
60°	+/- 0°	1.36	1.15	0.97	0.82	0.70	0.63	0.65	0.77	0.98	1.16	1.35	1.38	0.88
60°	+/- 30°	1.27	1.09	0.94	0.82	0.72	0.67	0.68	0.78	0.95	1.09	1.26	1.29	0.87
60°	+/- 60°	1.03	0.94	0.86	0.80	0.75	0.72	0.73	0.78	0.87	0.95	1.04	1.04	0.83
60°	+/- 90°	0.76	0.77	0.75	0.75	0.74	0.73	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.78	0.75
90°	+/- 0°	1.13	0.90	0.68	0.50	0.37	0.29	0.30	0.42	0.65	0.87	1.12	1.17	0.57
90°	+/- 30°	1.02	0.83	0.66	0.53	0.43	0.37	0.39	0.48	0.65	0.81	1.01	1.06	0.58
90°	+/- 60°	0.78	0.71	0.62	0.56	0.51	0.48	0.48	0.53	0.62	0.71	0.80	0.81	0.58
90°	+/- 90°	0.55	0.57	0.54	0.54	0.53	0.52	0.51	0.53	0.54	0.57	0.58	0.57	0.54
Tracking	2-axis	1.56	1.40	1.28	1.26	1.29	1.30	1.32	1.34	1.43	1.48	1.59	1.55	1.36
Tracking	Axis=latit.	1.53	1.39	1.29	1.24	1.22	1.21	1.24	1.30	1.43	1.48	1.55	1.51	1.32

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει πως η βέλτιστη σταθερή ετήσια κλίση, με την οποία επιτυγχάνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, είναι αυτή των 25° με προσανατολισμό 0°, με λήψη 6.1% περισσότερης ηλιακής ενέργειας από αυτής που θα λαμβανόταν από μια οριζόντια συλλεκτήρια επιφάνεια. Βέβαια η τελική επιλογή της κλίσης εξαρτάται από τις ενεργειακές ανάγκες που έχουμε κατά τη διάρκεια του έτους. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που τη χειμερινή περίοδο υπάρχουν περισσότερες ενεργειακές ανάγκες σε σχέση με τον υπόλοιπο χρόνο, τότε θα πρέπει να επιλέξουμε τη βέλτιστη κλίση της χειμερινής περιόδου για να μπορέσουμε να τις καλύψουμε. Επίσης στη τελική επιλογή της κλίσης που θα εγκατασταθούν τα πλαίσια, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κλίσεις μεγαλύτερες των 15°, διευκολύνουν τον αυτοκαθαρισμό τους από σωματίδια σκόνης και άλλους ρύπους μέσω της βροχής.

**Πίνακας 11.13 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο 25° με προσανατολισμό 0°**

**Monthly meteo at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)**

**Plane: tilt 25°, azimuth 0°, bo (IAM)=0.05**

	Horiz. Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Tilted Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Tilt GF
January	64.6	85.3	1.320
February	72.2	85.6	1.185
March	107.2	118.6	1.106
April	149.3	154.0	1.031
May	185.0	179.5	0.970
June	201.4	188.5	0.936
July	210.7	199.8	0.948
August	195.9	197.8	1.010
September	153.4	171.3	1.117
October	104.0	125.1	1.203
November	64.8	83.1	1.283
December	51.9	67.3	1.297
Year	1560.3	1655.7	1.061

Legends: Horiz. Glob Global on horizontal plane  
 Tilted Glob Global on tilted plane  
 Tilt GF Tilt Factor (global)

**Πίνακας 11.14 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο 25° με προσανατολισμό 0° και οι μηνιαίοι συντελεστές απωλειών σκίασης ορίζοντα και IAM**

**Monthly meteo at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)**

**Plane: tilt 25°, azimuth 0°, bo (IAM)=0.05**

	Horiz. Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horizon Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Tilted Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	IAM Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz GF	Tilt GF	IAM GF
January	64.6	62.3	82.6	80.1	0.964	1.326	0.970
February	72.2	69.5	82.7	80.2	0.962	1.190	0.970
March	107.2	103.2	114.6	111.2	0.963	1.110	0.971
April	149.3	144.2	149.0	144.6	0.966	1.033	0.970
May	185.0	179.4	174.1	168.7	0.970	0.970	0.969
June	201.4	196.1	183.4	177.8	0.974	0.935	0.969
July	210.7	205.6	194.9	188.9	0.976	0.948	0.969
August	195.9	190.6	192.6	187.2	0.973	1.010	0.972
September	153.4	149.5	167.3	162.9	0.975	1.119	0.974
October	104.0	100.7	121.5	118.2	0.968	1.207	0.973
November	64.8	62.5	80.5	78.2	0.965	1.290	0.971
December	51.9	49.8	65.0	62.9	0.960	1.303	0.969
Year	1560.3	1513.5	1608.0	1561.0	0.970	1.062	0.971

Legends: Horiz. Glob Global on horizontal plane  
 Horizon Glob Global with horizon shading  
 Tilted Glob Global on tilted plane  
 IAM Glob Global with Incidence Angle Modifier  
 Horiz GF Horizon Shading Factor (global)  
 Tilt GF Tilt Factor (global)  
 IAM GF Incidence Angle Modifier (global)

**Πίνακας 11.15 – Οι μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο 30° με προσανατολισμό 0° και οι μηνιαίοι συντελεστές απωλειών σκίασης ορίζοντα και IAM**

**Monthly meteo at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)**

**Plane: tilt 30°, azimuth 0°, bo (IAM)=0.05**

	Horiz. Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horizon Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Tilted Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	IAM Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz GF	Tilt GF	IAM GF
January	64.6	62.2	85.2	83.0	0.963	1.370	0.973
February	72.2	69.4	83.9	81.6	0.961	1.210	0.972
March	107.2	103.1	114.9	111.7	0.962	1.115	0.972
April	149.3	144.0	147.3	143.0	0.965	1.023	0.971
May	185.0	179.2	169.8	164.4	0.968	0.948	0.968
June	201.4	195.8	177.4	172.0	0.972	0.906	0.970
July	210.7	205.3	188.9	183.2	0.974	0.920	0.970
August	195.9	190.4	189.3	183.9	0.972	0.995	0.971
September	153.4	149.3	167.6	163.4	0.974	1.122	0.975
October	104.0	100.6	123.5	120.4	0.967	1.228	0.975
November	64.8	62.4	82.8	80.6	0.963	1.327	0.974
December	51.9	49.8	66.9	65.1	0.959	1.344	0.972
Year	1560.3	1511.4	1597.7	1552.3	0.969	1.057	0.972

Legends: Horiz. Glob Global on horizontal plane  
 Horizon Glob Global with horizon shading  
 Tilted Glob Global on tilted plane  
 IAM Glob Global with Incidence Angle Modifier  
 Horiz GF Horizon Shading Factor (global)  
 Tilt GF Tilt Factor (global)  
 IAM GF Incidence Angle Modifier (global)

Η κλίση που θα επιλεχτεί να εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά δομοστοιχεία του υβριδικού μας συστήματος, θα είναι η ετήσια σταθερή κλίση των  $30^\circ$ , με προσανατολισμό  $0^\circ$ , με ετήσια προσπίπτουσα ολική ηλιακή ακτινοβολία, συνυπολογίζοντας τις απώλειες σκίασης και IAM, ίση με  $1552.3 \text{ Kwh/m}^2$ .

### 11.6.3.2 Επιλογή φωτοβολταϊκού δομοστοιχείου και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Η επιλογή του τύπου του φωτοβολταϊκού πάνελ που θα εγκαταστήσουμε εξαρτάται τόσο από τη διαθέσιμη επιφάνεια της εγκατάστασης, όσο και από το κόστος του ανά Wp.

Όπως προαναφέρεται στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης ανά επιφάνεια ή "ενεργειακής πυκνότητας" και για το υψηλό κόστος κατασκευής τους σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά. Αντίθετα στα πολυκρυσταλλικά η μέθοδος παραγωγής είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.

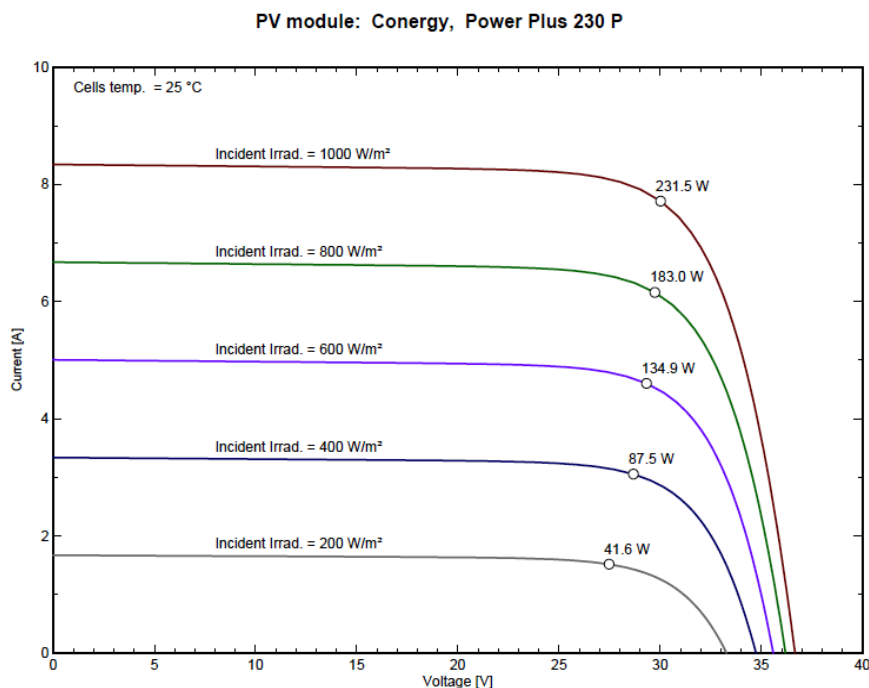
Η επιφάνεια που προσφέρεται για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι αρκετά μεγάλη και για λόγους οικονομικούς δεν ενδείκνυται η χρήση των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων, καθιστώντας τα πολυκρυσταλλικά την ιδανικότερη επιλογή για το υβριδικό μας σύστημα.

**Πίνακας 11.16 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του φ/β δομοστοιχείου Conergy Power Plus 230P**

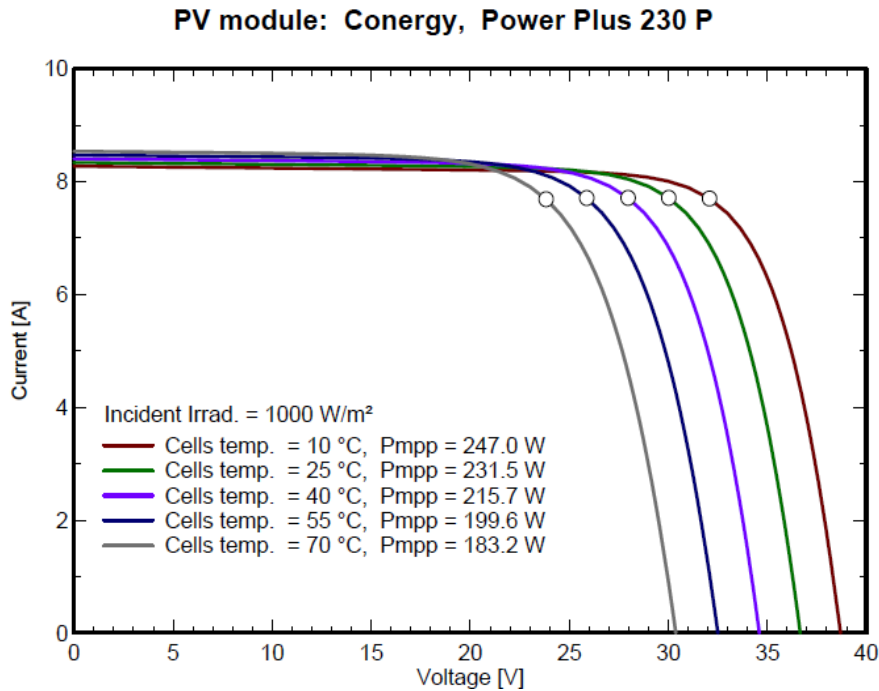
<b>Conergy Power Plus 230 P</b>	
<b>Χαρακτηριστικά Φ/Β Πλαισίου για 25°C (STC) και M=1,5</b>	
Τύπος Φ/Β Στοιχείων :	<b>Si-Poly</b>
Αριθμός Κυψελών:	<b>60</b>
Τάση Μέγιστης Ισχύος $V_{max}$ :	<b>29,54 V</b>
Ρεύμα Μέγιστης Ισχύος $I_{max}$ :	<b>7,82 A</b>
Τάση Ανοιχτού Κυκλώματος $V_{OC}$ :	<b>36,66 V</b>
Ρεύμα Βραχυκυκλώματος $I_{SC}$ :	<b>8,34 A</b>
Συντελεστής Πλήρωσης FF :	<b>75,55%</b>
Ισχύς Φ/Β Πλαισίου $P_{max}$ :	<b>231,003 W</b>
Peak Power per Unit Area:	<b>141,90 W/m<sup>2</sup></b>
Απόδοση Φ/Β Πλαισίου $\eta_{m,25^\circ C}$ :	<b>14,19%</b>
<b>Διαστάσεις Πλαισίου</b>	
Μήκος L :	<b>1,651 m</b>
Πλάτος h :	<b>0,986 m</b>
Πάχος S :	<b>0,046 m</b>
Επιφάνεια A :	<b>1,63 m<sup>2</sup></b>
Βάρος B :	<b>19,60 Kg</b>
Warranty :	<b>5 year</b>
<b>Συντελεστές Θερμοκρασίας</b>	
Power :	<b>-0,45%/°C</b>
Voltage ( $V_{OC}$ ) :	<b>- 123,0 mV/°C</b>
Current ( $I_{SC}$ ) :	<b>4,0 mA/°C</b>

Ένα από τα πολλά μοντέλα πολυκρυσταλλικών που επικρατούν στο εμπόριο είναι και το PowerPlus 230P της Conergy. Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες Conergy PowerPlus 230P είναι εξοπλισμένες με 60 αποδοτικές, πολυκρυσταλλικές κυψέλες που παρέχουν μόνο θετικές ανοχές ισχύος (-0 /+3%) και χαρακτηρίζονται από υψηλές αποδόσεις και μεγάλη διάρκεια ζωής και προσφέρουν ένα υψηλό επίπεδο ενεργειακής παραγωγής ταυτόχρονα με μια ελκυστική σχέση τιμής/απόδοσης.

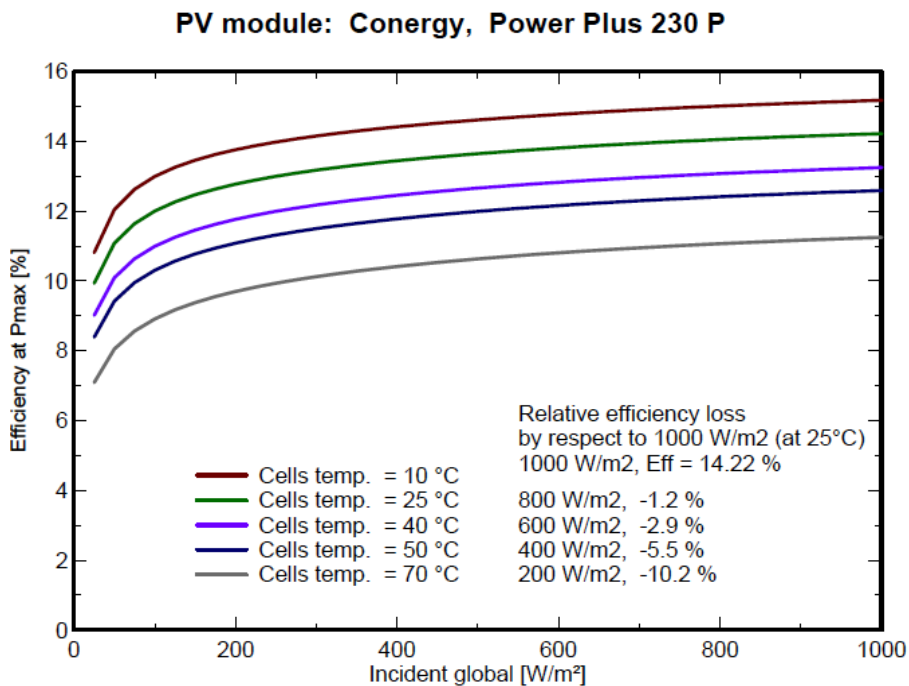
Οι πολυκρυσταλλικές κυψέλες που συνθέτουν το φ/β πλαίσιο προστατεύονται από μηχανική καταπόνηση και από υγρασία με την ενθυλάκωσή τους σε πλαστικό υλικό υψηλής διαύγειας, το οποίο είναι αρκετά ελαστικό ώστε να επιτρέπει συστολοδιαστολές. Το υλικό αυτό δεν αποφλοιώνεται και είναι καθαρό από φυσαλίδες και ρωγμές. Η εμπρόσθια επιφάνεια της ενθυλάκωσης, προστατεύεται από ενισχυμένο γυαλί 4mm, χαμηλής περιεκτικότητας σε σίδηρο. Το γυάλινο αυτό κάλυμμα έχει αντοχή σε δυνατές κρούσεις, θερμικές καταπονήσεις και υψηλές καθώς και στη χαλαζόπτωση. Η διάταξη sandwich – γυαλί / (φ/β) στοιχεία / οπίσθια πλευρά - περιβάλλεται από ένα μεταλλικό πλαίσιο κατασκευασμένο από ανοδειωμένο αλουμίνιο. Το πλαίσιο αυτό τοποθετείται για την προστασία των άκρων του γυάλινου καλύμματος της γεννήτριας και για να διευκολύνει την στήριξή της. Η κατασκευή του πλαισίου του κάθε (φ/β) πλαισίου / γεννήτριας είναι κατάλληλη ώστε να επιτρέπονται θερμικές συστολοδιαστολές του γυάλινου καλύμματος της γεννήτριας. Επίσης η κατασκευή του πλαισίου επιτρέπει την εξάτμιση των συμπυκνωμάτων του νερού.



Σχήμα 11.29 – Η χαρακτηριστική καμπύλη (V-I) για διάφορες τιμές της προσπίπτουσας ακτινοβολίας



Σχήμα 11.30 – Η χαρακτηριστική καμπύλη (V-I) για διάφορες τιμές της θερμοκρασίας



Σχήμα 11.31 – Η χαρακτηριστική καμπύλη της απόδοσης με την προσπίπτουσα ακτινοβολία για διάφορες τιμές της θερμοκρασίας

### 11.6.3.3 Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκής γεννήτριας

Η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σύμφωνα με το ηλιακό δυναμικό της περιοχής και με τη χρήση του φωτοβολταϊκού δομοστοιχείου Conergy Power Plus 230P προκύπτει από τη σχέση:

$$E_{PV} = H_T \times \eta_{PV} \times S_{\text{ΠΛΑΙΣΙΟΥ}} \times \eta_{\Theta\text{ΕΡΜ}} \times \eta_{\text{ΚΑΘ}} \quad (11.21)$$



όπου

$H_T$  : Η ετήσια ανηγμένη ηλιακή ενέργεια στην περιοχή εγκατάστασης και σε γωνία τοποθέτησης του φ/β πλαισίου

$S_A$  : Το εμβαδόν του τυπικού φ/β πλαισίου

$\eta_{PV}$  : Η αναμενόμενη απόδοση του φ/β πλαισίου

$\eta_{ΘΕΡΜ}$  : Η μεταβολή της απόδοσης του φ/β πλαισίου λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας λειτουργίας από τους 25°

$\eta_{ΚΑΘ}$  : Η μεταβολή της απόδοσης του φ/β πλαισίου λόγω επικαθήσεων σκόνης κ.λ.π.

Επίσης, ο αριθμός  $N$  των φ/β πλαισίων που χρειάζεται να εγκατασταθούν για να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας κάθε μήνα, προκύπτει από παρακάτω σχέση:

$$N_{MHN} = \frac{\frac{E_{MHN, KATAN.}}{(\eta_{INV} \times \eta_{PYΘM} \times \eta_{KAA} \times \eta_{SYSS})} - E_{A/G (MHN, PARAG. ENERG.)} \times (\eta_{A/G (DC-DC)} \times \eta_{KAA} \times \eta_{INV})}{H_{T, MHN.} \times S_{ΠΛΑΙΣΙΟΥ} \times \eta_{ΘΕΡΜ} \times \eta_{ΚΑΘ} \times \eta_{PV}} \quad (11.22)$$

όπου

$\eta_{A/G (DC-DC)}$  : Ο βαθμός απόδοσης του μετατροπέα - ρυθμιστή τάσεως συνεχούς ρεύματος της ανεμογεννήτριας

$\eta_{INV}$  : Ο βαθμός απόδοσης του inverter των φ/β πλαισίων

$\eta_{PYΘM}$  : Ο βαθμός απόδοσης του ρυθμιστή φόρτισης των συσσωρευτών

$\eta_{SYSS}$  : Ο βαθμός απόδοσης των συσσωρευτών

$\eta_{KAA}$  : Ο βαθμός απόδοσης των καλωδίων

Σαν τελικό αριθμό πλαισίων  $N$  λαμβάνουμε το  $n$  μεγαλύτερο, δηλαδή αυτό  $n$  που θα καλύπτει ενεργειακά όλους του μήνες.

Από τις σχέσεις (11.21), (11.22) και λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές της ολικής μηνιαίας ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο, την παραγόμενη ενέργεια από την εγκατεστημένη Α/Γ, της μηνιαίες ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας καθώς και τα χαρακτηριστικά του επιλεγμένου φ/β πάνελ και τους βαθμούς απόδοσης του επιμέρους εξοπλισμού, θα υπολογίσουμε τον απαιτούμενο αριθμό πάνελ που θα καλύπτει ενεργειακά τις απαιτήσεις της κατοικίας σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι απαιτούμενοι υπολογισμοί έγιναν με τη χρήση φύλλου Excel και τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω πίνακα, λαμβάνοντας τις παρακάτω τιμές βαθμών αποδόσεων του επιμέρους εξοπλισμού και των χαρακτηριστικών του φ/β πλαισίου.

**Πίνακας 11.17 – Βαθμοί απόδοσης εξοπλισμού αυτόνομου υβριδικού συστήματος**

Βαθμός Απόδοσης Α/Γ (1)		Βαθμός Απόδοσης Φ/Β Πλαισίου (2)	
SMA - Sunny Island 5048 :	95,0%	Συντελ. Θερμοκρ. σ <sub>θ</sub> (50°C):	0,885
Συσσωρευτές :	86,0%	Συντελεστής Ρύπανσης σ <sub>ρ</sub> :	0,900
Καλωδιώσεων :	97,0%	<b>Τελικός Βαθμός Απόδοσης :</b>	<b>0,797</b>
Απόδοση ρυθμιστή Α/Γ:	90,0%	<b>Βαθμός Απόδοσης Φ/Β Συστήματος (3)</b>	
<b>Τελικός Βαθμός Απόδοσης :</b>	<b>71,3%</b>	<b>SMA - SB 5000TL-20 :</b>	<b>96,2%</b>
		<b>SMA - Sunny Island 5048 :</b>	<b>95,0%</b>
		<b>Συσσωρευτές :</b>	<b>86,0%</b>
		<b>Καλωδιώσεων :</b>	<b>97,0%</b>
		<b>Τελικός Βαθμός Απόδοσης :</b>	<b>76,2%</b>
Χαρακτηριστικά Φ/Β Πλαισίου			
Απόδ.Φ/Β Πλαισίου ημ,25°C :	14,19%		
Επιφάνεια Πλαισίου :	1,63 m <sup>2</sup>		

**Πίνακας 11.18 – Ο απαιτούμενος αριθμός φ/β πάνελ σύμφωνα με την ετήσια παραγόμενη και ληφθείσα ηλεκτρική ενέργεια.**

ΜΗΝΑΣ	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ			ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ				ΚΑΤΑΝΑΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Α/Γ	Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ					
	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΑΠΩΛΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (1)	ΛΗΦΘΕΙΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΟΛΙΚ. ΗΛ. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛ. ΣΕ ΕΠΙΠ. ΜΕ ΚΛΙΣΗ 30° & ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ 0°	ΠΑΡΑΓ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΠΑΝΕΛ ΜΕ ΚΛΙΣΗ 30° & ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ 0°	ΑΠΩΛΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2)	ΛΗΦΘΕΙΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ			ΚΑΤΑΝΑΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΛΗΦΘΕΙΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΖΗΤΗΣΗ ΛΟΓΩ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (3)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΝΕΛ
	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh/m <sup>2</sup> .mth)	(KWh/Module.mth)	(KWh/Module.mth)	(KWh/Module.mth)			(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)
ΙΑΝ	365,10	-104,70	260,41	83,00	19,17	-3,90	15,27	942,51	260,41	682,11	212,61	894,71	59		
ΦΕΒ	412,73	-118,36	294,38	81,60	18,85	-3,83	15,02	845,69	294,38	551,31	171,84	723,15	49		
ΜΑΡ	349,51	-100,22	249,28	111,70	25,80	-5,25	20,55	904,95	249,28	655,67	204,37	860,04	42		
ΑΠΡ	246,55	-70,70	175,85	143,00	33,03	-6,72	26,31	825,39	175,85	649,54	202,45	851,99	33		
ΜΑΪ	140,04	-40,16	99,88	164,40	37,98	-7,72	30,25	899,31	99,88	799,43	249,17	1048,60	35		
ΙΟΥΝ	160,87	-46,13	114,74	172,00	39,73	-8,08	31,65	1125,04	114,74	1010,30	314,90	1325,19	42		
ΙΟΥΛ	318,80	-91,42	227,38	183,20	42,32	-8,61	33,71	1411,17	227,38	1183,79	368,97	1552,76	47		
ΑΥΓ	333,00	-95,49	237,51	183,90	42,48	-8,64	33,84	1424,22	237,51	1186,71	369,88	1556,59	46		
ΣΕΠ	233,40	-66,93	166,47	163,40	37,75	-7,68	30,07	1085,71	166,47	919,25	286,52	1205,77	41		
ΟΚΤ	233,53	-66,97	166,56	120,40	27,81	-5,66	22,16	854,58	166,56	688,02	214,45	902,46	41		
ΝΟΕ	274,13	-78,61	195,52	80,60	18,62	-3,79	14,83	847,99	195,52	652,47	203,37	855,83	58		
ΔΕΚ	364,30	-104,47	259,83	65,10	15,04	-3,06	11,98	915,68	259,83	655,85	204,42	860,27	72		
<b>ΕΤΗΣΙΑ</b>	<b>3431,97</b>	<b>-984,15</b>	<b>2447,82</b>	<b>1552,30</b>	<b>358,59</b>	<b>-72,94</b>	<b>285,65</b>	<b>12082,24</b>	<b>2447,82</b>	<b>9634,42</b>	<b>3002,95</b>	<b>12637,37</b>	<b>72</b>		

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, θα χρειαστούμε 72 φ/β πλαίσια για να καλύψουμε ενεργειακά τις ετήσιες ανάγκες της κατοικίας, συνυπολογίζοντας τις ενεργειακές απώλειες από τον εμπλεκόμενο εξοπλισμός και τη παραγόμενη από την ανεμογεννήτρια ηλεκτρική ενέργεια.

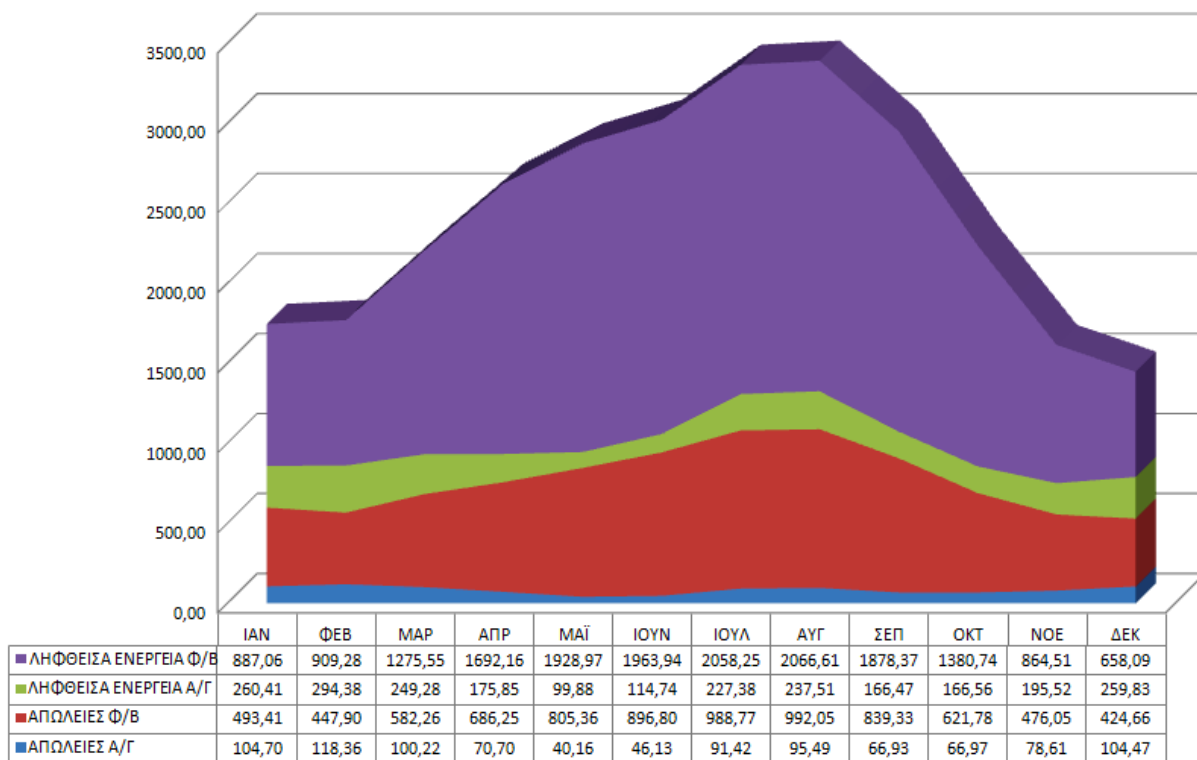
**Πίνακας 11.19 – Ο καταμερισμός της παραγόμενης ενέργειας**

ΜΗΝΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ			ΑΠΩΛΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ			ΛΗΦΘΕΙΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ			ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	
	Α/Γ	Φ/Β	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	Α/Γ	Φ/Β	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	Α/Γ	Φ/Β	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΛΗΦΘΕΙΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΕΡΙΣΣΕΟΥΜ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ
	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)	(KWh)
ΙΑΝ	365,10	1380,47	1745,57	104,70	493,41	598,10	260,41	887,06	1147,47	942,51	204,96
ΦΕΒ	412,73	1357,19	1769,92	118,36	447,90	566,26	294,38	909,28	1203,66	845,69	357,98
ΜΑΡ	349,51	1857,82	2207,33	100,22	582,26	682,49	249,28	1275,55	1524,84	904,95	619,88
ΑΠΡ	246,55	2378,40	2624,96	70,70	686,25	756,95	175,85	1692,16	1868,01	825,39	1042,62
ΜΑΪ	140,04	2734,33	2874,37	40,16	805,36	845,52	99,88	1928,97	2028,85	899,31	1129,54
ΙΟΥΝ	160,87	2860,74	3021,61	46,13	896,80	942,93	114,74	1963,94	2078,68	1125,04	953,64
ΙΟΥΛ	318,80	3047,02	3365,82	91,42	988,77	1080,19	227,38	2058,25	2285,63	1411,17	874,46
ΑΥΓ	333,00	3058,66	3391,66	95,49	992,05	1087,54	237,51	2066,61	2304,12	1424,22	879,91
ΣΕΠ	233,40	2717,70	2951,10	66,93	839,33	906,26	166,47	1878,37	2044,84	1085,71	959,13
ΟΚΤ	233,53	2002,52	2236,05	66,97	621,78	688,75	166,56	1380,74	1547,30	854,58	692,72
ΝΟΕ	274,13	1340,56	1614,69	78,61	476,05	554,66	195,52	864,51	1060,03	847,99	212,04
ΔΕΚ	364,30	1082,76	1447,06	104,47	424,66	529,13	259,83	658,09	917,93	915,68	2,25
<b>ΕΤΗΣΙΑ</b>	<b>3431,97</b>	<b>25818,17</b>	<b>29250,13</b>	<b>984,15</b>	<b>8254,62</b>	<b>9238,77</b>	<b>2447,82</b>	<b>17563,54</b>	<b>20011,36</b>	<b>12082,24</b>	<b>7929,12</b>

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να εκτιμήσουμε πως η παραγόμενη συνολική ενέργεια είναι 29250,13 KWh, από την οποία θα καταναλωθούν 12082,24 KWh (41,3%), θα χαθούν σε απώλειες λόγω θερμοκρασίας, σκόνης και απόδοσης του εξοπλισμού οι 9238,77 KWh (31,6%) και θα προκύψει ένα πλεόνασμα ενέργειας της τάξεως των 7929,12 KWh (27,1%), το οποίο μπορεί να καταναλωθεί για την θέρμανση και το ZNX, καθώς και σε μια μελλοντική αύξηση της ισχύος των φορτίων της κατοικίας.

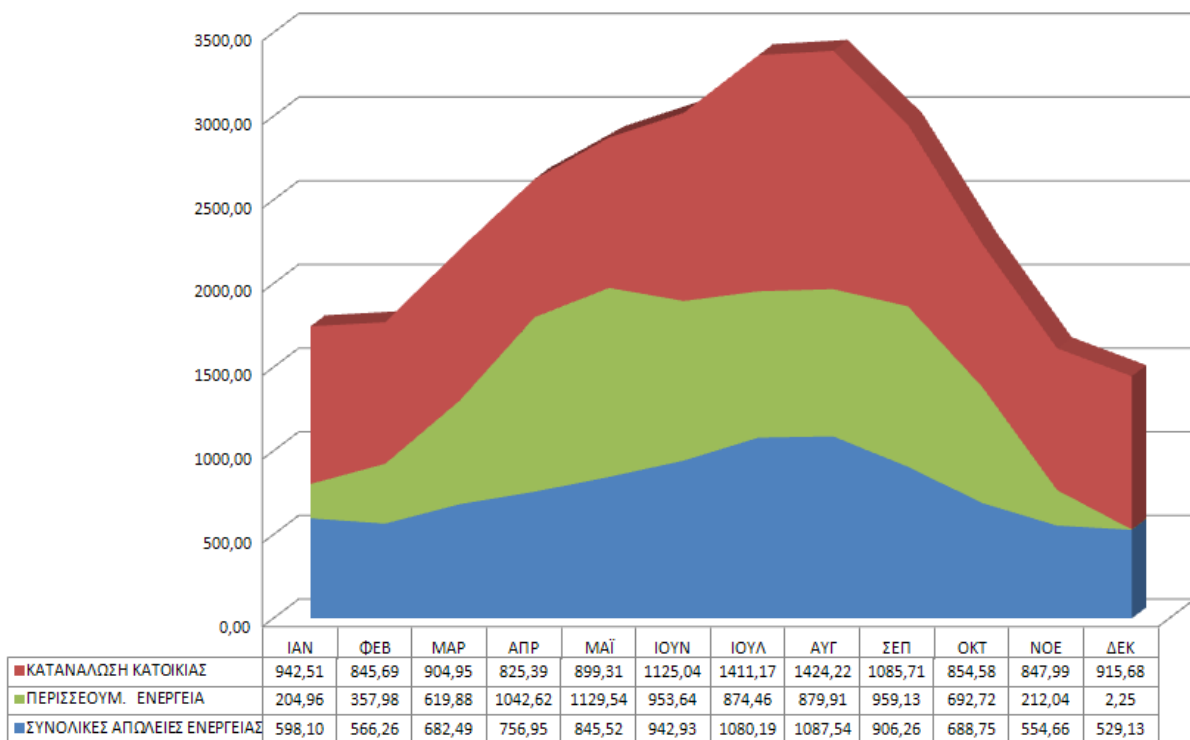
Συγκρίνοντας τα ποσά της ενέργειας που παράγονται από την κάθε πηγή μεμονωμένα, γίνετε αμέσως αντιληπτό πως η χρήση της Α/Γ είναι περιττή. Όμως λαμβάνετε υπόψη λόγο του μελετητικού χαρακτήρα της πτυχιακής.

### ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχήμα 11.32 – Η γραφική παράσταση καταμερισμού της παραγόμενης ενέργειας σε απώλειες και ληφθείσα ενέργεια

## ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχήμα 11.33 – Η γραφική παράσταση καταμερισμού της παραγόμενης ενέργειας σε καταναλισκόμενη, και περισσευούμενη ενέργεια και απώλειες.

#### 11.6.3.4 Χωροθέτηση και διάταξη φωτοβολταϊκών συστοιχιών

Η εγκατάσταση της φωτοβολταϊκής γεννήτριας στη παρούσα κατοικία, μπορεί να γίνει στη στέγη ή στο έδαφος λόγω της μεγάλης έκτασης που υπάρχει στο πίσω μέρος της κατοικίας. Σύμφωνα με τις ενεργειακές ανάγκες της οικίας και κατ' επέκταση των απαιτούμενων σε αριθμό φ/β πλαισίων, είναι αδύνατον η εγκατάσταση να γίνει στη στέγη, λόγω περιορισμένης επιφάνειας, για το λόγο αυτό η εγκατάσταση της φ/β γεννήτριας θα γίνει σε βάσεις στήριξης πάνω στο έδαφος.

Όπως προαναφέραμε στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, σε μια φ/β εγκατάσταση είναι πολύ σημαντικό, οι φ/β συστοιχίες να μην σκιάζονται από τα παρακείμενα εμπόδια. Σύμφωνα με τη σχέση (2.1) και λαμβάνοντας υπόψη το γεωγραφικό πλάτος  $\varphi = 35,33^\circ$  της περιοχής μας, η προϋπόθεση ανοιχτού ορίζοντα θεωρείται ότι εξασφαλίζεται όταν η γωνία του ύψους ( $\beta$ ) των γειτονικών συστοιχιών, δέντρων, κτιρίων ή άλλων εμποδίων ικανοποιεί μέσα σε μία αζιμούθιο γωνία από  $-60^\circ$  μέχρι  $60^\circ$  προς τον Νότο, τη σχέση:

$$\beta \leq 48^\circ - 35,33^\circ \Rightarrow \beta \leq 12,67^\circ$$

Επίσης είναι πολύ σημαντικό να υπολογιστεί η ελάχιστη απόσταση  $\epsilon$ , μεταξύ δύο συστοιχιών που θα εξασφαλίζει ότι δεν σκιάζει αισθητά η μία συστοιχία την επόμενη.

Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις (2.2), (2.3), (2.4) και λαμβάνοντας υπόψη ότι τα πάνελ θα τοποθετηθούν σε τρεις οριζόντιες σειρές πάνω στις βάσεις στήριξης, προκύπτει πως:

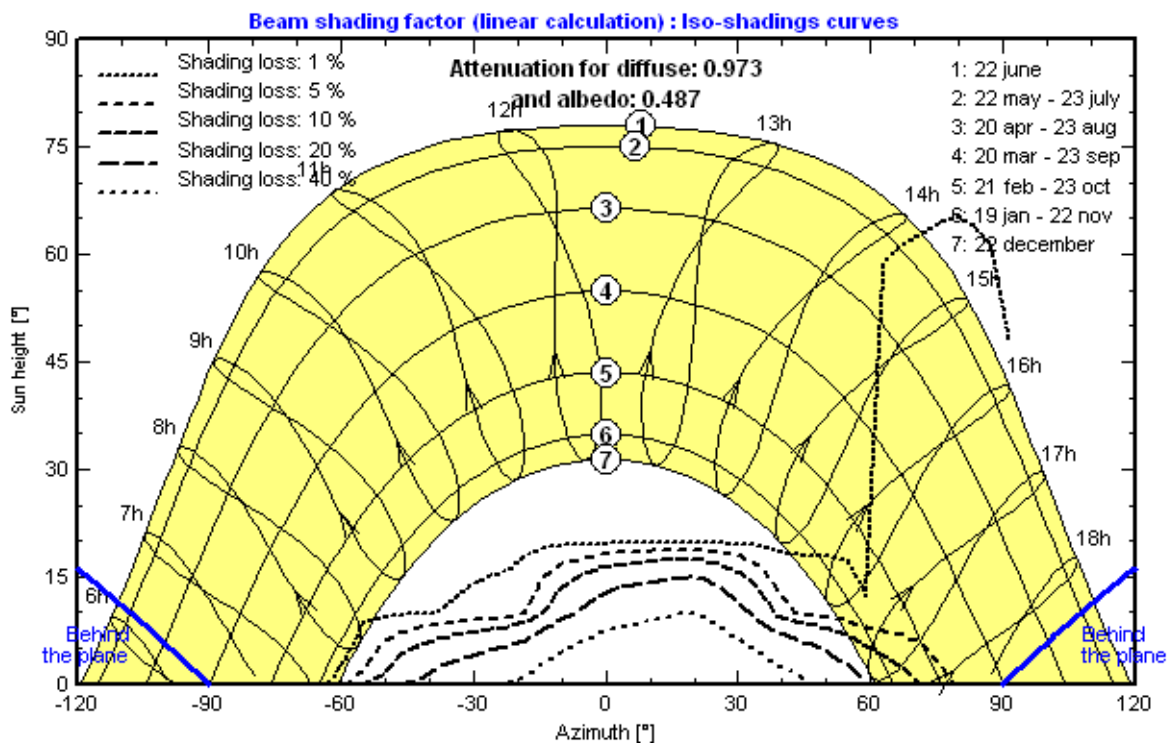
$$\frac{\alpha}{\nu} = 0.0042 \times \varphi^2 - 0.1661 \times \varphi + 2.8653 = 0.0042 \times (35.33^\circ)^2 - 0.1661 \times 35.33^\circ + 2.8653 \Rightarrow$$

$$\frac{\alpha}{\nu} = 2.2395$$

$$\varepsilon = \gamma \times \frac{\frac{\alpha}{\nu} \times \sin(\beta) + \cos(\beta)}{1 + \frac{\alpha}{\nu} \times \kappa} = (3 \times 0.958) \times \frac{2.2394 \times \sin(30^\circ) + \cos(30^\circ)}{1 + 2.2394 \times \tan(0^\circ)} \Rightarrow \varepsilon = 5.878m$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα και μελετώντας τα τοπογραφικά σχέδια του οικοπέδου, παρατηρούμε ότι οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των συστοιχιών και των συστοιχιών με τα παρακείμενα αντικείμενα εντός του οικοπέδου, δεν μπορούν να τηρηθούν λόγω της μεγάλης επιφάνεια που απαιτείται από τα φ/β πάνελ. Επομένως πρέπει να περιορίσουμε την επιφάνεια που θα καταλαμβάνουν τα φ/β πλαίσια εντός του οικοπέδου, με τη χρήση βάσεων στήριξεως, όπου τα φ/β πλαίσια θα τοποθετηθούν κάθετα σε τέσσερις σειρές.

Η ανάλυση της διάταξης των φ/β πλαισίων, καθώς και ο υπολογισμός των απωλειών από τους σκιασμούς από τα αντικείμενα εντός του οικοπέδου, θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του λογισμικού PVsyst. Η αναφορά της ανάλυσης υπάρχει στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ'.



Σχήμα 11.34 – Οι ετήσιες απώλειες σκιάσεων από τα παρακείμενα αντικείμενα και κτήρια γύρω από την εγκατάσταση κατά τη διάρκεια της ημέρας (Legal Time)

### 11.6.3.5 Επιλογή βάσεως στήριξης φ/β πλαισίων

Για τη εγκατάσταση των φ/β πλαισίων σε τέσσερις σειρές και σε κάθετη θέση, και λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που υπάρχουν όσον αφορά την μορφολογία και την ελεύθερη προς εγκατάσταση επιφάνεια του οικοπέδου, θα χρησιμοποιήσουμε τα σταθερά συστήματα βάσεων στήριξης PV Max3 V4 της SCHLETTER.

Οι δοκοί στήριξης των πλαισίων, οι σύνδεσμοι και οι πάσσαλοι στήριξης PV Max3 είναι κατασκευασμένοι από προφίλ αλουμίνιο που εξασφαλίζει μεγάλη αντιδιαβρωτική προστασία. Επειδή όμως ο χώρος, που θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση, είναι σε απόσταση μικρότερη του μισού χιλιομέτρου από τη θάλασσα, θα ζητηθεί από τον κατασκευαστή οι βάσεις να είναι ανοδιωμένες για μεγαλύτερη προστασία από την διάβρωση. Η ανοδίωση δημιουργεί, τεχνητά, στην επιφάνεια του αλουμινίου ένα στρώμα οξειδίου (σκουριά), που είναι εξαιρετικά συνεκτικό και σκληρό. Το οξείδιο αυτό εκτιθέμενο στην ατμόσφαιρα δεν διαβρώνεται, γιατί είναι ήδη σκουριά, και έτσι προστατεύει το μέταλλο. Επειδή το στρώμα ανοδίωσης δημιουργείται από το ίδιο το μέταλλο, είναι πλήρως ενσωματωμένο σ' αυτό και δεν υπάρχουν προβλήματα πρόσφυσης. Ένα μοναδικό μειονέκτημα των ανοδιωμένων βάσεων είναι ότι κοστίζουν 20-50% περισσότερο από τις συμβατικές βάσεις.

Η θεμελίωση της κατασκευής θα γίνει σε ειδικά κατασκευασμένα «πέδιλα» από σκυρόδεμα, τοποθετημένα εντός του εδάφους. Η κλίση των βάσεων στήριξης των πλαισίων θα είναι 30° με νότιο προσανατολισμό 0°. Η στατική μελέτη της κατασκευής για την διαστασιολόγηση των θεμελίων καθώς και οι συστάσεις για την αγκύρωση, σύμφωνα πάντα με τα εκάστοτε στοιχεία αιολικών φορτίων και των φορτίων χιονοπτώσεων, θα πραγματοποιηθούν από το τεχνικό τμήμα της SCHLETTER.



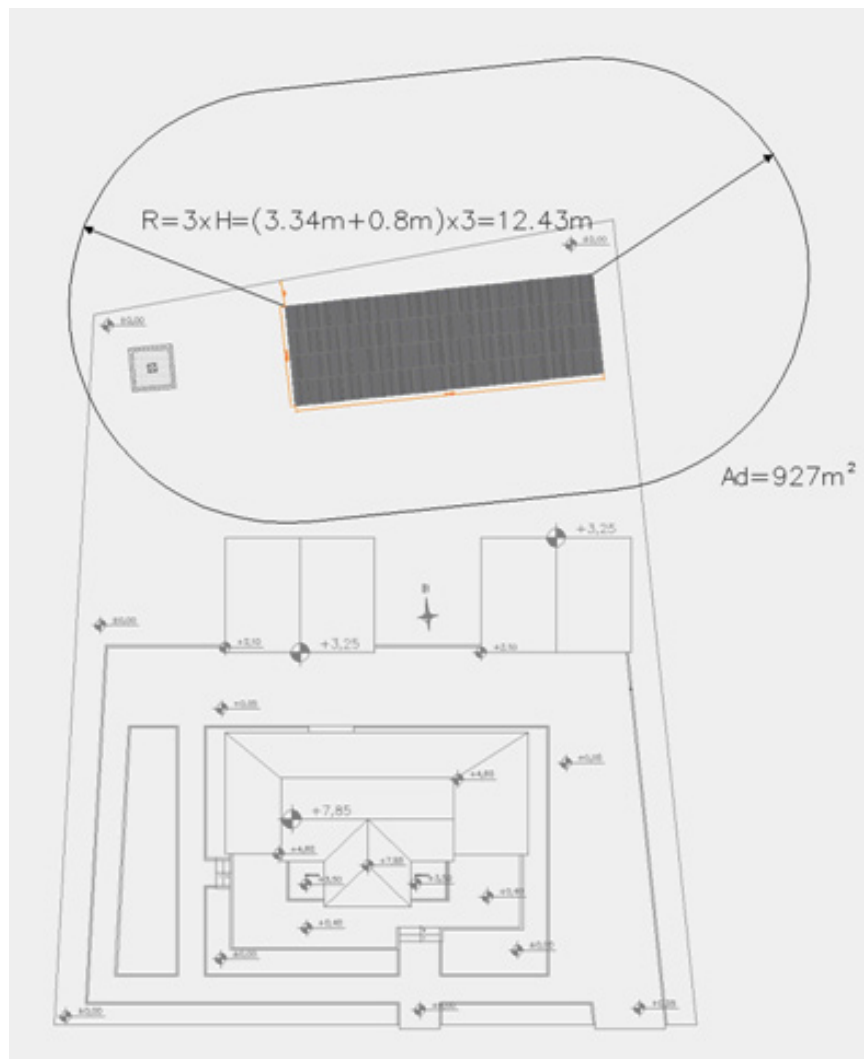
Σχήμα 11.35 – Βάση στήριξης φ/β πλαισίων PV Max3 της SCHLETTER

Η ελάχιστη απόσταση που θα διατηρηθεί, για την ευκολία των τεχνικών εργασιών, μεταξύ των φ/β συστοιχιών και τη περίφραξη του οικοπέδου θα είναι 1.5m. Η ακριβής θέση της εγκατάστασης της βάσεως στήριξης όπου θα εγκατασταθούν τα 72 φ/β πλαίσια, αποτυπώνεται στα ηλεκτρολογικά σχέδια.

#### 11.6.3.6 Αντικεραυνική προστασία φ/β γεννήτριας

Ο υπολογισμός του κινδύνου κεραυνικού πλήγματος και η επιλογή Σ.Α.Π. εφόσον χρειάζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 1197 θα γίνει ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράψαμε στο 8<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.

Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της φ/β γεννήτριας που προκύπτει από το τοπογραφικό σχέδιο της οικίας, με τη χρήση της γραφικής μεθόδου μέσω AutoCad, ισούται με 926.60m<sup>2</sup>. Ο αριθμός των ημερών καταιγίδας ανά έτος  $T_d$ , που λαμβάνεται από ισοκεραυνικούς χάρτες της Ελλάδος, για την περιοχή του Ηρακλείου ισούται με 25 ημέρες.



Σχήμα 11.36 – Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια  $A_d$  της φ/β γεννήτριας με τη γραφική μέθοδο

Επομένως η μέση ετήσια πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού  $N_g$  όπως προκύπτει από τη σχέση (8.1) είναι:

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1.25} = 0.04 \times 2\Phi^{1.25} = 2.23607 \text{ Πλ γματα Km Year}$$

Η μέση ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων κεραυνού  $N_d$  που πιθανόν να δεχτεί η κατοικία, όπως προκύπτει από τη σχέση (8.2) είναι:

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} = 2.23607 \times 926.60 \times 0.25 \times 10^{-6} \Rightarrow \\ N_d = 0.0005180 \text{ Πλ γματα Year}$$

όπου

$C_e = 0.25$  (Ο περιβαλλοντικός συντελεστής για κατασκευή ευρισκόμενη σε περιοχή με άλλες κατασκευές ή δέντρα, του ίδιου ή μεγαλύτερου ύψους)

Οι τιμές της αποδεκτής συχνότητας ζημιών από κεραυνικά πλήγματα  $N_c$  της κατοικίας υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση (8.4) και (8.5):

$$N_c = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6} = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{0.5 \times 0.5 \times 0.5 \times 5 \times 1} = 0.0088000 \text{ Πλ γματα Year}$$

όπου

$C_2 = 0.5$  (Ο κατασκευαστικός συντελεστής για μεταλλική κατασκευή)

$C_3 = 0.5$  (Ο συντελεστής περιεχομένων για κατασκευές χωρίς άτομα)

$C_4 = 0.5$  (Ο λειτουργικός συντελεστής για σπίτια και κτίρια μικρών διαστάσεων)

$C_5 = 5$  (Ο συντελεστής συνεπειών για κατασκευές που υπάρχουν σημαντικές συνέπειες από τη διακοπή λειτουργίας και δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες)

$C_6 = 1$  (Ο συντελεστής έγκαιρης σωστικής επέμβασης για δυνατότητα έγκαιρης σωστικής επέμβασης υπηρεσιών (πυροσβεστική, ασθενοφόρα)

Η αποδεκτή συχνότητα ζημιάς  $N_c$  από κεραυνικό πλήγμα σε μια κατασκευή συγκρίνεται με την αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό  $N_d$ , σύμφωνα με τη σχέση (8.6) όπου και προκύπτει ότι:

$$N_d \leq N_c \Rightarrow 0.0005180 \leq 0.0088000 \Rightarrow \Delta\epsilon\nu \chi\rho\epsilon\iota \zeta\epsilon\tau\alpha\iota \Sigma \text{ Α Π}$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προέκυψε ότι δεν απαιτείται εγκατάσταση Σ.Α.Π. στην κατοικία. Προληπτικά όμως θα εγκατασταθούν απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων και η προβλεπόμενη εγκατάσταση γείωσης (θεμελιακή γείωση).



### 11.6.3.7 Συντήρηση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν χρειάζονται τακτική συντήρηση, πέραν του καθαρισμού των πλαισίων μια φορά στους 2-3 μήνες, ειδικά αν βρίσκονται σε περιοχή με υπερβολική σκόνη .

Επίσης θα πρέπει να πραγματοποιούνται περιοδικά οι παρακάτω προληπτικοί έλεγχοι από ειδικευμένα άτομα:

- Τεχνικό και ηλεκτρολογικό έλεγχο της συνδεσμολογίας, των inverters και των Φ/Β πλαισίων
- Μηχανικό έλεγχο των βάσεων στήριξης και των γυάλινων επιφανειών των Φ/Β πλαισίων για τυχόν ρωγμές ή θραύσεις
- Έλεγχο για τυχόν διαρροές ηλεκτρικού ρεύματος
- Έλεγχο για τυχόν διάβρωση ή αλλοίωση των μεταλλικών μερών της Φ/Β εγκατάστασης

## 11.6.4 Αντιστροφέας (Inverter)

### 11.6.4.1 Επιλογή αντιστροφέα (Inverter)

Η επιλογή της ισχύος και ο αριθμός των inverter που θα εγκατασταθούν για να την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, εξαρτάται από την ονομαστική ισχύ των εγκατεστημένων φ/β πλαισίων και το είδος της παροχής τροφοδοσίας (μονοφασική ή τριφασική) των καταναλώσεων.

Επίσης κατά την επιλογή του αντιστροφέα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι τα πλαίσια που θα χρησιμοποιηθούν είναι κρυσταλλικά, στα οποία δεν έχουν τεθεί ιδιαίτερες απαιτήσεις από τους κατασκευαστές ως προς τη γείωση ή μη των ακροδεκτών της πλευράς D.C. και εφόσον δεν γειώνονται ενεργά μέρη στην πλευρά D.C., είναι δυνατή η χρήση αντιστροφέα χωρίς Μ/Σ απομόνωσης. Τονίζεται ότι, αν ο αντιστροφέας δεν περιλαμβάνει μετασχηματιστή απομόνωσης, η πλευρά D.C. δεν γειώνεται. Αντίθετα όλα τα εκτεθειμένα μεταλλικά μέρη του Φ/Β εξοπλισμού (π.χ. βάσεις στήριξης και μεταλλικά μέρη των Φ/Β πλαισίων) γειώνονται υποχρεωτικά.

Η ισχύς εξόδου του μετατροπέα ορίζει την ονομαστική ισχύ της συσκευής και η αντίστοιχη ισχύ εισόδου είναι προσαυξημένη κατά 4 – 8%. Επίσης η ισχύς των φ/β πλαισίων που φτάνει στην είσοδο του αντιστροφέα είναι συνήθως 15 – 20% μειωμένη λόγω των απωλειών της θερμοκρασίας λειτουργίας και των ωμικών απωλειών των αγωγών. Επομένως

η επιλογή αντιστροφέα με ονομαστική ισχύ μικρότερη 20 – 25% από την εγκατεστημένη ισχύ των φ/β πλαισίων είναι επαρκής.

Γενικά για την επιλογή του αντιστροφέα λαμβάνεται η παρακάτω σχέση:

$$0.7 \times P_{pv} < P_{inv\_dc} < 1.2 \times P_{pv} \quad (11.23)$$

Η τροφοδοσία της κατοικίας θα γίνεται από τριφασική παροχή λόγω της μεγάλης εγκατεστημένης ισχύς και επομένως θα χρειαστούν να εγκατασταθούν τρεις αντιστροφείς.

Η ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ των φ/β πλαισίων είναι:

$$P_{pv} = 72 \times 0.230KWp \Rightarrow P_{nom} = 16.56KWp$$

και εφόσον θα εγκατασταθούν τρεις αντιστροφείς (τριφασική σύνδεση), προκύπτει πως η ισχύς εισόδου του καθενός αντιστροφέα πρέπει να δέχεται ισχύ  $P_{inv\_dc}$ :

$$\begin{aligned} 0.7 \times P_{pv} < P_{inv\_dc} < 1.2 \times P_{pv} &\Rightarrow 0.7 \times \frac{16.56KW}{3 \times Inverters} < P_{inv\_dc} < 1.2 \times \frac{16.56KW}{3 \times Inverters} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0.7 \times 5.52KW < P_{inv\_dc} < 1.2 \times 5.52KW \Rightarrow 3.864KW < P_{inv\_dc} < 6.624KW \end{aligned}$$

Οι αντιστροφείς χωρίς Μ/Σ απομόνωσης που θα εγκατασταθούν, λαμβάνοντας υπόψη τη παραπάνω σχέση είναι 3 μονάδες SB 5000TL-20 της σειράς Sunny Boy της SMA.

**Πίνακας 11.20 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του αντιστροφέα SB 5000TL-20**

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ INVERTER SMA - Sunny Boy 5000TL-20	
Τιμές Εισόδου	
Μέγιστη Ισχύς (DC):	5300W
Μέγιστη Τάση (DC):	550V
Εύρος Φωτοβολταϊκής Τάσης (MPPT):	125V-440V
Μέγιστο Ρεύμα Εισόδου:	2 x 15A
Τιμές Εξόδου	
Ονομαστική Ισχύς (AC):	4600W
Μέγιστη Ισχύς (AC):	5000W
Μέγιστο Ρεύμα Εξόδου:	22A
Ονομαστική Τάση:	220V-240V
Έυρος Τάσης (AC):	180V-280V
Συχνότητα Δικτύου:	50Hz-60Hz
Συνδεση AC:	Μονοφασική
Βαθμός Απόδοσης (Euro-Eta):	96.5%
Ιδιοκατανάλωση (Νυχτερινή):	<0.5W

#### 11.6.4.2 Συμβατότητα συνδεσμολογίας φ/β συστοιχίας - αντιστροφέα

Είναι σημαντικό σε κάθε εγκατάσταση φ/β γεννήτριας να υπάρχει συμβατότητα με τον αντιστροφέα που είναι συνδεδεμένος στην έξοδο της. Πρέπει δηλαδή να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ τάσης και ρεύματος της εξόδου της φ/β γεννήτριας με την τάση και το ρεύμα εισόδου του αντιστροφέα. Αυτό είναι ένα από τα βασικά κριτήρια που καθορίζουν τον αριθμό πλαισίων που συνδέονται εν σειρά συγκροτώντας μια αλυσίδα αλλά και τον αριθμό των αλυσίδων που συνδέονται παράλληλα.

Με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων υπολογίζεται ο μέγιστος και ο ελάχιστος αριθμός φ/β πλαισίων που μπορούν να συνδεθούν σε σειρά, καθώς και ο μέγιστος αριθμός παράλληλων κλάδων.

$$N_{\max} = \frac{V_{(inv,max)}}{V_{OC (-10\circ)}} \quad (11.24)$$

$$N_{\min} = \frac{V_{MPP (inv,min)}}{V_{MPP (+70\circ)}} \quad (11.25)$$

$$N_{string} < \frac{I_{\max (inv)}}{I_{n, string}} \quad (11.26)$$

Η τάση μέγιστης ισχύος μιας συστοιχίας που αποτελείται από N φ/β πλαίσια συνδεδεμένα σε σειρά, σε διαφορετικές θερμοκρασίες λειτουργίας προκύπτει από τη σχέση:

$$V_{m,\theta} = [V_{m,25^{\circ}C} + (Temp. coeff. \cdot V_{oc}) \times (\theta - 25^{\circ}C)] \times N_{\text{πλαίσια σε σειρά}} \quad (11.27)$$

και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του φ/β πλαισίου Conergy Power Plus 230P έχουμε:

$$V_{m,\theta} = \left[ 29.54V + \left( \frac{-123.0mV / ^{\circ}C}{1000} \right) \times (\theta - 25^{\circ}C) \right]$$

όπου και προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

$$\text{Τάση μέγιστης ισχύος } V_m (+70^{\circ}C) = 24.01 \text{ V}$$

$$\text{Τάση μέγιστης ισχύος } V_m (+50^{\circ}C) = 26.47 \text{ V}$$

$$\text{Τάση μέγιστης ισχύος } V_m (+25^{\circ}C) = 29.54 \text{ V}$$

$$\text{Τάση μέγιστης ισχύος } V_m (+15^{\circ}C) = 30.77 \text{ V}$$

$$\text{Τάση μέγιστης ισχύος } V_m (-10^{\circ}C) = 33.85 \text{ V}$$

$$\text{Τάση Ανοιχτ. Κυκλώμ. } V_{OC} (+25^{\circ}C) = 36.66 \text{ V}$$

$$\text{Τάση Ανοιχτ. Κυκλώμ. } V_{OC} (-10^{\circ}C) = 40.97 \text{ V}$$

Σύμφωνα με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα SB 5000TL-20 και του φ/β πλαισίου Conergy Power Plus 230P και λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω σχέσεις, προκύπτουν τα εξής:

$$N_{\max} = \frac{V_{(inv,\max)}}{V_{OC(-10\circ)}} = \frac{550V}{40.97V} \approx 13 \text{ Πλα σια}$$

$$N_{\min} = \frac{V_{MPP,(inv,\min)}}{V_{MPP(+70\circ)}} = \frac{125V}{24.01V} \approx 5$$

$$N_{string} < \frac{I_{\max}(inv)}{I_{n,string}} = \frac{15A}{7.82A} = 1.92 \Rightarrow N_{string} = 1 \text{ κλ δος}$$

Επομένως σε κάθε μία από τις δύο εισόδους του αντιστροφέα μπορούν να συνδεθεί 1 κλάδος που αποτελείται από 5 έως 13 πλαίσια σε σειρά. Στη δική μας περίπτωση, ο αριθμός των φ/β πλαισίων που αναλογεί σε κάθε υποσυστοιχία που θα συνδεθεί σε κάθε μία από τις δύο εισόδους του κάθε αντιστροφέα είναι:

$$N = \frac{72 \text{ Πλα σια}}{3 \text{ Inverters}} = 24 \frac{\text{Πλα σια}}{\text{Inverter}} \Rightarrow 12 \frac{\text{Πλα σια άν ε σοδο}}{\text{Inverter}}$$

Τα 12 πλαίσια που θα συνδεθούν σε σειρά σε κάθε είσοδο του αντιστροφέα, θα έχουν ρεύμα μέγιστης ισχύος  $I_m = 7.82A$  και ρεύμα βραχυκύκλωσης  $I_{SC} = 8.34A$  και τάσεις μέγιστης ισχύος και ανοιχτού κυκλώματος:

Τάση μέγιστης ισχύος $V_m(+70^\circ C) =$	288.06 V
Τάση μέγιστης ισχύος $V_m(+50^\circ C) =$	330.86 V
Τάση μέγιστης ισχύος $V_m(+25^\circ C) =$	317.58 V
Τάση μέγιστης ισχύος $V_m(+15^\circ C) =$	369.24 V
Τάση μέγιστης ισχύος $V_m(-10^\circ C) =$	406.14 V
Τάση Ανοιχτ. Κυκλώμ. $V_{OC}(+25^\circ C) =$	439.92 V
Τάση Ανοιχτ. Κυκλώμ. $V_{OC}(-10^\circ C) =$	491.58 V

Συγκρίνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα με τα χαρακτηριστικά του αντιστροφέα, παρατηρούμε ότι το ρεύμα και η τάση της εξόδου της κάθε φ/β υποσυστοιχίας των 12 πλαισίων σε σειρά, είναι συμβατά με το ρεύμα και την τάση της κάθε εισόδου του αντιστροφέα και κατ' επέκταση με την ονομαστική ισχύ του ίδιου του αντιστροφέα, με λόγο ονομαστικής ισχύος:

$$\text{Λόγος Ονομ. Ισχύος} = \frac{\text{Μέγ. Ισχύ Inverter}}{\text{Μέγ. Ισχύ Φ / Β Συστοιχίας}} = \frac{5300W}{24 \times 230W} = 0.96$$

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ' υπάρχει μελέτη για την επιλογή του αντιστροφέα, που έχει πραγματοποιηθεί με τη χρήση του λογισμικού Sunny Design 2 της SMA.

### **11.6.5 Συσσωρευτές**

#### *11.6.5.1 Αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας*

Για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το υπό σχεδίαση υβριδικό σύστημα, θα χρησιμοποιηθούν συσσωρευτές που μετά τη διαδικασία της φόρτισης, θα μπορούν να καλύψουν τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας, όταν θα μειώνεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά και την ανεμογεννήτρια τη νύχτα ή λόγω των καιρικών συνθηκών (συννεφιά, άπνοια). Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη για ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα, διότι δεν υπάρχει άμεση εξάρτηση της κατανάλωσης από τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στη περιοχή.

#### *11.6.5.2 Καθορισμός της αυτοδυναμίας του συστήματος*

Με τον όρο αυτοδυναμία, εννοούμε το χρονικό διάστημα για το οποίο το σύστημα μας είναι ικανό να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε περίπτωση νέφωσης και χαμηλού αιολικού δυναμικού.

Αυτή η παράμετρο ορίζεται ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί το σύστημα, τα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής της εγκατάστασης, τις επιπτώσεις από τη διακοπή στη παροχή της ενέργειας καθώς επίσης και τη δυνατότητα πρόσβασης που έχουμε σε άλλη πηγή ενέργειας αν παραστεί ανάγκη.

Στο υβριδικό μας σύστημα προβλέπεται να εγκατασταθεί Η/Ζ, το οποίο θα φορτίζει τους συσσωρευτές όταν αυτό απαιτείται, αποφεύγοντας έτσι τη χρήση περισσοτέρων συσσωρευτών και την αύξηση του κόστους του συστήματος.

Η επιλογή της χωρητικότητας των συσσωρευτών που θα χρησιμοποιηθούν, θα γίνει έτσι ώστε να επιτευχθεί η αυτοδυναμία του συστήματος τουλάχιστον για μια μέρα (24 ώρες) για το δυσμενέστερο μήνα του χρόνου, χρονική περίοδο αρκετή όταν υπάρχει εγκατεστημένο Η/Ζ..

Από το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ', η δυσμενέστερη ημερήσια κατανάλωση παρουσιάζεται στο μήνα Αύγουστο με μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση 45,94 kWh.

### 11.6.5.3 Επιλογή χωρητικότητας συσσωρευτών

Η επιλογή των συσσωρευτών θα γίνει ενδεικτικά από το κατάλογο συσσωρευτών OPzS solar.power της Hoppecke. Οι συσσωρευτές OPzS solar.power είναι σωληνωτού τύπου χαμηλής συντήρησης, ειδικά σχεδιασμένοι για κύκλους φόρτισης – εκφόρτισης υψηλής αυτονομίας και ασφάλειας.

Διακρίνονται για την μεγάλη αντοχή τους σε κύκλους και το μεγάλο χρόνο ζωής τους, ακόμη και σε αντίξοες συνθήκες, όπως αυτές που συναντώνται σε αυτόνομα υβριδικά συστήματα ΑΠΕ.

Οι συσσωρευτές OPzS solar.power είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές DIN για μόνιμους συσσωρευτές τύπου OPzS τεχνολογίας "χαμηλού αντιμονίου". Οι θετικές σωληνωτές πλάκες έχουν σκελετό από ειδικό κράμα μολύβδου τύπου "χαμηλού αντιμονίου" σύμφωνα με τα DIN (προδιαγράφεται  $Sb < 3\%$ ). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της συντήρησης των συσσωρευτών, καθότι συνεπάγεται χαμηλό ρεύμα συντήρησης και χαμηλή κατανάλωση νερού, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο σε αυτόνομα μη-επιτηρούμενα συστήματα ΑΠΕ.



Σχήμα 11.37 – Συσσωρευτές Hoppecke OPzS solar.power

Όπως προαναφέραμε, η δυσμενέστερη ημερήσια κατανάλωση παρουσιάζεται στο μήνα Αύγουστο με μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση 45,94 KWh, επομένως θα πρέπει η χωρητικότητα των συσσωρευτών να είναι ικανή να καλύψει αυτή την ενέργεια για 24 ώρες.

Οι συσσωρευτές OPzS solar.power έχουν βάθος εκφόρτισης  $DOD_L 80\%$ , ονομαστική τάση  $U_{bat} 1,85V (C100)$  και βαθμό απόδοσης 86%. Η τάση που θέλουμε να επιτευχθεί στην

είσοδο DC του μετατροπέα (SMA - Sunny Island 5048) για την ομαλή λειτουργία του είναι 48V, οπότε θα πρέπει να εγκατασταθούν:

$$\text{Αριθμός συσσωρευτών σε σειρά} = \frac{U_{\lambda\epsilon\iota\tau}}{U_{\Sigma\upsilon\sigma\sigma}} = \frac{48V}{1.85V} = 26 \text{ τεμ.} \quad (11.28)$$

Η ωφέλιμη ενέργεια των συσσωρευτών προκύπτει από τις παρακάτω σχέσεις:

$$Q_{\omega\phi} = \frac{E_{day}}{U_{bat}} \quad (11.29)$$

$$Q_{\omega\phi} = Q_{\max} \times DOD_L \times \beta \quad (11.30)$$

όπου η ονομαστική χωρητικότητα  $Q_{\max}$  που είναι ίση με:

$$\frac{E_{day}}{U_{bat}} = Q_{\max} \times DOD_L \times \beta \Leftrightarrow Q_{\max} = \frac{E_{day}}{U_{bat} \times DOD_L \times \beta} \quad (11.31)$$

Επομένως η ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών (C100) υπολογίζεται ίση με:

$$Q_{\max (C100)} = \frac{45.94KWh}{26 \times 1.85V \times 0.80 \times 0.86} = \frac{45940Wh}{48.1V \times 0.688} \Rightarrow Q_{\max} = 1388Ah$$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει πως για να καλυφθεί η ενέργεια των 45.94KWh χρειάζονται 26 συσσωρευτές χωρητικότητας 1388Ah, συνδεδεμένες σε σειρά. Αυτή η ενέργεια αποδίδεται στη περίπτωση που η εκφόρτιση των συσσωρευτών γίνει σε 100 ώρες (C100).

Στη δική μας περίπτωση, η εκφόρτιση ενδέχεται να πραγματοποιηθεί σε 24 ώρες (C24), επομένως σύμφωνα με το εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρίας, η τάση των συσσωρευτών μειώνεται από 1.85V σε 1.83V, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η απαιτούμενη ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών, η οποία υπολογίζεται παρακάτω:

$$Q_{\max (C24)} = \frac{45.94KWh}{26 \times 1.83V \times 0.80 \times 0.86} = \frac{45940Wh}{47.58V \times 0.688} \Rightarrow Q_{\max} = 1403Ah$$

Ένα ακόμα σημαντικός παράγοντας για την επιλογή της χωρητικότητας των συσσωρευτών είναι και η διάρκεια ζωής, διότι έχει άμεσο αντίκτυπο στο κόστος λειτουργίας του συστήματος. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των συσσωρευτών της Hoppecke OPzS solar.power, μπορούν να πραγματοποιηθούν μέχρι 1500 κύκλοι με βάθος εκφόρτισης 80% κατά τη διάρκεια της ζωής του συσσωρευτή. Για να αυξήσουμε τη διάρκεια ζωής ενός

συσσωρευτή, σύμφωνα με το διάγραμμα (numbers of cycles – depth of discharge) που υπάρχει στο εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρίας, πρέπει να μειώσουμε το βάθος εκφόρτισης.

Επομένως για να αυξήσουμε τη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών, μειώνουμε το βάθος εκφόρτισης σε 60% και υπολογίζουμε τη χωρητικότητα, όπου προκύπτει ίση με:

$$Q_{\max (C24)} = \frac{45.94KWh}{26 \times 1.83V \times 0.60 \times 0.86} = \frac{45940Wh}{47.58V \times 0.5196} \Rightarrow Q_{\max} = 1871.2Ah$$

Σύμφωνα με το διάγραμμα, κατά τη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών μπορούν να πραγματοποιηθούν περίπου 2500 κύκλοι φόρτισης – εκφόρτισης με βάθος εκφόρτισης 60%. Έτσι επιλέγοντας ως βάθος εκφόρτισης το 60% της ονομαστικής χωρητικότητας των συσσωρευτών, παρατείνουμε τη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών κατά 66%

Σημαντική παράμετρος στην τελική επιλογή της ονομαστικής χωρητικότητας του συσσωρευτή είναι και οι απώλειες που έχουμε από το μετατροπέα και του αγωγούς. Ο βαθμός απόδοσης του μετατροπέα (SMA - Sunny Island 5048) είναι ίσος με 95% και των αγωγών 97%. Επομένως η χωρητικότητα (C24) του συσσωρευτή που θα επιλέξουμε με βάθος εκφόρτισης 60% είναι:

$$Q_{\text{τελ. max (C24)}} = \frac{Q_{\max (C24)}}{\beta_{\text{μετατροπέα}} \times \beta_{\text{αγωγών}}} \Rightarrow Q_{\max} = \frac{1871.2Ah}{0.9215} = 2030.60Ah$$

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω ενεργειακές απαιτήσεις, επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν 26 τεμάχια συσσωρευτών τύπου Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900, συνδεδεμένα σε σειρά.

Για την καλύτερη συντήρηση των συσσωρευτών και κατ' επέκταση για την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους, θα εγκατασταθεί το σύστημα AquaGen® premium.top της Hoppecke. Το σύστημα αυτό επαναπληρώνει το νερό, που διασπάται σε αέριο κατά την λειτουργία των συσσωρευτών. Το αέριο αυτό εγκλωβίζεται εντός της συσκευής, συμπυκνώνεται στα τοιχώματα και αφού υγροποιείται επιστρέφει ξανά στους συσσωρευτές. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να αναπληρώνουμε τα υγρά που αεριοποιούνται με αποσταγμένο νερό.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗ Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900	
Όνομαστική Τάση (U <sub>nom</sub> ):	1.85V
Όνομαστική Χωρητικότητα (Q <sub>nom</sub> ):	2900Ah
Βάθος εκφόρτισης (DOD):	80%
Συντελεστής απόδοσης:	86%
Χωρητικότητα (C100 /1.85V):	2900.0Ah
Χωρητικότητα (C50 / 1.85V):	2685.0Ah
Χωρητικότητα (C24 / 1.83V):	2472.0Ah
Χωρητικότητα (C10 / 1.80V):	2150.0Ah
Χωρητικότητα (C5 / 1.77V):	1865.0Ah

Σχήμα 11.38 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του συσσωρευτή Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ 26x(Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900)	
Συνδεσμολογία:	Σε σειρά
Όνομαστική Τάση (U <sub>nom</sub> ):	48.10V
Όνομαστική Χωρητικότητα (Q <sub>nom</sub> ):	2170Ah
Βάθος εκφόρτισης (DOD):	80%
Συντελεστής απόδοσης:	86%
Χωρητικότητα (C100 /48.10V):	2900.0Ah
Χωρητικότητα (C50 / 48.10V):	2685.0Ah
Χωρητικότητα (C24 / 47.58V):	2472.0Ah
Χωρητικότητα (C10 / 46.80V):	2150.0Ah
Χωρητικότητα (C5 / 46.02V):	1865.0Ah

Σχήμα 11.39 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες της συστοιχίας των συσσωρευτών

## 11.6.6 Ρυθμιστής Φόρτισης Συσσωρευτών

### 11.6.6.1 Επιλογή του Ρυθμιστή Φόρτισης

Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι το τμήμα εκείνο του συστήματος, το οποίο φροντίζει να πραγματοποιείτε η φόρτιση των συσσωρευτών με ορθό τρόπο και να τις προστατεύει από υπερφορτίσεις και υπερεκφορτίσεις.

Σε περιπτώσεις που ο συσσωρευτής έχει φτάσει στη μέγιστη κατάσταση φόρτισης τότε ο ρυθμιστής διακόπτει την διαδικασία της φόρτισης, ώστε να αποφευχθεί η υπέρταση στον συσσωρευτή, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των ορίων φόρτισης του (SOC - State of Charge). Ταυτόχρονα, στη διαδικασία εκφόρτισης του συσσωρευτή, ο ρυθμιστής ελέγχει ώστε να αποφευχθούν οι συνέπειες της υπερεκφόρτισης, εξαιτίας των οποίων μειώνεται η διάρκεια ζωής των συσσωρευτών.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι να διαθέτει ανιχνευτή MPP, διότι το σημείο λειτουργίας μια φ/β συστοιχίας, σύμφωνα με τη χαρακτηριστική καμπύλη του, καθορίζεται από την τάση της μπαταρίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα φ/β πλαίσια να μην λειτουργούν πάντα στο μέγιστο σημείο λειτουργίας (Maximum Power Point Tracking - MPP) και να μην γίνεται η βέλτιστη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο ανιχνευτής MPP σε τακτά χρονικά διαστήματα, παρακολουθεί το ρεύμα και τη τάση από την χαρακτηριστική καμπύλη της φ/β συστοιχίας και καθορίζει την ισχύ του MPP, με αποτέλεσμα να λαμβάνετε κάθε φορά η βέλτιστη ισχύ από τα φ/β πλαίσια, προσαρμόζοντας την τάση φόρτισης της μπαταρίας.

Οι τύποι ρυθμιστών φόρτισης που περιλαμβάνουν ανιχνευτή MPP λειτουργούν πάντα στο μέγιστο σημείο λειτουργίας της Φ/Β συστοιχίας, ανεξάρτητα με το τύπο του φ/β πλαισίων με τα οποία αποτελείται. Αν και είναι ακριβότεροι, συνήθως προτιμούνται για χρήση σε μεγάλα αυτόνομα συστήματα λόγω της μεγάλης απόδοσης τους και λόγω εξοικονόμησης κόστους από τα Φ/Β πλαίσια.

Αντίθετα οι τύποι ρυθμιστών φόρτισης που δεν περιλαμβάνουν ανιχνευτή MPP, για να πετύχουν υψηλό βαθμό απόδοσης, συνεργάζονται μό  $\sigma$  με φ/β πλαίσια (συνήθως μονοκρυσταλλικά), που προορίζονται για αυτόνομα συστήματα και το μέγιστο σημείο λειτουργίας τους συμπίπτει με την τάση φόρτισης των συσσωρευτών. Το κόστος αυτών των φ/β πλαισίων είναι πολύ ακριβότερο από τα αντίστοιχα συμβατικά, τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε με τους ρυθμιστές φόρτισης με ανιχνευτή MPP. Για αυτό και προτιμούνται σε μικρότερες εφαρμογές, όπως σε συστήματα αυτόνομου εξωτερικού φωτισμού, αντλίες νερού κ.α., όπου χρησιμοποιούμε μικρής ισχύος φ/β πλαίσια.

Στην περίπτωση του αυτόνομου συστήματος που σχεδιάζουμε, η φόρτιση των συσσωρευτών θα πραγματοποιείται με την χρήση αυτόνομου μετατροπέα, ο οποίος θα τροφοδοτείται από το δίκτυο που έχει δημιουργηθεί από τους αντιστροφείς (SMA - Sunny Boy 5000TL-20). Επομένως θα πρέπει να εξετάσουμε τμηματικά το ρυθμιστή φόρτισης του αυτόνομου μετατροπέα που θα επιλεγεί για να καλύψει τις ανάγκες του συστήματος μας.

Η επιλογή του ρυθμιστή φόρτισης, γίνεται εξετάζοντας ορισμένα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

- Στην είσοδο του, στην οποία συνδέεται η φ/β γεννήτρια, εξετάζουμε τη μέγιστη ισχύ, τη μέγιστη τάση DC (τάση που επιβάλλεται στα πλαίσια), το μέγιστο Φ/Β ρεύμα και βέλτιστο εύρος τιμών τάσης MPP της φ/β συστοιχίας.

- Στην έξοδό του, στην οποία συνδέεται η συστοιχία των συσσωρευτών, μας ενδιαφέρει η ονομαστική τάση της συστοιχίας και το μέγιστο ρεύμα φόρτισης της.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν μας απασχολούν τα χαρακτηριστικά της εισόδου του ρυθμιστή φόρτισης διότι δεν συνδέεται απευθείας με την φ/β συστοιχία, αλλά με τους αντιστροφείς DC-AC, όπου δέχεται τάση 230V με συχνότητα 50Hz. Αντίθετα τα χαρακτηριστικά της εξόδου του ρυθμιστή φόρτισης, θα πρέπει να ταιριάζει με την ονομαστική τάση 48V της συστοιχίας και το μέγιστο ρεύμα φόρτισης της

$$I_{10} = \frac{C_{10}}{T} = \frac{2150Ah}{10h} = 215A.$$

Επειδή το αυτόνομο σύστημα, λόγω μεγάλης ισχύος, θα σχεδιαστεί να λειτουργεί με τρεις φάσεις, θα εγκατασταθεί τουλάχιστον ένας αυτόνομος μετατροπέας ανά φάση, εφόσον καλύπτει τις απαιτήσεις του συστήματος σε ισχύ. Επομένως στη περίπτωση που τοποθετηθεί ένας αυτόνομος μετατροπέας σε κάθε φάση, το μέγιστο ρεύμα φόρτισης των συσσωρευτών θα μοιραστεί ανάλογα σε κάθε ένα από αυτούς, δηλαδή

$$I_{10} = \frac{C_{10}}{T \times N_{inv}} = \frac{2150Ah}{10h \times 3inv} = 71,66A.$$

### 11.6.7 Αυτόνομος μετατροπέας DC/AC

Ο αυτόνομος μετατροπέας, είναι το τμήμα του αυτόνομου συστήματος, το οποίο δέχεται στην είσοδό του συνεχή τάση και παράγει στην έξοδό του σταθερή ηλεκτρική τάση 230V και συχνότητας 50Hz. Έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί και αντίστροφα δηλαδή να δέχεται εναλλασσόμενο ρεύμα και να παράγει συνεχές, έτσι ώστε να πραγματοποιείτε η φόρτιση των συσσωρευτών. Επίσης υπάρχουν αυτόνομοι μετατροπείς που έχουν την δυνατότητα όταν αντιληφθούν ότι δεν είναι επαρκής η ενέργεια των φ/β πλαισίων και έχουν εκφορτιστεί οι συσσωρευτές, να πραγματοποιούν φόρτιση των συσσωρευτών, δίνοντας εντολή εκκίνησης σε κάποια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, με την οποία έχουν συνδεθεί.

#### 11.6.7.1 Επιλογή του αυτόνομου μετατροπέα

Για την επιλογή του κατάλληλου, για το σύστημα μας, αυτόνομου μετατροπέα, πρέπει να εξετάσουμε τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Στην είσοδό DC εξετάζουμε την ονομαστική τάση της συστοιχίας των συσσωρευτών, το μέγιστο ρεύμα φόρτισης τους (όταν λειτουργούν σαν φορτιστές) καθώς και το εύρος τιμών της τάσης.

- Στην είσοδο AC (γεννήτρια) δίνουμε προσοχή στην τάση και συχνότητα εισόδου (230V, 50Hz) και στο εύρος τιμών τους.
- Τέλος, στην έξοδο AC (καταναλωτής) μας ενδιαφέρει η ονομαστική τάση και συχνότητα AC (230V, 50Hz), το εύρος τιμών τους, η συνεχής ισχύς AC (είναι η ισχύς με την οποία μπορούν να καλύψουν ένα φορτίο συνεχώς) και η ισχύς υπερφόρτισης (είναι η ισχύς που μπορούν να δώσουν για μικρά χρονικά διαστήματα και απαιτείται για την εκκίνηση των ηλεκτρικών συσκευών).

Επίσης μερικά από τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ο αυτόνομος μετατροπέας που θα επιλεγεί να εγκατασταθεί, είναι η όσο το δυνατόν καλύτερη απόδοση μετατροπής ακόμα και όχι κάτω από πλήρες φορτίο, η υψηλή ικανότητα υπερφόρτωσης στην έναρξη, η ανοχή απέναντι στις διακυμάνσεις της τάσης της μπαταρίας, η προστασία από βραχυκυκλώματα και υπερτάσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω καθώς και τις ανάγκες του συστήματος μας, θα εγκατασταθεί σε κάθε φάση του συστήματος μας, ένας αυτόνομος μετατροπέας Sunny Island 5048 της εταιρεία SMA.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ INVERTER (OFF- GRID) SMA - Sunny Island 5048	
Τιμές Εξόδου AC (Καταναλωτής)	
Ονομαστική Τάση AC:	230V
Ονομαστική Συχνότητα:	50Hz / 60Hz
Ισχύς Διαρκείας AC στους 25οC / 45οC:	5000W-4000W
Ονομαστικό Ρεύμα AC:	21.7A
Μετατόπιση Φάσης (συνφ):	-1 έως +1
Τιμές Εισόδου AC (Γεννήτρια ή Δίκτυο)	
Τάση Εισόδου:	230V
Συχνότητα Εισόδου:	50Hz / 60Hz
Μέγιστο Ρεύμα Εισόδου:	56A
Μέγιστη Ισχύς Εισόδου:	12.8kW
Συσσωρευτής Εισόδου DC	
Τάση Συσσωρευτή (περιοχή):	48V (41V-63V)
Μέγιστο Ρεύμα Φόρτισης Συσσωρευτή:	120A
Ρεύμα Διαρκούς Φόρτισης στους 25οC:	100A
Τύπος Συσσωρευτή:	Pb, NiCd
Χωρητικότητα:	100 - 10000Ah
Βαθμός Απόδοσης:	95.0%
Ιδιοκατανάλωση χωρίς φορτίο/αναμονή:	25W / 4W

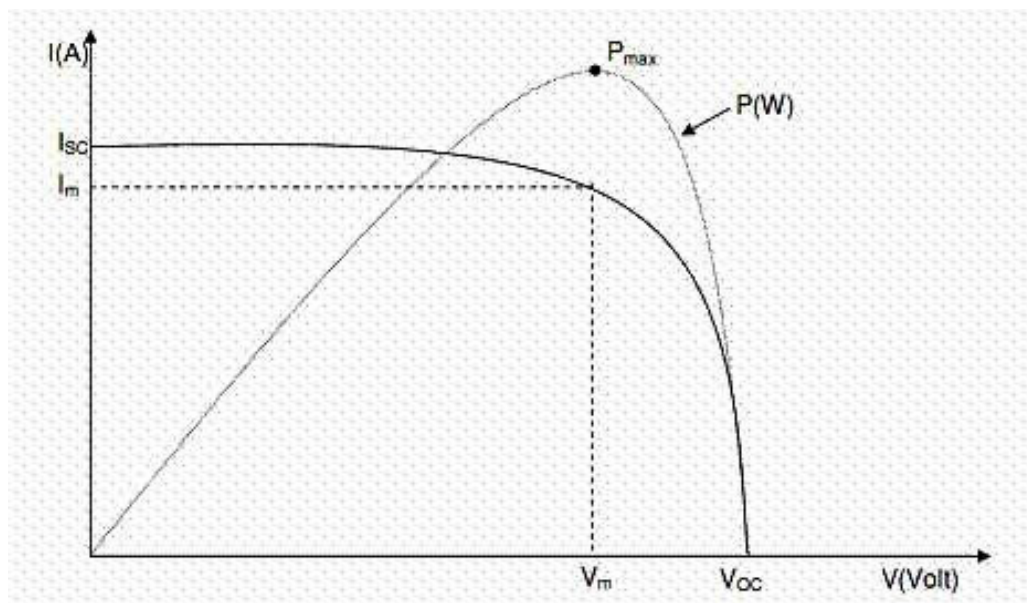
Σχήμα 11.40 – Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του αυτόνομου μετατροπέα SMA Sunny Island 5048.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του μετατροπέα εμφανίζονται στον παραπάνω πίνακα. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι' υπάρχουν τα πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά του μετατροπέα, όπως και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υπόλοιπου εξοπλισμού του συστήματος.

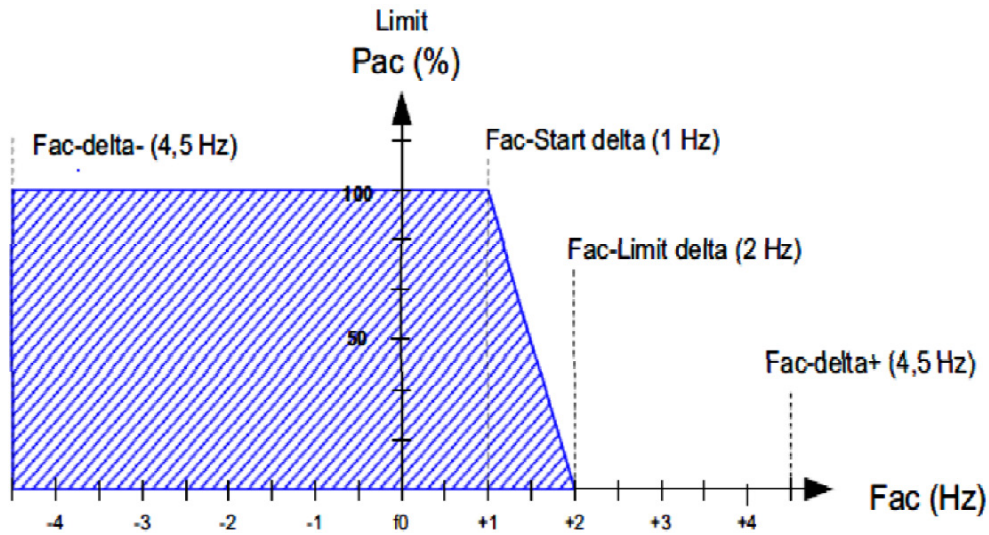
### 11.6.7.2 Συνεργασία αυτόνομου μετατροπέα - αντιστροφέα

Ένα επιπλέον σημαντικό χαρακτηριστικό του μετατροπέα αυτού είναι ότι μπορεί να περιορίσει την ισχύ εξόδου του, κάτι που ενδεχομένως να χρειαστεί όταν οι μπαταρίες είναι πλήρως φορτισμένες και η διαθέσιμη ισχύς από τη φ/β συστοιχία υπερβαίνει την ισχύ που απαιτείται από τα φορτία. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η υπερφόρτιση της μπαταρίας από την πλεονάζουσα ενέργεια.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορεί να γίνει αυτό είναι να μπορούν να συνεργαστούν ο κύριος μετατροπέας (Sunny Island) με το μετατροπέα των φωτοβολταϊκών (Sunny Boy) μέσω της μεταβολής της συχνότητας. Στην περίπτωση αυτή ο κύριος μετατροπέας αναγνωρίζει την κατάσταση μέσω της τάσης της μπαταρίας και μεταβάλλει τη συχνότητα στην AC πλευρά. Την αλλαγή αυτή της συχνότητας την αντιλαμβάνεται ο Sunny Boy, και όταν η τιμή της ξεπεράσει μία ορισμένη τιμή (Fac - Start delta), μειώνει ανάλογα την ισχύ εξόδου του. Αυτό γίνεται γιατί όταν αυξάνεται η συχνότητα, για να παραμείνει σταθερός ο λόγος  $V/f$  πρέπει ταυτόχρονα να αυξηθεί και η τάση. Από τη χαρακτηριστική καμπύλη I-V ενός φωτοβολταϊκού παρατηρούμε ότι μικρή αύξηση της τάσης συνεπάγεται μεγάλη μείωση του ρεύματος και επομένως μείωση της ισχύος. Το ίδιο φαίνεται και από την καμπύλη P-V.



Σχήμα 11.41 – Καμπύλη I-V & P-I φωτοβολταϊκού πλαισίου



Σχήμα 11.42 – Έλεγχος της ισχύος με μεταβολή της συχνότητας

Όπου  $f_0$  είναι η ονομαστική συχνότητα του συστήματος (50Hz). Όταν η συχνότητα δε βρίσκεται μέσα στα όρια (Fac-delta-) και (Fac-delta+), ο Sunny Boy αποσυνδέεται. Ενώ μεταξύ των ορίων Fac-Start delta και Fac-limit delta συμβαίνει ο έλεγχος της ισχύος με τη μεταβολή της συχνότητας.

Επίσης σε περίπτωση που οι μπαταρίες δεν είναι γεμάτες, ο Sunny Island ελέγχει εάν η ισχύς των πλαισίων είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από το φορτίο και μεταφέρει ενέργεια για τη φόρτιση των μπαταριών ή από τις μπαταρίες προς το φορτίο αντίστοιχα.

Στην περίπτωση που στο σύστημα μας χρησιμοποιείτε H/Z ως εξωτερική πηγή ενέργειας, το H/Z επιβάλλει τη συχνότητά του (50Hz) στο σύστημα. Όπως φαίνεται στην παραπάνω γραφική παράσταση στα 50Hz ο Sunny Boy μεταφέρει στο σύστημα το 100% της ισχύος του. Έτσι ακόμη και όταν το H/Z είναι σε λειτουργία ο φ/β μετατροπέας δίνει τη συνολική του ισχύ. Ωστόσο πριν συνδεθεί το H/Z, ο Sunny Island αυξάνει προσωρινά τη συχνότητα ώστε να αποσυνδεθεί ο Sunny Boy και στη συνέχεια συγχρονίζεται με το H/Z.

### 11.6.8 Ηλεκτροπαραγωγή ζεύγος

Για την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της εγκατάστασης, κρίνεται απαραίτητη η σύνδεση ενός βοηθητικού ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους στην είσοδο εξωτερικής πηγής που διαθέτει ο αυτόνομος μετατροπέας, επειδή το σύστημα μας έχει σχεδιαστεί να έχει ενεργειακή αυτονομία για μία ημέρα και είναι πολύ πιθανόν να υπάρξουν κάποιες ημέρες παρατεταμένης συννεφιάς, με αποτέλεσμα οι συσσωρευτές να μην μπορούν να καλύψουν τις

ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε Η/Ζ, τα οποία λειτουργούν με πετρέλαιο ή βενζίνη.

Τα πλεονεκτήματα που έχουν οι ηλεκτρογεννήτριες πετρελαίου σε σχέση με αυτές της βενζίνης είναι τα εξής:

- Χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου
- Χαμηλότερη τιμή πώλησης πετρελαίου κίνησης
- Υψηλότερη απόδοση - ροπή
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία
- Μεγαλύτερη ανθεκτικότητα
- Μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
- Μεγαλύτερα διαστήματα προγραμματισμένων συντηρήσεων

Επομένως με βάση τα παραπάνω θα κινηθούμε να επιλέξουμε ηλεκτρογεννήτρια πετρελαίου για τις ανάγκες του συστήματός μας.

#### 11.6.8.1 Επιλογή ηλεκτροπαράγωγου ζεύγους

Για να υπολογίσουμε την ισχύ του Η/Ζ, έχουμε ως δεδομένο να μπορεί να καλύψει το φορτίο όταν οι μπαταρίες αδειάσουν. Η μέγιστη ζήτηση ισχύς παρατηρείται στους μήνες Μαΐο έως Σεπτέμβρη, σύμφωνα με τον υπολογισμό των φορτίων στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ', και είναι ίση με 17,265KW. Είναι σύνηθες, για τη διαστασιολόγηση των γεννητριών να χρησιμοποιούμε  $\cos\varphi=0.8$ , οπότε η φαινόμενη ισχύς ενός Η/Ζ που θα καλύψει αυτή τη

$$\text{ζήτηση ισχύς υπολογίζετε } S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{17.265}{0.8} = 21.58KVA.$$

Επίσης το Η/Ζ που θα επιλέξουμε πρέπει να έχει ισχύ, ικανή να φορτίσει τους συσσωρευτές πλήρως σε 10 ώρες. Ο ρυθμός φόρτισης  $C_{10}$  για την συστοιχία των συσσωρευτών του συστήματός μας, έχει ρεύμα φόρτισης  $I_{10} = \frac{C_{10}}{T} = \frac{2150Ah}{10h} = 215A$ . Η συστοιχία των μπαταριών είναι 48V και αποτελείται από 26 στοιχεία των 1.85V. Κάθε στοιχείο της φορτίζει περίπου στα 2.2V άρα για την πλήρη φόρτιση της συστοιχίας απαιτείται τάση.  $U_{\varphi.συστ.Συσσ} = U_{\varphi.Συσσ} \times N_{\Sigma\varphi} = 2,2V \times 26τεμ = 57,2V$ . Οπότε, η ισχύς που χρειάζεται για τη φόρτιση των συσσωρευτών σε 10h υπολογίζεται:

$$P_{\varphi.συστ.Συσσ} = U_{\varphi.συστ.Συσσ} \times I_1 = 57,2V \times 215A = 12.298kW \text{ και φαινόμενη ισχύς ίση με}$$

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{12.298}{0.8} = 15.373KVA.$$

Επομένως, το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος που θα επιλέξουμε να εγκατασταθεί και πληρεί τις προϋποθέσεις που προαναφέραμε είναι το μοντέλο Kumatsu GP25000MA 230/400V, το οποίο λειτουργεί με Diesel, είναι αθόρυβο και διαθέτη μίζα εκκίνησης.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του Η/Ζ εμφανίζονται στον παραπάνω πίνακα. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' υπάρχουν τα πλήρης τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, όπως και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υπόλοιπου εξοπλισμού του συστήματος.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΗΛΕΚΤΡ. ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ KUMATSU GP25000MA 25KW	
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Γεννήτριας	
Ονομαστική Τάση AC:	230V / 400V
Ονομαστική Συχνότητα:	50Hz / 60Hz
Συνεχόμενη απόδοση (50Hz):	23kW
Μέγιστη απόδοση (50Hz):	25kW
AVR Σταθεροποιητής τάσης:	Ναι
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Κινητήρα	
Εκκίνηση:	Με μίζα
Κυβισμός:	3760c.c.
Στροφές λειτουργίας:	1500/λεπτό
Κατανάλωση καυσίμου (Diesel):	4L / ώρα
Χωρητικότητα ντεπόζιτου:	100L
Λειτουργία (ώρες/ντεπόζιτο):	25-28

Σχήμα 11.43 – Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους Kumatsu GP25000MA

## 11.7 Διαστασιολόγηση καλωδίων - αγωγών

### 11.7.1 Επιλογή τύπου αγωγών σύνδεσης

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού ενός αυτόνομου συστήματος είναι η επιλογή του τύπου των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν..

Οι αγωγοί που θα εγκατασταθούν μεταξύ της ανεμογεννήτριας και του ρυθμιστή φόρτισης, καθώς και μεταξύ των φωτοβολταϊκών συστοιχιών με τους inverters και τους αυτόνομους μετατροπείς θα είναι τύπου H07RN-F (NSH ου) ή ομοίων χαρακτηριστικών και προδιαγραφών π.χ. OLFLEX SOLAR XLR, FlexiSun, TECSUN, TECWIND κτλ.

Οι αγωγοί τύπου H07RN-F είναι υπερέυκαμπτοι αγωγοί κλάσεως 5 με μόνωση και μανδύα από ελαστικό υψηλής αντοχής, ονομαστικής τάσης 450/750V, σύμφωνα με τις προδιαγραφές NFC 32-102-4, HD 22-4, IEC 60245-4 type 66.

Το είδος αυτού του καλωδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες με μεγάλες μηχανικές καταπονήσεις, σε βαριές συσκευές, σε χώρους ξηρούς και υγρούς, αγροτικούς,



υποκειμένου σε πυρκαγιά, σε εκρήξεις στο ύπαιθρο καθώς και μέσα σε νερό για βιομηχανική χρήση. Το είδος αυτού του καλωδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης και για σταθερή εγκατάσταση.



Σχήμα 11.44 – Αγωγοί τύπου H07RN-F

### 11.7.2 Επιλογή της διατομής των αγωγών

Η διατομή των αγωγών πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε, η θερμοκρασία στην οποία θα φθάνουν οι αγωγοί κατά τη λειτουργία τους, να μην υπερβαίνει τα όρια εκείνα, πάνω από τα οποία θα μπορούσε να προκληθεί βλάβη στη μόνωση τους.

Για να μην εμφανιστεί υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας λειτουργίας των αγωγών, η διατομή πρέπει να επιλέγεται έτσι, ώστε το μέγιστο προβλεπόμενο ρεύμα που θα διέρχεται από τον αγωγό, να είναι μικρότερο ή ίσο προς το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα του αγωγού, λαμβάνοντας υπόψη τους σχετικούς πίνακες του HD384.

Επίσης στην επιλογή διατομής των αγωγών, που θα χρησιμοποιηθούν για την λειτουργία του συστήματος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η πτώση τάση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 1% της ονομαστικής τάσης λειτουργίας του αγωγού.

#### 11.7.2.1 Σύνδεση Φ/Β συστοιχίας – Αντιστροφέα DC/AC (Sunny Boy)

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση κάθε φ/β συστοιχία με τον αντιστροφέα dc/ac θα είναι τύπου OLFLEX SOLAR XLR, ιδανικό για φ/β εγκαταστάσεις και για συνθήκες με θερμοκρασία λειτουργίας στους -40 έως +120°C και ονομαστικές τάσεις λειτουργίας σε DC  $U_0/U$  900/1500V.

Η διατομή των αγωγών θα επιλεγθεί λαμβάνοντας υπόψη τη διατομή των αγωγών εξόδου (4mm<sup>2</sup>) των φ/β πλαισίων που επιλέχθηκαν, το ρεύμα βραχυκύκλωσης της συστοιχίας I<sub>SC</sub>=8.34A και με θερμοκρασία λειτουργίας στους 70°C, σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 με επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως 1% της ονομαστικής τάσης της συστοιχίας.

Στη περίπτωση μας θα εξετάσουμε αγωγό με διατομή 4mm<sup>2</sup>, ίση με αυτή των αγωγών εξόδου των πλαισίων. Το μέγιστος μήκος του καλωδίου που απαιτείται από τη μια άκρη της συστοιχίας μέχρι την είσοδο του αντιστροφέα εκτιμάται στα 4m. Οι αγωγοί πριν καταλήξουν στον inverter, θα περάσουν από πίνακα με τις ανάλογες διατάξεις ασφαλείας και προστασίας.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, δύο φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής 4mm<sup>2</sup>, σύμφωνα με τον πίνακα 52-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 42A. Από τον πίνακα 52-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με 70°C, είναι 0.58. Από τον πίνακα 52-E1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση δύο κυκλωμάτων επιτοίχια τοποθετημένων γυμνά ή σε σωλήνα είναι 0.80. Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 42 \times 0.58 \times 0.80 \Rightarrow I = 19.49 A$$

Έτσι όπως προκύπτει η ένταση του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος αγωγού με διατομή 4mm<sup>2</sup> είναι ίση με 19.49A και είναι μεγαλύτερη από το ρεύμα βραχυκυκλώματος της φ/β συστοιχίας I<sub>SC</sub>=8.34A, επομένως η διατομή των 4mm<sup>2</sup> είναι αποδεκτή.

Από τα ηλεκτρολογικά σχέδια που υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ', το μέγιστο μήκος του αγωγού τύπου OLFLEX SOLAR XLR, που θα χρησιμοποιηθεί για την σύνδεση κάθε φ/β συστοιχίας με τον αντίστοιχο αντιστροφέα DC/AC εκτιμάτε στα 2m.

Επομένως η πτώση τάση που εμφανίζεται σε αγωγό διατομή S=4mm<sup>2</sup> και μήκους ℓ=2m υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\Delta U = 2\rho \cdot \frac{I \cdot \ell}{S} \quad (11.32)$$

όπου

ρ : η ειδική αντίσταση του χαλκού (0,0168 Ω mm<sup>2</sup>/m στους 20°C και 0,0219 Ω mm<sup>2</sup>/m στους 70°C).

I : το ρεύμα βραχυκυκλώματος I<sub>SC</sub> της στοιχειοσειράς

οπότε έχουμε:

$$\begin{aligned}\Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0219 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times \frac{8.34 \text{A} \times 4 \text{m}}{4 \text{mm}^2} = \\ &= 0.0438 \times 8.34 = 0.37 \text{V}\end{aligned}$$

συνεπώς για τάση μέγιστης ισχύος  $U_m (+70^\circ\text{C}) = 288.16 \text{V}$ , έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = \frac{0.365 \text{V}}{288.16 \text{V}} = 0.127\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 288.16 \text{V} \times 1\% \Rightarrow \Delta U < 2.881 \text{V}$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι αγωγός με διατομή  $4 \text{mm}^2$  είναι αποδεκτός για τη σύνδεση των συστοιχιών με τους αντιστροφείς.

#### 11.7.2.2 Σύνδεση Αντιστροφέα DC/AC (Sunny Boy) – Υποπίνακα AC

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον αντιστροφέα dc/ac μέχρι τον υποπίνακα θα είναι τύπου H07RN-F 3G με διατομή που θα ληφθεί σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα που υπάρχει στο εγχειρίδιο εγκατάστασης του επιλεγμένου αντιστροφέα DC/AC (SMA - Sunny Boy 5000TL-20)

Διατομή αγωγού	Μέγ. μήκος αγωγού		
	SB 3000TL-20	SB 4000TL-20	SB 5000TL-20
4,0 mm <sup>2</sup>	23,5 m	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται
6,0 mm <sup>2</sup>	35,2 m	23,3 m	18,6 m
8,0 mm <sup>2</sup>	47 m	31,1 m	24,8 m
10,0 mm <sup>2</sup>	58,7 m	38,8 m	31,1 m

Σχήμα 11.45 – Πίνακας διαστασιολόγηση αγωγών σύνδεσης αντιστροφέα Sunny Boy 5000TL-20 – πίνακα AC

Από τα ηλεκτρολογικά σχέδια που υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ', το μέγιστο μήκος του καλωδίου H07RN-F 3G που θα χρησιμοποιηθεί για την σύνδεση του πιο απομακρυσμένου αντιστροφέα DC/AC με τον υποπίνακα AC εκτιμάτε στα 12m και λαμβάνοντας υπόψη τον παραπάνω πίνακα, η διατομή των αγωγών θα είναι  $6 \text{mm}^2$ .

### 11.7.2.3 Σύνδεση Υποπίνακα AC – Κεντρικού Πίνακα AC

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον υποπίνακα AC μέχρι το κεντρικός πίνακας AC θα είναι τύπου H07RN-F 5G και η διατομή του θα επιλεγθεί λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα εξόδου του κάθε inverter ανά φάση που ισούται με  $I=22A$  και με θερμοκρασία λειτουργίας στους  $70^{\circ}C$ , σύμφωνα με το  $\rho$  πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 με επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως 1% της ονομαστικής τάσης της συστοιχίας. Το μέγιστος μήκος του καλωδίου που απαιτείται για την σύνδεση του υποπίνακα AC μέχρι το κεντρικός πίνακας εκτιμάται στα 22m και η όδευση του θα πραγματοποιηθεί στο εδάφους εντός διαμορφώσιμου κυματοειδή σωλήνα (spiral).

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για ηλεκτρική γραμμή στο έδαφος με μόνωση ERP, τριών φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής  $10mm^2$ , σύμφωνα με τον πίνακα 52-K3 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 61A. Από τον πίνακα 52-Δ2 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $70^{\circ}C$ , είναι 0.53. Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 61 \times 0.53 \Rightarrow I = 32.33A$$

Έτσι προκύπτει πως η ένταση του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος αγωγού με διατομή  $10mm^2$  είναι ίση με 32.33A και είναι μεγαλύτερη από το μέγιστο ρεύμα εξόδου του κάθε inverter ανά φάση που ισούται με  $I_{\pi}=22A$ , επομένως η διατομή των  $10mm^2$  είναι αποδεκτή.

Η μέγιστη πτώση τάση που εμφανίζεται σε κάθε φάση του καλωδίου, διατομής  $S=10mm^2$  και μήκους  $\ell=22m$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της σχέσης (11.32):

$$\begin{aligned} \Delta U_{\phi} &= 2 \times \rho \times \frac{I_{\phi} \times \ell}{S} = 2 \times 0.0219 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times \frac{22A \times 22m}{10mm^2} = \\ &= 0.0438 \times 48.4 = 2.120V \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega mm^2/m$  στους  $20^{\circ}C$  και  $0,0219 \Omega mm^2/m$  στους  $70^{\circ}C$ ).

$I_{\phi}$  : το ρεύμα ανά φάση

οπότε για  $U_{\phi}=230V$  και θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $70^{\circ}$  έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U_{\phi}}{U_{\phi}} = \frac{2.120V}{230V} = 0.92\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U_{\pi} < U_{\pi} \times 1\% = 400V \times 1\% \Rightarrow \Delta U_{\pi} < 4.00V$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η τριφασική γραμμή τύπου H07RN-F 5G με διατομή 10mm<sup>2</sup> είναι αποδεκτή για τη σύνδεση του υποπίνακα AC και του κεντρικός πίνακας AC.

#### 11.7.2.4 Σύνδεση Αυτόνομου Μετατροπέα (Sunny Island) – Πίνακας AC

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον αντιστροφέα dc/ac μέχρι τον υποπίνακα θα είναι τύπου H07RN-F 3G με διατομή που θα ληφθεί σύμφωνα με το μέγιστο ρεύμα που πιθανόν θα περάσει στον αγωγό κατά τη λειτουργία του αυτόνομου μετατροπέα I=25,04A, σε θερμοκρασία λειτουργίας 50°C, σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 και με επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως 1% της ονομαστικής τάσης της συστοιχίας.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, δύο φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής 16mm<sup>2</sup>, σύμφωνα με τον πίνακα 52-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 91A. Από τον πίνακα 52-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με 50°C, είναι 0.82. Από τον πίνακα 52-E1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση τριών κυκλωμάτων επιτοίχια τοποθετημένων γυμνά ή σε σωλήνα είναι 0.7 (λαμβάνουμε ότι τα καλώδια που συνδέουν τον κεντρικό πίνακα AC με τους τρεις αυτόνομους μετατροπείς θα ομαδοποιηθούν εντός γαλβανισμένης σχάρας). Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 69 \times 0.82 \times 0.7 \Rightarrow I = 39.61A$$

Επομένως επιλογή των αγωγών με διατομή 10mm<sup>2</sup>, λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό κατά την φόρτιση των συσσωρευτών I=25.04A σε θερμοκρασία λειτουργίας 50°C είναι αποδεκτή.

Το μέγιστος μήκος του καλωδίου που απαιτείται από τον κεντρικό πίνακα AC προς τον πιο απομακρυσμένο αυτόνομο μετατροπέα εκτιμάται στα 6m.

Η πτώση τάση που εμφανίζεται σε καλώδιο διατομή S=16mm<sup>2</sup> και μήκους ℓ=6m υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0199 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times \frac{25.04A \times 6m}{10mm^2} = \\ &= 0.0398 \times 15.024 = 0.598V \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ\text{C}$  και  $0,0199 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $50^\circ\text{C}$ ).

$I$  : το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας κατά την φόρτιση των συσσωρευτών

οπότε για τάση ίση με  $48\text{V}$ , έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = 0.598\text{V} / 230\text{V} = 0.26\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 230\text{V} \times 1\% \Rightarrow \Delta U < 2.3\text{V}$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η επιλογή καλωδίου τύπου H07RN-F 3G με διατομή  $10\text{mm}^2$  είναι αποδεκτή για τη σύνδεση του αυτόνομου μετατροπέα (SMA Sunny Island με το κεντρικό πίνακα AC.

#### 11.7.2.5 Σύνδεση Αυτόνομου Μετατροπέα (Sunny Island) – Συστοιχία Συσσωρευτών

Ο σχεδιασμός του αγωγού σύνδεσης των συσσωρευτών με τον αυτόνομο μετατροπέα γίνεται με όσο το δυνατό μικρότερο μήκος. Οι μεγάλοι μήκους αγωγοί και η πολύ μικρή διατομή των αγωγών μειώνουν το βαθμό απόδοσης του συστήματος, καθώς και την αντοχή σε υπερφόρτιση.

Η διατομή των αγωγών θα επιλεγεί λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό κατά την φόρτιση των συσσωρευτών  $I=120\text{A}$  σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^\circ\text{C}$ , σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 και επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως  $1\%$  της ονομαστικής τάσης της συστοιχίας.

Το μέγιστος μήκος του αγωγού που απαιτείται από τον ένα πόλο του συσσωρευτή μέχρι την είσοδο του αυτόνομου μετατροπέα εκτιμάται στα  $3\text{m}$ .

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, δύο φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής  $70\text{mm}^2$ , σύμφωνα με τον πίνακα 5 2-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι  $253\text{A}$ . Από τον πίνακα 5 2-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $50^\circ\text{C}$ , είναι  $0.82$ . Από τον πίνακα 52-E1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση τεσσάρων κυκλωμάτων επιτοίχια τοποθετημένων γυμνά ή σε σωλήνα είναι  $0.65$  (λαμβάνουμε ότι οι αγωγοί που συνδέουν τη συστοιχία των συσσωρευτών με τους τρεις αυτόνομους μετατροπέες καθώς και

με το ρυθμιστή φόρτισης της A/Γ θα ο μδο πιηθούν εντός γαλβανισμένης σχάρας). Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 253 \times 0.82 \times 0.65 \Rightarrow I = 134.85 A$$

Επομένως επιλογή των αγωγών με διατομή  $70 \text{ mm}^2$ , λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό κατά την φόρτιση των συσσωρευτών  $I=120 \text{ A}$  σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^\circ \text{C}$  είναι αποδεκτή.

Η πτώση τάση που εμφανίζεται σε αγωγό διατομή  $S=70 \text{ mm}^2$  και μήκους  $\ell=3 \text{ m}$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0199 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times \frac{120 \text{ A} \times 3 \text{ m}}{70 \text{ mm}^2} = \\ &= 0.0398 \times 5.14 = 0.205 \text{ V} \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ \text{C}$  και  $0,0199 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $50^\circ \text{C}$ ).

$I$  : το μέγιστο ρεύμα φόρτισης των συσσωρευτών

οπότε για τάση ίση με  $48 \text{ V}$ , έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = \frac{0.205 \text{ V}}{48 \text{ V}} = 0.427\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 48 \text{ V} \times 1\% \Rightarrow \Delta U < 0.48 \text{ V}$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η επιλογή καλωδίου τύπου H07RN-F με διατομή  $70 \text{ mm}^2$  είναι αποδεκτή για τη σύνδεση της συστοιχίας των συσσωρευτών με τους αυτόνομους μετατροπείς (Sunny Island). Σημειώνετε πως στους αγωγούς των θετικών πόλων της συστοιχίας των συσσωρευτών παρεμβάλλονται διακόπτες φορτίου.

#### 11.7.2.6 Σύνδεση Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους - Πίνακα H/Z

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος μέχρι τον πίνακα H/Z θα είναι τύπου H07RN-F 5G με διατομή που θα ληφθεί, σύμφωνα με το μέγιστο ρεύμα εξόδου του H/Z ανά φάση  $I_{\phi}=36.23 \text{ A}$ , σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^\circ \text{C}$ , σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 και επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως  $1\%$  της ονομαστικής τάσης λειτουργίας του H/Z.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, τριών φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής  $10\text{mm}^2$ , σύμφωνα με τον πίνακα 5 2-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 60Α. Από τον πίνακα 52-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $50^\circ\text{C}$ , είναι 0.82. Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 60 \times 0.82 \Rightarrow I = 49.2\text{A}$$

Επομένως η επιλογή των αγωγών με διατομή  $10\text{mm}^2$ , λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα εξό δου του Η/Ζ ανά φάση  $I_{\phi}=36.23\text{A}$ , σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^\circ\text{C}$ , είναι αποδεκτή.

Το μέγιστος μήκος του καλωδίου, που απαιτείται από το ηλεκτροπαράγωγο ζεύγος μέχρι το πίνακα Η/Ζ, εκτιμάται στα 8m.

Η πτώση τάση που εμφανίζεται σε καλώδιο διατομή  $S=10\text{mm}^2$  και μήκους  $\ell=8\text{m}$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0199 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times \frac{36.23\text{A} \times 8\text{m}}{10\text{mm}^2} = \\ &= 0.0398 \times 28.98 = 1.153\text{V} \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ\text{C}$  και  $0,0199 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$  στους  $50^\circ\text{C}$ ).

$I$  : το μέγιστο ρεύμα φόρτισης των συσσωρευτών

οπότε για τάση ίση με  $230\text{V}$ , έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = \frac{1.153\text{V}}{230\text{V}} = 0.501\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 230\text{V} \times 1\% \Delta U < 2.3\text{V}$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η επιλογή καλωδίου τύπου H07RN-F 5G με διατομή  $10\text{mm}^2$ , είναι αποδεκτή για τη σύνδεση του ηλεκτροπαράγωγου ζεύγους με το πίνακα Η/Ζ.



### 11.7.2.7 Σύνδεση Πίνακα H/Z – Αυτόνομοι Μετατροπέα (Sunny Island)

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον πίνακα H/Z μέχρι τους αυτόνομους μετατροπείς θα είναι τύπου H07RN-F 3G με διατομή που θα ληφθεί, σύμφωνα με το μέγιστο ρεύμα εξόδου της ηλεκτρογεννήτριας που ισούται με  $I=36,23A$ , σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^{\circ}C$ , σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 και επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως 1% της ονομαστικής τάσης του H/Z.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, δύο φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής  $10mm^2$ , σύμφωνα με τον πίνακα 52-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 69A. Από τον πίνακα 52-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $50^{\circ}C$ , είναι 0.82. Από τον πίνακα 52-E1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση τριών κυκλωμάτων επιτοίχια τοποθετημένων γυμνά ή σε σωλήνα είναι 0.7 (λαμβάνουμε ότι τα καλώδια που συνδέουν τον κεντρικό πίνακα AC με τους τρεις αυτόνομους μετατροπείς θα ομαδοποιηθούν εντός γαλβανισμένης σχάρας). Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 69 \times 0.82 \times 0.7 \Rightarrow I = 39.61A$$

Επομένως η επιλογή των αγωγών με διατομή  $10mm^2$ , λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό  $I=36.23A$  σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^{\circ}C$ , είναι αποδεκτή.

Το μέγιστος μήκος του καλωδίου που απαιτείται από το πίνακα H/Z προς τον πιο απομακρυσμένο αυτόνομο μετατροπέα εκτιμάται στα 6m.

Η πτώση τάση που εμφανίζεται σε καλώδιο διατομή  $S=16mm^2$  και μήκους  $\ell=6m$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0199 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times \frac{36.23A \times 6m}{10mm^2} = \\ &= 0.0398 \times 21.74 = 0.865V \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega mm^2/m$  στους  $20^{\circ}C$  και  $0,0199 \Omega mm^2/m$  στους  $50^{\circ}C$ ).

$I$  : το μέγιστο ρεύμα φόρτισης των συσσωρευτών

οπότε για τάση ίση με 230V, έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = 0.779V / 230V = 0.376\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 230V \times 1\% \Rightarrow \Delta U < 2.3V$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η επιλογή καλωδίου τύπου H07RN-F 3G με διατομή 10mm<sup>2</sup>, είναι αποδεκτή για τη σύνδεση του πίνακα H/Z με τους αυτόνομου μετατροπείς (SMA Sunny Island).

#### 11.7.2.8 Σύνδεση Ανεμογεννήτριας (Whisper 500) – Ρυθμιστή Φόρτισης (Whisper Controller)

Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από την ανεμογεννήτρια μέχρι το ρυθμιστή φόρτισης θα είναι τύπου H07RN-F 3G με διατομή που θα ληφθεί σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα που υπάρχει στο εγχειρίδιο εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Πριν το καλώδιο καταλήξει στο ρυθμιστή φόρτισης, θα περάσει από πίνακα που θα περιλαμβάνει τις ανάλογες διατάξεις ασφαλείας.

Whisper 500 — Controller to Wind Generator Wire Size Table									
Wire Size	System Voltage				Wire Size	System Voltage			
▼	24	36	48	240**	▼	24	36	48	240**
14 AWG	xx	xx	xx	903	14 AWG	xx	xx	xx	xx
12	xx	xx	xx	1442	12	xx	xx	xx	xx
10	xx	xx	xx	2296	10	xx	xx	xx	56
8	xx	xx	145	3637	8	xx	xx	44	89
6	xx	113	226	5653	6	xx	34	69	138
4	90	181	361	9037	4	28	55	110	220
3	114	227	455	11363	3	35	69	139	277
2	143	287	573	14330	2	44	87	175	349
1	183	366	732		1	56	112	223	447
0	227	455	909		0	69	139	277	554
2/0	288	577	1154		2/0	88	176	352	703
3/0	363	726	1452		3/0	111	221	442	885
4/0	459	918	1837		4/0	140	280	560	1120
▲	Distance (Feet)				▲	Distance (Meters)			

Σχήμα 11.46 – Πίνακας διαστασιολόγηση αγωγών σύνδεσης Α/Γ (Whisper 500) – Ρυθμιστή φόρτισης

Από τα ηλεκτρολογικά σχέδια που υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ', το μήκος του καλωδίου H07RN-F 3G που θα χρησιμοποιηθεί μεταξύ της ανεμογεννήτριας και του ρυθμιστή φόρτισης εκτιμάτε στα 27m και λαμβάνοντας υπόψη τον παραπάνω πίνακα, η διατομή των αγωγών θα είναι 8 AWG (American Wire Gauges) δηλαδή 10mm<sup>2</sup> (Ευρωπαϊκά Πρότυπα). Η όδευση του καλωδίου θα πραγματοποιηθεί στο εδάφους εντός γαλβανισμένου σωλήνα.

### 11.7.2.9 Σύνδεση Ρυθμιστή Φόρτισης (Whisper Controller) – Συστοιχία Συσσωρευτών

Με μέγιστη εισερχόμενη DC ισχύ 3200W από την ανεμογεννήτρια (Whisper 5000) μέσω του ρυθμιστή φόρτισης (Whisper Controller) και τάση συσσωρευτή 48V, το μέγιστο ρεύμα φόρτισης που ρέει μέσω του αγωγού σύνδεσης του συσσωρευτή είναι 66.7A. Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον ρυθμιστή φόρτισης (Whisper Controller) μέχρι τους συσσωρευτές θα είναι τύπου H07RN-F.

Η διατομή των αγωγών θα επιλεγθεί λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό κατά την φόρτιση των συσσωρευτών  $I=66.7A$  σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^{\circ}C$ , σύμφωνα με τους πίνακες 52-K1, 52-Δ1 και 52-E1 του ΕΛΟΤ HD384 και επιτρεπόμενη πτώση τάσεως έως 1% της ονομαστικής τάσης της συστοιχίας.

Με βάση τα ηλεκτρολογικά σχέδια και το χώρο που θα εγκατασταθεί ο εξεταζόμενος εξοπλισμός, το μήκος του αγωγού που απαιτείται για την σύνδεση κάθε πόλου υπολογίζεται  $\ell=3.0m$  (κατά προσέγγιση).

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα για επιτοίχια ηλεκτρική γραμμή με μόνωση ERP, δύο φορτιζόμενων μονωμένων αγωγών διατομής  $25mm^2$ , σύμφωνα με τον πίνακα 5 2-K1 του ΕΛΟΤ HD 384 είναι 133A. Από τον πίνακα 5 2-Δ1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος ίση με  $50^{\circ}C$ , είναι 0.82. Από τον πίνακα 52-E1 του ΕΛΟΤ HD 384, ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση τεσσάρων κυκλωμάτων επιτοίχια τοποθετημένων γυμνά ή σε σωλήνα είναι 0.65 (λαμβάνουμε ότι οι αγωγοί που συνδέουν τη συστοιχία των συσσωρευτών με τους τρεις αυτόνομους μετατροπείς καθώς και με το ρυθμιστή φόρτισης της Α/Γ θα ομαδοποιηθούν εντός γαλβανισμένης σχάρας). Επομένως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$I = 133 \times 0.82 \times 0.65 \Rightarrow I = 70.89A$$

Επομένως επιλογή των αγωγών με διατομή  $25mm^2$ , λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο ρεύμα που θα περάσει στον αγωγό κατά την φόρτιση των συσσωρευτών  $I=66,7A$  σε θερμοκρασία λειτουργίας  $50^{\circ}C$  είναι αποδεκτή.

Η πτώση τάση που εμφανίζεται σε αγωγό διατομή  $S=25mm^2$  και μήκους  $\ell=3m$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2\rho \times \frac{I \times \ell}{S} = 2 \times 0.0199 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times \frac{66.7A \times 3m}{25mm^2} = \\ &= 0.0398 \times 8.004 = 0.319V \end{aligned}$$

όπου

$\rho$  : η ειδική αντίσταση του χαλκού ( $0,0168 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ\text{C}$  και  $0,0199 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $50^\circ\text{C}$ ).

$I$  : το μέγιστο ρεύμα φόρτισης των συσσωρευτών

οπότε για τάση ίση με  $48\text{V}$ , έχουμε πτώση τάσεως:

$$\frac{\Delta U}{U_m} = 0.319\text{V}/48\text{V} = 0.664\% \leq 1\% \text{ (ΑΠΟΔΕΚΤΟ)}$$

με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεως:

$$\Delta U < V_m \times 1\% = 48\text{V} \times 1\% \Rightarrow \Delta U < 0.48\text{V}$$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι ο αγωγός τύπου H07RN-F με διατομή  $25\text{mm}^2$  είναι αποδεκτή για τη σύνδεση της συστοιχίας των συσσωρευτών με τον ρυθμιστή φόρτισης (Whisper Controller). Σημειώνετε πως στον αγωγό του θετικού πόλου της συστοιχίας των συσσωρευτών παρεμβάλετε διακόπτης φορτίου.

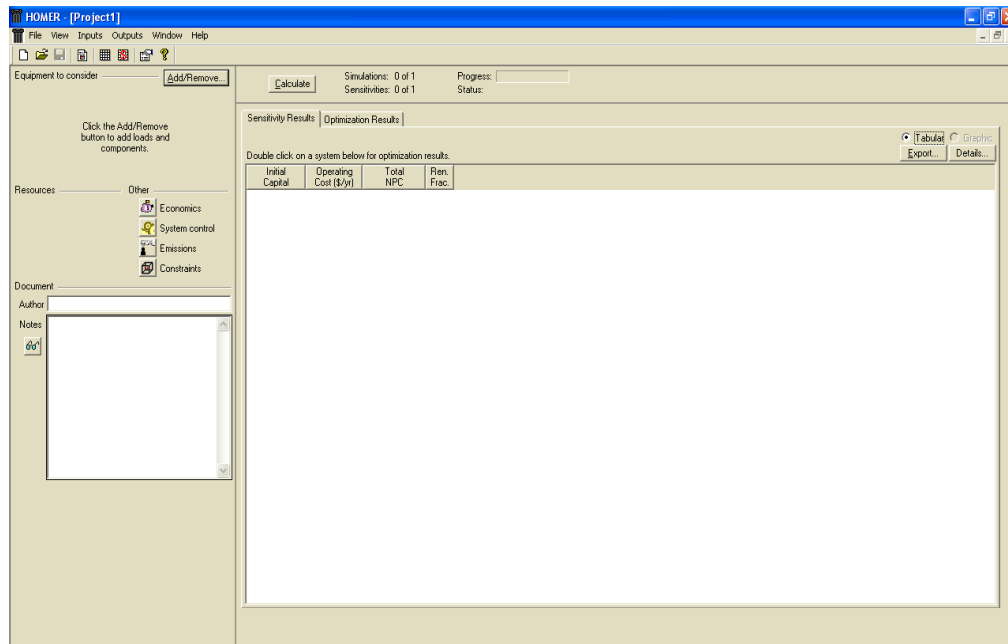
## 11.8 Εκτίμηση κόστους αυτόνομου υβριδικού συστήματος

Ένα από τα σημαντικότερα στάδια μια μελέτης ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος, είναι η εκτίμηση του κόστους της υλοποίησής του. Από το κοστολόγιο που θα προκύψει, το οποίο θα περιλαμβάνει το κόστος του εξοπλισμού καθώς και της εργασίας, θα αξιολογηθεί κατά πόσο είναι οικονομικά εφικτό να προχωρήσει κανείς στην υλοποίηση της κατασκευής και κάτω από ποιές προϋποθέσεις. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ' βρίσκετε μια αναλυτική λίστα με το κόστος του εξοπλισμού και της εργασίας, που απαιτείται για την υλοποίηση του αυτόνομου συστήματος που σχεδιάστηκε παραπάνω, το οποίο εκτιμάται πως θα κοστίσει  $87.892,55 \text{ €}$ .

## 11.9 Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση του αυτόνομου συστήματος

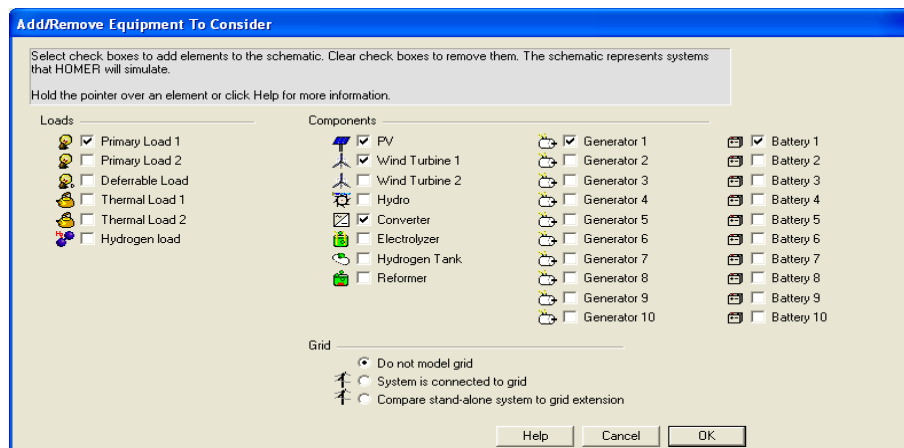
Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση του αυτόνομου υβριδικού συστήματος, θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του λογισμικού Homer (Energy Modeling Software for Hybrid Renewable Energy Systems). Με τη ανάλυση αυτή θα μπορούμε να εκτιμήσουμε και να αξιολογήσουμε κατά πόσο ο σχεδιασμός του συστήματος αντεπεξέρχεται στις απαιτήσεις της κατοικίας και κατά πόσο είναι εφικτό να υλοποιηθεί με γνώμονα το κόστος.

Στην συνέχεια θα αναλύσουμε βήμα προς βήμα, πως γίνεται η χρήση του προγράμματος για να αναλύσουμε ενεργειακά και οικονομικά το αυτόνομο σύστημα που σχεδιάσαμε παραπάνω.



Σχήμα 11.47 – Η επιφάνεια εργασίας του λογισμικού Homer.

Αρχικά θα πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό και το τύπο του συστήματος, που σχεδιάζουμε στην καρτέλα που εμφανίζεται παρακάτω.

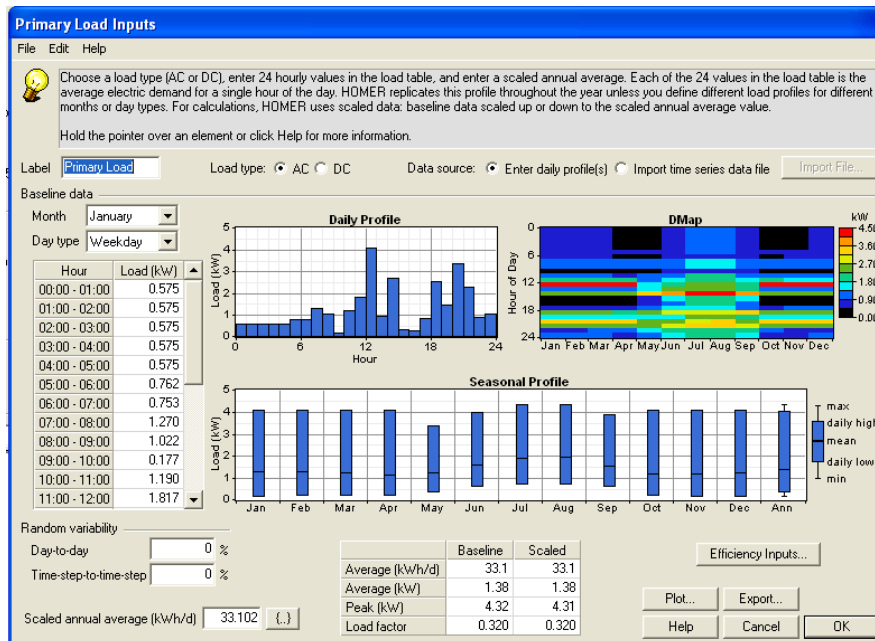


Σχήμα 11.48 – Εισαγωγή εξοπλισμού προς ανάλυση.

Στη συνέχεια, μας ζητείτε να εισάγουμε την μέση ημερήσια ισχύ του φορτίου μας, ανά ώρα, για κάθε μήνα του έτους. Αυτό βέβαια είναι ένα μειονέκτημα του λογισμικού, διότι δεν μπορούμε να εισάγουμε τη μέγιστη τιμή της ισχύος, που θα εμφανιστεί για κάποια χρονική διάρκεια της ώρας, και να εξεταστεί αν η ισχύ των αυτόνομων αντιστροφέων ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις της κατοικίας. Όμως η ισχύ των αυτόνομων αντιστροφέων έχει υπολογιστεί

σε προηγούμενο κεφάλαιο, οπότε και θα εισάγουμε την ισχύ των αντιστροφών που επιλέξαμε.

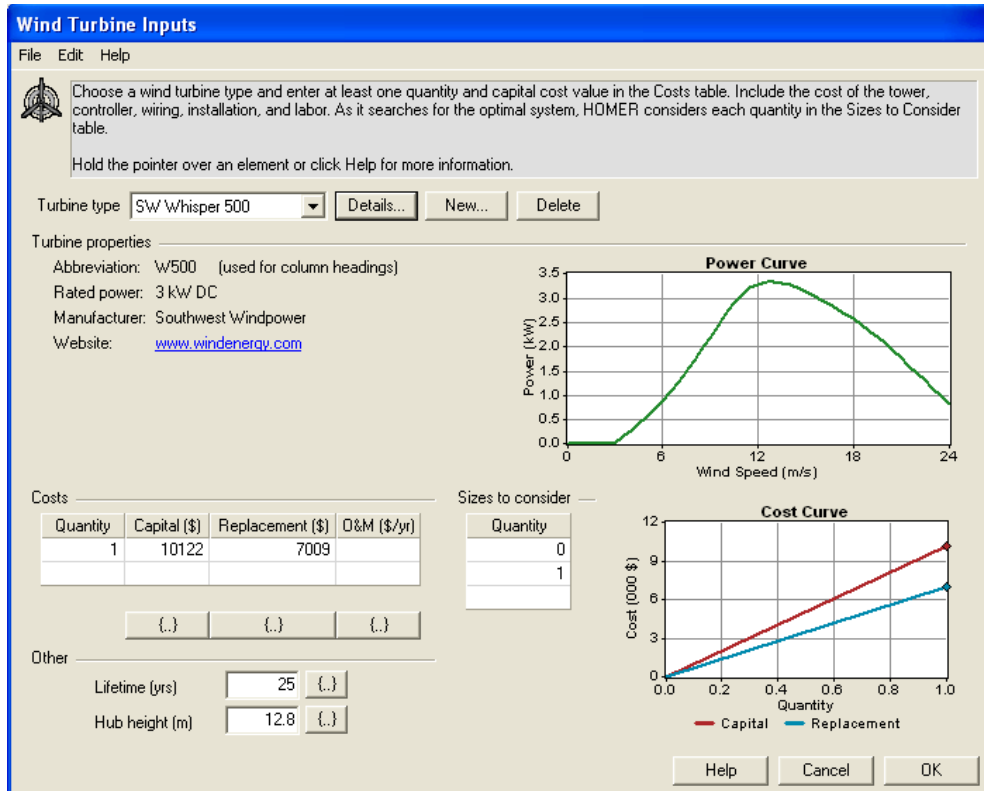
Η εξομοίωση του αυτόνομου συστήματος μέσω του λογισμικού Homer, θα μας βοηθήσει να εξετάσουμε, το σύστημα που σχεδιάσαμε, πως διαχειρίζεται την παραγόμενη ενέργεια από τον ήλιο και τον αέρα για την κάλυψη των καταναλώσεων και κατά πόσο μπορεί να καλύψει την ζήτηση αυτή στη διάρκεια όλου του έτους.



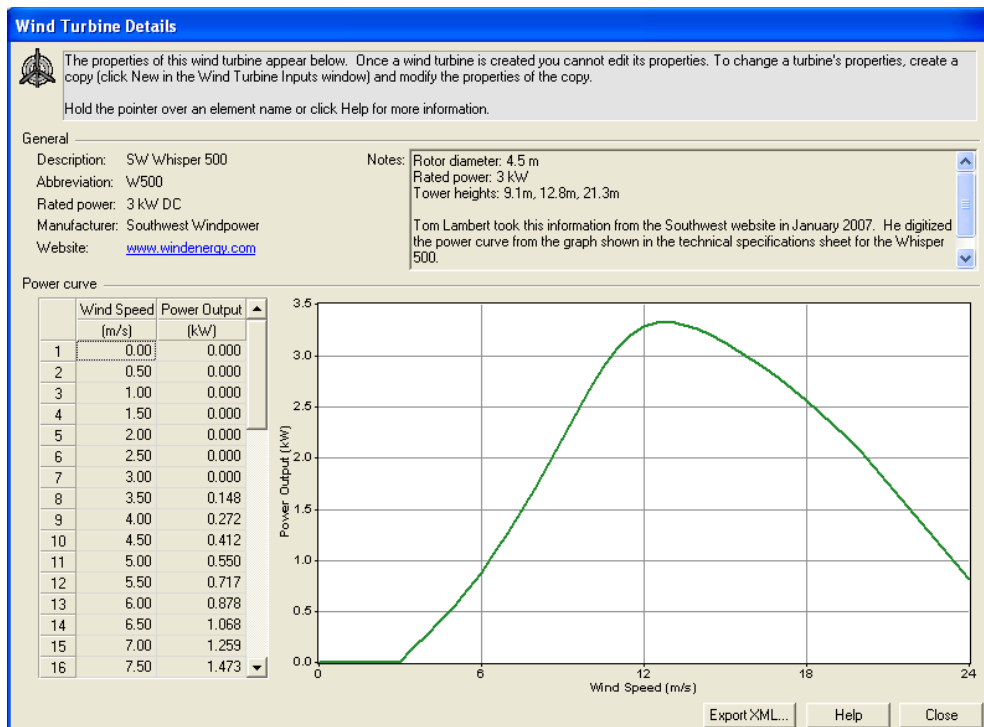
Σχήμα 11.49 – Εισαγωγή των δεδομένων του προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης της κατοικίας.

Η μέση ημερήσια ισχύ που εισάγαμε στη παραπάνω καρτέλα ισοδυναμεί με την ωριαία κατανάλωση του φορτίου σε ενέργεια. Τα δεδομένα αυτά έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο και βρίσκονται σε πίνακα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ'.

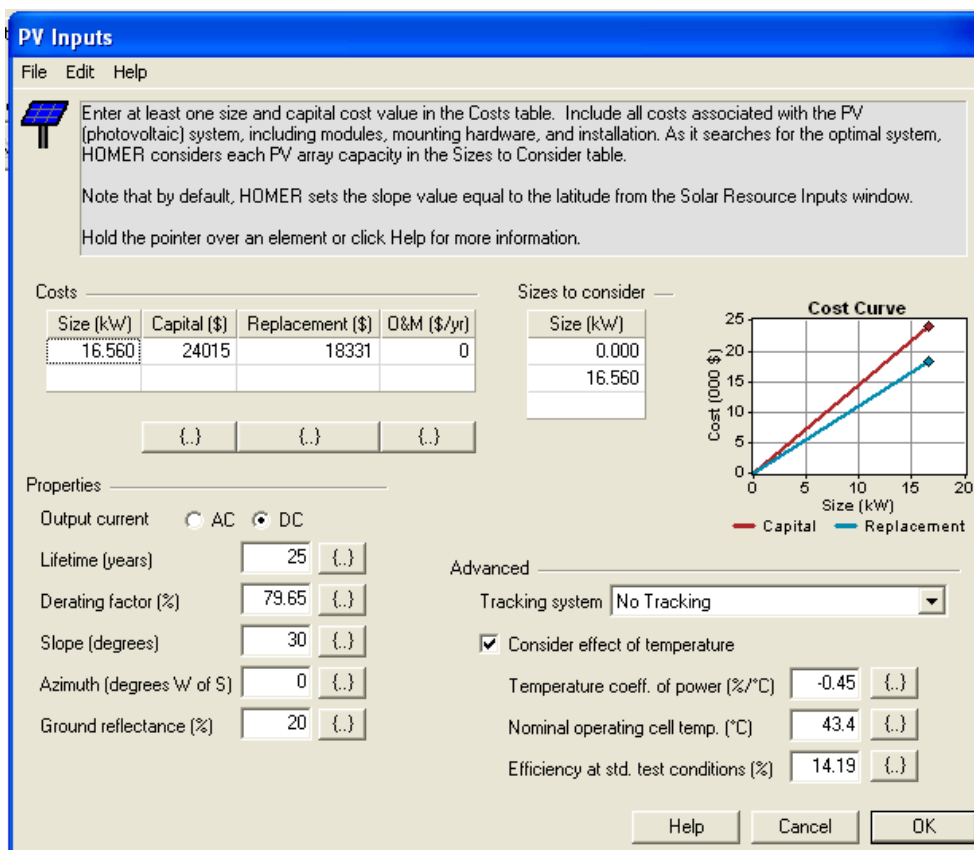
Στην συνέχεια θα εισάγουμε τα βασικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού που επιλέχτηκε, στα προηγούμενα κεφάλαια, στις αντίστοιχες καρτέλες. Πέρα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά θα καταχωρηθούν, η διάρκεια ζωής, το κόστος των επιμέρους τμημάτων του συστήματος, της εγκατάστασης τους, καθώς και το κόστος της συντήρησής τους.



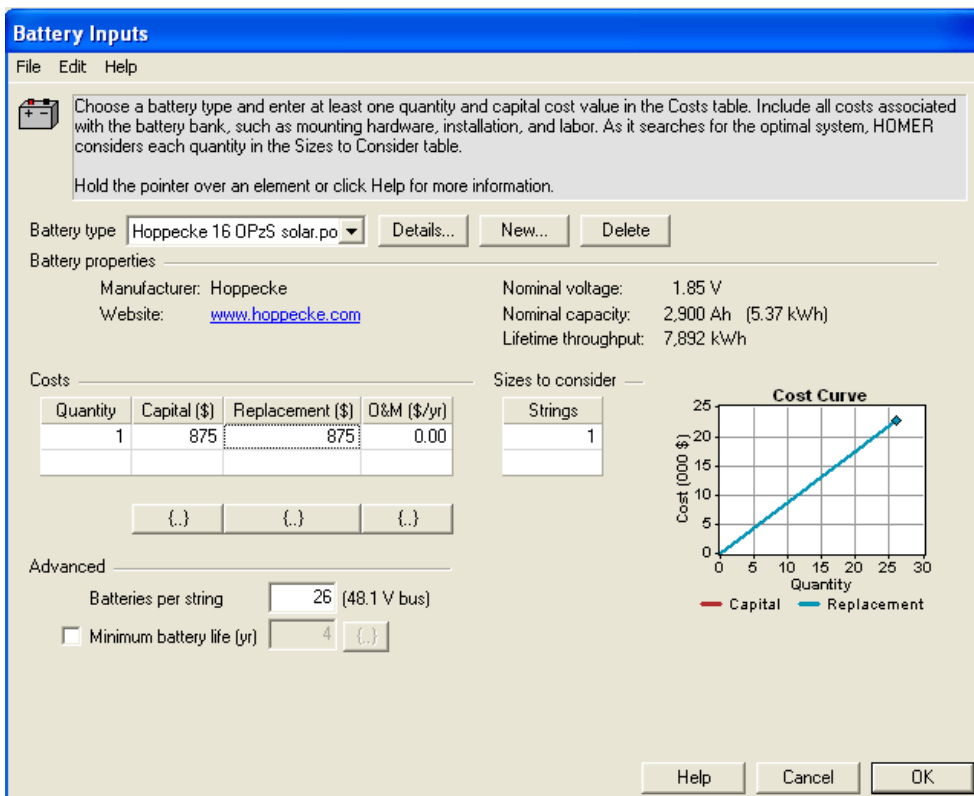
Σχήμα 11.50 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της ανεμογεννήτριας



Σχήμα 11.51 – Εισαγωγή των χαρακτηριστικών τιμών της ισχύος της Α/Γ

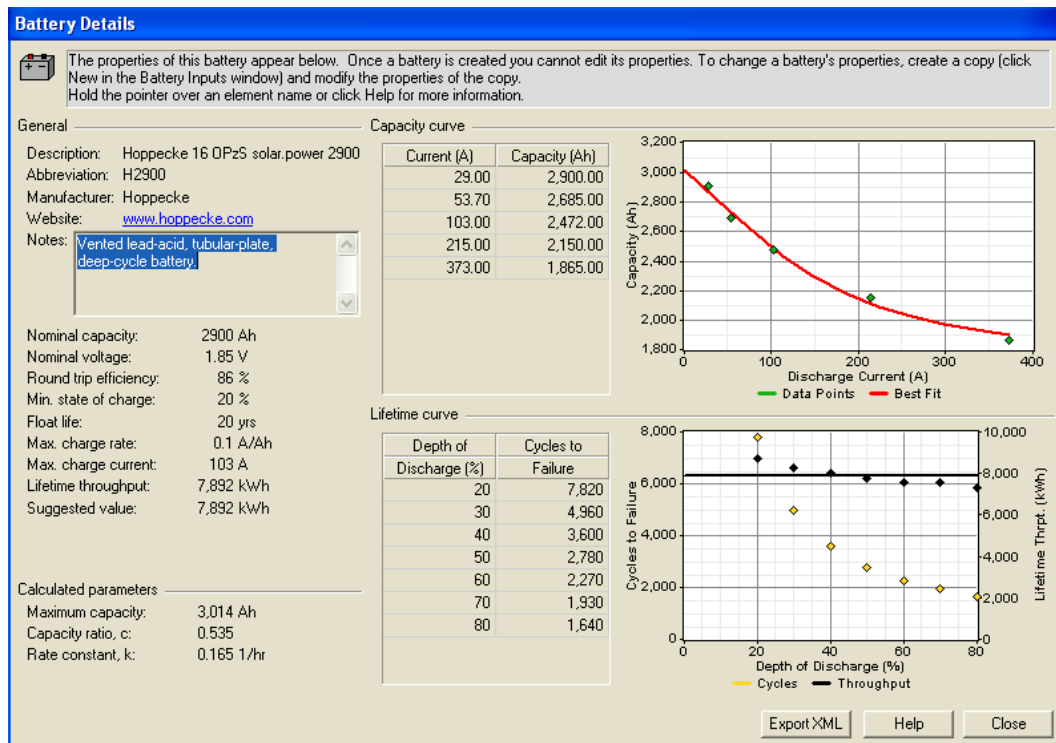


Σχήμα 11.52 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της Φ/Β γεννήτριας

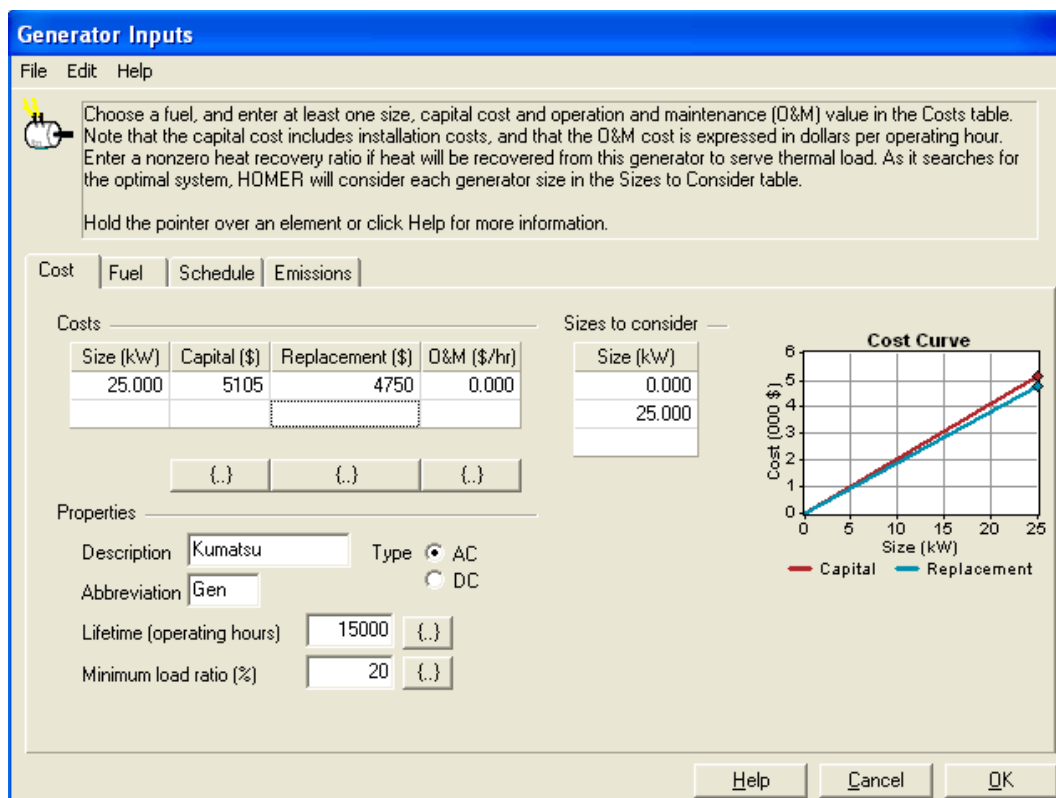


Σχήμα 11.53 – Εισαγωγή του κόστους, του πλήθους και του τρόπου σύνδεσης των συσσωρευτών.

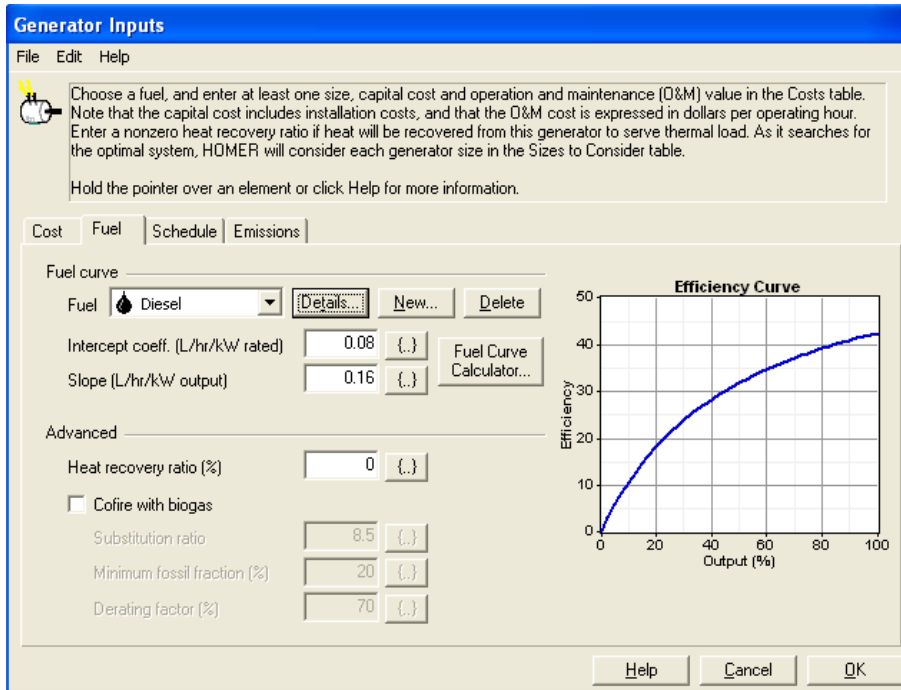




Σχήμα 11.54 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών του συσσωρευτή

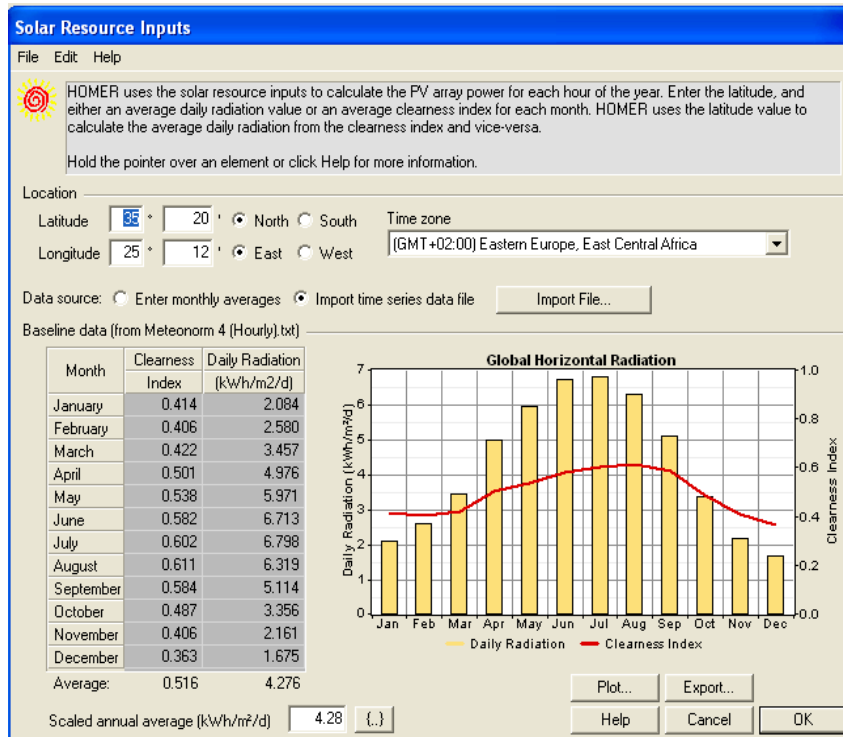


Σχήμα 11.55 – Εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών & οικονομικών στοιχείων της ντιζελογεννήτριας

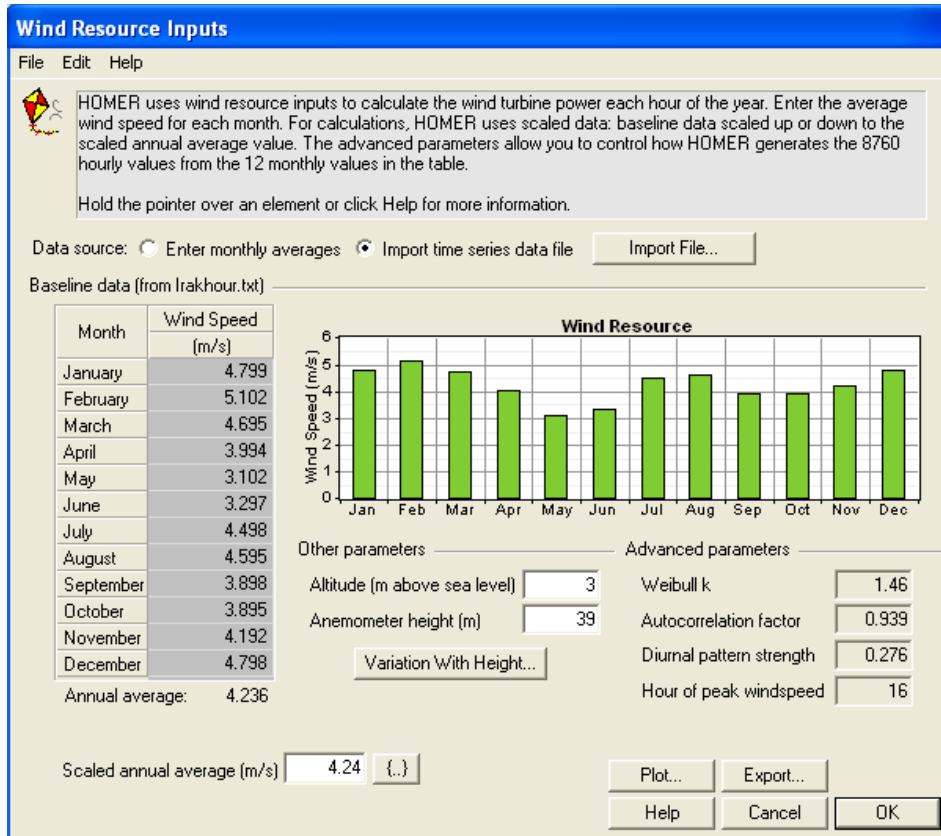


Σχήμα 11.56 – Εισαγωγή των χαρακτηριστικών τιμών της κατανάλωσης της ντιζελογεννήτριας

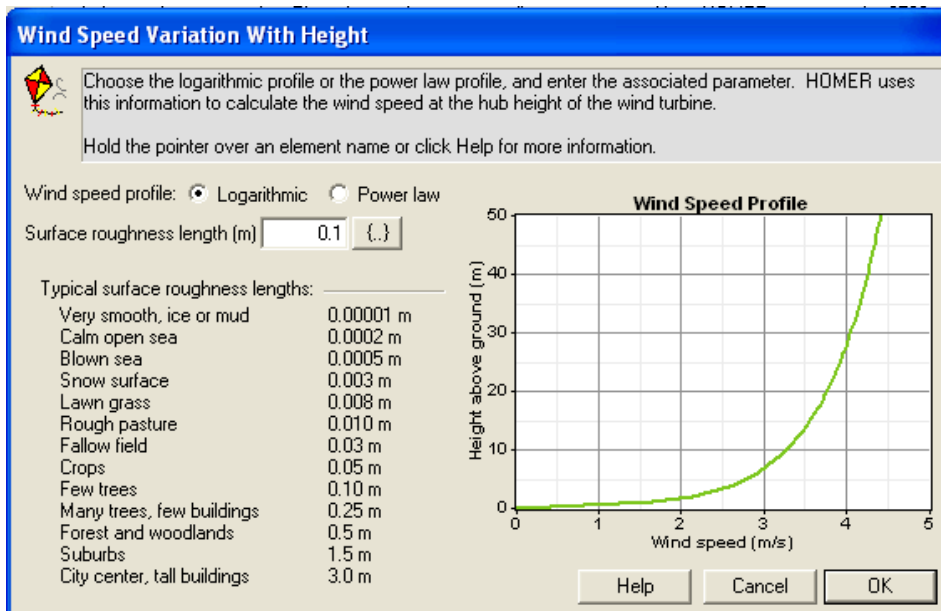
Έπειτα πρέπει να καταχωρήσουμε όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής που θα εγκατασταθεί το σύστημα που αφορούν το ηλιακό και αιολικό δυναμικό και την θερμοκρασία του αέρα. Αυτά τα δεδομένα χρειάζονται για να υπολογιστούν η παραγόμενη ενέργεια από τον ήλιο και τον αέρα και οι απώλειες της Φ/Β γεννήτρια από την θερμοκρασία του αέρα.



Σχήμα 11.57 – Εισαγωγή των μετρήσεων του ηλιακού δυναμικού της περιοχής

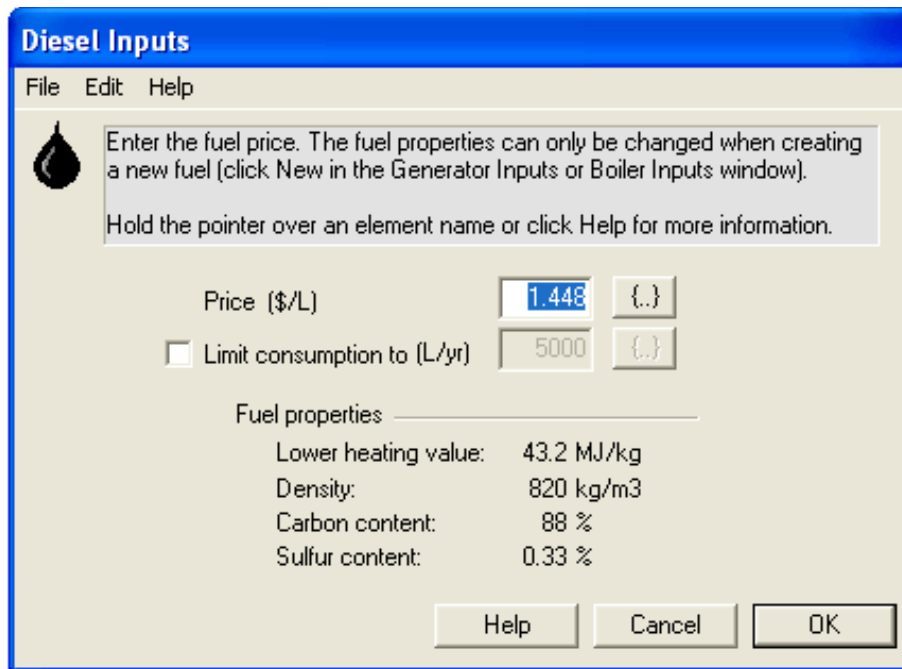


Σχήμα 11.58 – Εισαγωγή των ανεμολογικών μετρήσεων της περιοχής

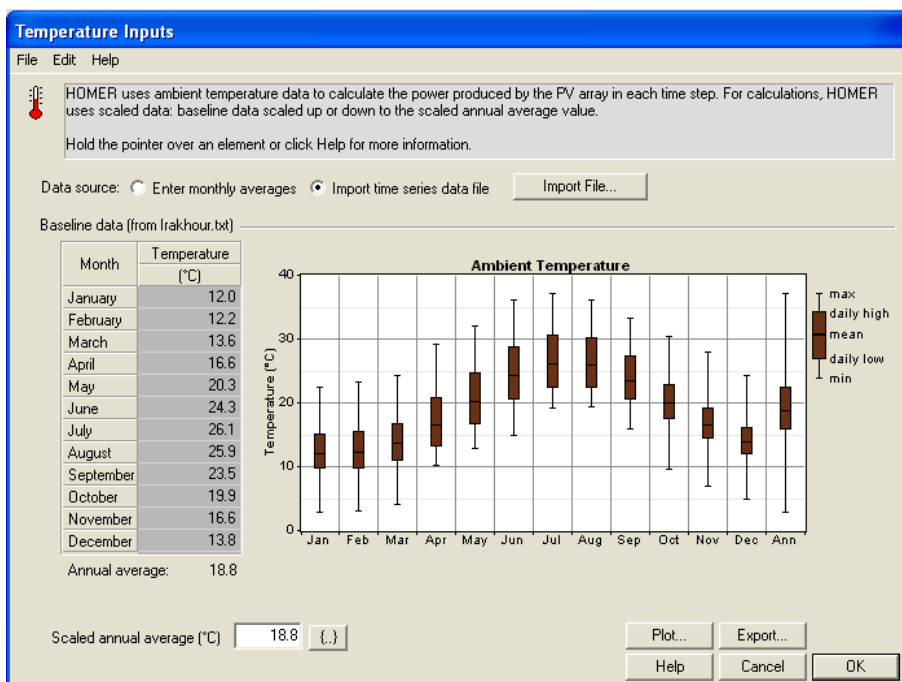


Σχήμα 11.59 – Εισαγωγή της τιμής της τραχύτητας του εδάφους

Στη παρακάτω καρτέλα θα εισάγουμε την τρέχουσα τιμή του πετρελαίου ανά λίτρο. Αυτό το οικονομικό στοιχείο, χρειάζεται για να υπολογισθεί το κόστος της ενέργεια που πιθανόν να χρειαστεί να παραχθεί σε περίπτωση ανάγκης από την ντιζελογεννήτρια.



Σχήμα 11.60 – Εισαγωγή της μέσης τιμής του πετρελαίου 1,448€/L (10/10/2013)



Σχήμα 11.61 – Εισαγωγή των μετρήσεων της θερμοκρασίας του αέρα της περιοχής

Στην επόμενη καρτέλα, μας ζητείται να εισάγουμε οικονομικά δεδομένα. Το μόνο που θα εισάγουμε είναι το κόστος του υπόλοιπου εξοπλισμού (καλώδια, ηλεκτρ. πίνακες, κτλ) και της εργασία της εγκατάστασης. Επίσης θα ορίσουμε τη διάρκεια του project στα 25χρόνια, για την οικονομική ανάλυση του συστήματος.

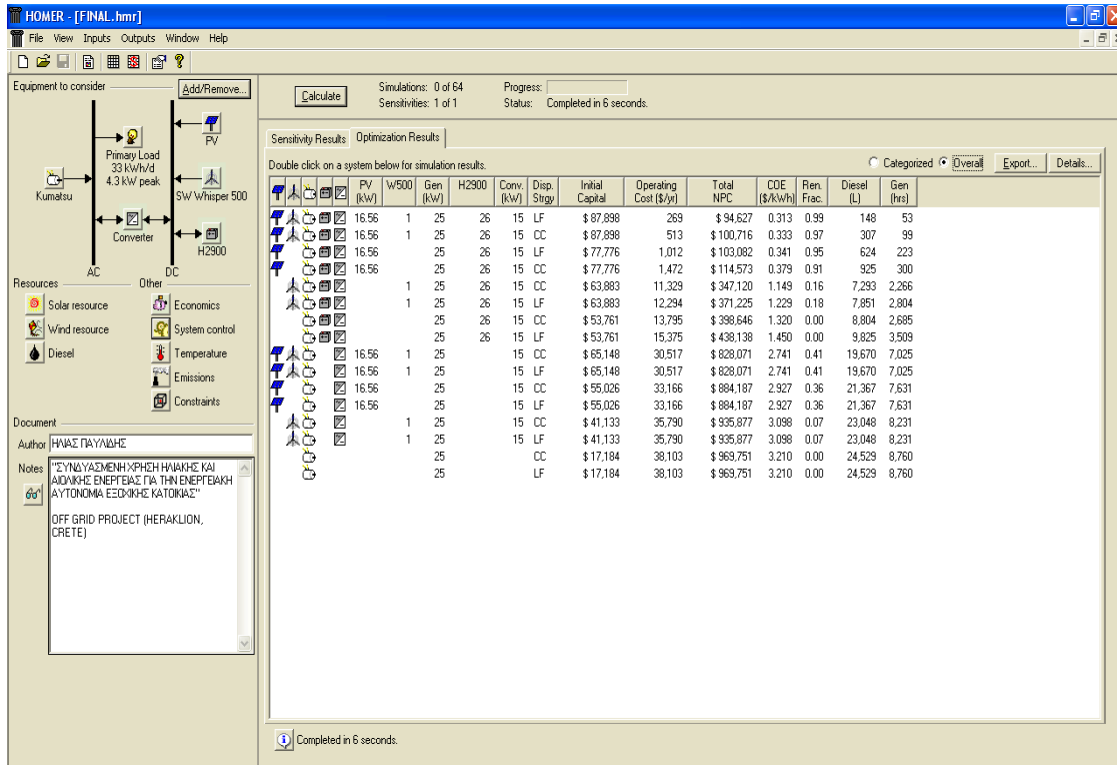
Σχήμα 11.62 – Εισαγωγή της διάρκειας ζωής του project και το κόστος του υπόλοιπου εξοπλισμού και εργασίας εγκατάστασης

Στη παρακάτω καρτέλα θα καθορίσουμε τον τρόπο λειτουργίας των συσσωρευτών και του Η/Ζ. Σημαντική παράμετρο για το Η/Ζ είναι το Dispatch strategy. Η επιλογή “Load following” σημαίνει ότι το Η/Ζ λειτουργεί με την ισχύ που χρειάζεται για να καλυφθεί το τρέχον φορτίο, ενώ η επιλογή “Cycle Charging “ σημαίνει ότι το Η/Ζ τρέχει σε πλήρη ισχύ για να καλύψει το φορτίο αλλά παράλληλα φορτίζει και τους συσσωρευτές και δεν σταματά να λειτουργεί αν φορτιστούν μέχρι το 80%.

Σχήμα 11.63 – Ρύθμιση παραμέτρων εξομοίωσης του λογισμικού

Αφού εισαχθούν όλα τα στοιχεία που χρειάζονται στις αντίστοιχες καρτέλες, μπορούμε να τρέξουμε το simulation και να πάρουμε την ενεργειακή και οικονομική ανάλυση του αυτόνομου υβριδικού συστήματος που σχεδιάσαμε.

Το λογισμικό έχει την ικανότητα να πραγματοποιεί όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των επιμέρους τμημάτων του συστήματος, με σκοπό να επιλέξουμε το πιο κατάλληλο και οικονομικό σύστημα, που θα καλύψει τις ενεργειακές μας ανάγκες.



Σχήμα 11.64 – Τα αποτελέσματα της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer

Πίνακας 11.21 – Συνοπτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer.

#	PV	W500	Gen	Hoppecke 16 OPzS solar.power	Converter	Dispatch Strategy	Total Capital Cost	Total NPC	Tot. Ann. Cap. Cost	Tot. Ann. Repl. Cost	Total O&M Cost	Total Fuel Cost	Total Ann. Cost	Operating Cost	COE
	kW	(Tμπ)	kW	(Tμπ)	kW		€	€	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/kWh
1	16,56	1	25	26	15	LF	87898	94627	3516	54	0	215	3785	269	0,31
2	16,56	1	25	26	15	CC	87898	100716	3516	69	0	444	4029	513	0,33
3	16,56	0	25	26	15	LF	77776	103082	3111	108	0	904	4123	1012	0,34
4	16,56	0	25	26	15	CC	77776	114573	3111	132	0	1339	4583	1472	0,38
5	0,00	1	25	26	15	CC	63883	347120	2555	769	0	10561	13885	11329	1,15
6	0,00	1	25	26	15	LF	63883	371225	2555	925	0	11368	14849	12294	1,23
7	0,00	0	25	26	15	CC	53761	398646	215	1047	0	12748	15946	13795	1,32
8	0,00	0	25	26	15	LF	53761	438138	215	1149	0	14226	17526	15375	1,45
9	16,56	1	25	0	15	CC	65148	828071	2606	2035	0	28482	33123	30517	2,74
10	16,56	1	25	0	15	LF	65148	828071	2606	2035	0	28482	33123	30517	2,74
11	16,56	0	25	0	15	CC	55026	884187	2201	2226	0	3094	35367	33166	2,93
12	16,56	0	25	0	15	LF	55026	884187	2201	2226	0	3094	35367	33166	2,93
13	0,00	1	25	0	15	CC	41133	935877	1645	2416	0	33373	37435	3579	3,10
14	0,00	1	25	0	15	LF	41133	935877	1645	2416	0	33373	37435	3579	3,10
15	0,00	0	25	0	0	CC	17184	969751	687	2584	0	35519	3879	38103	3,21
16	0,00	0	25	0	0	LF	17184	969751	687	2584	0	35519	3879	38103	3,21

#	PV Production kWh/yr	Wind Production kWh/yr	Gen Production kWh/yr	Tot. Electrical Production kWh/yr	AC Primary Load Served kWh/yr	Ren. Fraction	Cap. Shortage kWh/yr	Cap. Shortage Frac.	Unmet Load kWh/yr	Unmet Load Frac.	Excess Electricity kWh/yr	Diesel L/yr	CO2 Emissions kg/yr	CO Emissions kg/yr	UHC Emissions kg/yr	PM Emissions kg/yr	SO2 Emissions kg/yr	NOx Emissions kg/yr
1	21009	3172	265	24445	12083	0.99	0	0	0	0.00	7473	148	391	1	0	0	1	9
2	21009	3172	678	24859	12083	0.97	0	0	0	0.00	7795	307	807	2	0	0	2	18
3	21009	0	1115	22124	12083	0.95	0	0	0	0.00	4951	624	1644	4	0	0	3	36
4	21009	0	2031	23040	12083	0.91	0	0	0	0.00	5566	925	2436	6	1	0	5	54
5	0	3172	17259	20430	12083	0.16	0	0	0	0.00	82	7293	19206	47	5	4	39	423
6	0	3172	14020	17192	12083	0.18	0	0	0	0.00	0	7851	20674	51	6	4	42	455
7	0	0	21462	21462	12083	0.00	0	0	0	0.00	11	8804	23184	57	6	4	47	511
8	0	0	17545	17545	12083	0.00	0	0	0	0.00	0	9825	25872	64	7	5	52	570
9	21009	3172	35125	59305	12083	0.41	0	0	0	0.00	46770	19670	51798	128	14	10	104	1,141
10	21009	3172	35125	59305	12083	0.41	0	0	0	0.00	46770	19670	51798	128	14	10	104	1,141
11	21009	0	38155	59164	12083	0.36	0	0	0	0.00	46821	21367	56267	139	15	10	113	1,239
12	21009	0	38155	59164	12083	0.36	0	0	0	0.00	46821	21367	56267	139	15	10	113	1,239
13	0	3172	41155	44327	12083	0.07	0	0	0	0.00	32169	23048	60693	150	17	11	122	1,337
14	0	3172	41155	44327	12083	0.07	0	0	0	0.00	32169	23048	60693	150	17	11	122	1,337
15	0	0	43800	43800	12083	0.00	0	0	0	0.00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1,423
16	0	0	43800	43800	12083	0.00	0	0	0	0.00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1,423

#	Gen Fuel	Gen Hours	Gen Starts	Gen Life	Battery Autonomy	Battery Throughput	Battery Life
	L/yr	hr/yr	starts/yr	yr	hr	kWh/yr	yr
1	148	53	46	283.02	80.91	7787	20.00
2	307	99	5	151.52	80.91	7790	20.00
3	624	223	199	67.26	80.91	8878	20.00
4	925	300	15	50.00	80.91	9009	20.00
5	7293	2266	114	6.62	80.91	10383	19.80
6	7851	2804	2216	5.35	80.91	6530	20.00
7	8804	2685	135	5.59	80.91	11699	17.50
8	9825	3509	2620	4.27	80.91	6992	20.00
9	19670	7025	796	2.14	0.00	0	20.00
10	19670	7025	796	2.14	0.00	0	20.00
11	21367	7631	643	1.97	0.00	0	20.00
12	21367	7631	643	1.97	0.00	0	20.00
13	23048	8231	270	1.82	0.00	0	20.00
14	23048	8231	270	1.82	0.00	0	20.00
15	24529	8760	1	1.71	0.00	0	20.00
16	24529	8760	1	1.71	0.00	0	20.00

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων, το σύστημα που σχεδιάσαμε περιγράφεται από τη περίπτωση 1 και 2, με μόνη διαφορά τη παράμετρο “Dispatch Strategy” που περιγράψαμε στα προηγούμενα.

Η 2<sup>η</sup> περίπτωση (Cycle Charging) είναι η δυσμενέστερη οικονομικά, λόγω της αυξανόμενης χρήσης της ντιζελογεννήτριας, αφού σε αυτή τη περίπτωση λειτουργεί στο 100% της ονομαστικής της ισχύς, για να καλύψει όλο το ηλεκτρικό φορτίο της κατοικίας αλλά και να φορτίσει τους συσσωρευτές μέχρι το 80% της χωρητικότητας τους.

Οι υπόλοιπες περιπτώσεις είναι εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών που προκύπτουν από συνδυασμούς των επιμέρους τμημάτων του εξοπλισμού που ήδη επιλέξαμε.. Οι εναλλακτικές λύσεις αυτές, στην αρχή φαίνονται πιο οικονομικές όσον αφορά το αρχικό κόστος, αλλά αναλύοντας το κόστος λειτουργίας τους στη διάρκεια της 25ετίας, αντιλαμβανόμαστε ότι είναι οικονομικά ασύμφορες. Για να συγκρίνουμε τα συστήματα αυτά, θα ληφθεί το τελικό κόστος της ενέργειας ανά KWh στην 25ετία, που καταναλώνετε από την κατοικία.

Αναλύοντας την 2<sup>η</sup> περίπτωση που αφορά ακριβώς το σύστημα που σχεδιάσαμε, προκύπτει πως το αρχικό κόστος του είναι 87.878€ και για τα 25 χρόνια λειτουργίας του το συνολικό κόστος του θα είναι 100.716€ (περιλαμβάνει το κόστος καυσίμων του H/Z και ποσοστό του κόστους του εξοπλισμού που αντικατασταίτε λόγω φθοράς). Επίσης το κόστος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνετε από την οικία είναι 0.333€/KWh

(περιλαμβάνει και το κόστος της ανεκμετάλλευτης ενέργειας). Στην περίπτωση που εκμεταλλευτούμε με κάποιο τρόπο και την ανεκμετάλλευτη ενέργεια, που ισούται με 7795KWh, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνετε μειώνεται στα 0.202€/KWh.

Τα αποτελέσματα την ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του αυτόνομου υβριδικού συστήματος υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΓ'.

### 11.10 Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση εναλλακτικού αυτόνομου συστήματος

Με τη βοήθεια του λογισμικού Homer, μπορούμε να αναλύσουμε ένα σύστημα που θα καλύψει τις ενεργειακές μας ανάγκες, δίνοντας ένα εύρος εναλλακτικών τιμών ισχύος για κάθε επιμέρους τμήμα του εξοπλισμού.

Οπότε για την Φ/Β γεννήτρια θα ορίσουμε εναλλακτικές τιμές ισχύος, από 0 ÷ 22,080 Kwh και με βήμα 2,760Kwh.

**PV Inputs**

File Edit Help

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
16.560	24015	18331	0

Sizes to consider

- 0.000
- 2.760
- 5.520
- 8.280
- 11.040
- 13.800
- 16.560

**Cost Curve**

Cost (000 \$)

Size (kW)

— Capital — Replacement

Properties

Output current  AC  DC

Lifetime (years)  {..}

Derating factor (%)  {..}

Slope (degrees)  {..}

Azimuth (degrees W of S)  {..}

Ground reflectance (%)  {..}

Advanced

Tracking system

Consider effect of temperature

Temperature coeff. of power (%/°C)  {..}

Nominal operating cell temp. (°C)  {..}

Efficiency at std. test conditions (%)  {..}

Help Cancel OK

Σχήμα 11.65 – Εισαγωγή εναλλακτικών τιμών ισχύος Φ/Β γεννήτριας

Για την ανεμογεννήτρια θα ορίσουμε εναλλακτικές τιμές ισχύος, τον αριθμό των ανεμογεννητριών που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν (0 ÷ 2 με βήμα 1).



**Wind Turbine Inputs**

File Edit Help

Choose a wind turbine type and enter at least one quantity and capital cost value in the Costs table. Include the cost of the tower, controller, wiring, installation, and labor. As it searches for the optimal system, HOMER considers each quantity in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Turbine type: **SW Whisper 500** Details... New... Delete

Turbine properties

Abbreviation: W500 (used for column headings)  
 Rated power: 3 kW DC  
 Manufacturer: Southwest Windpower  
 Website: [www.windenergy.com](http://www.windenergy.com)

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
1	10122	7009	0

Sizes to consider

Quantity
0
1
2

Other

Lifetime (yrs): 25  
 Hub height (m): 12.8

Power Curve

Cost Curve

Help Cancel OK

Σχήμα 11.66 – Εισαγωγή εναλλακτικού αριθμού A/T

Για τους συσσωρευτές θα ορίσουμε σαν εναλλακτικές τιμές χωρητικότητας, τον αριθμό των συστοιχιών (string) που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν (0 ÷ 2 με βήμα 1).

**Battery Inputs**

File Edit Help

Choose a battery type and enter at least one quantity and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the battery bank, such as mounting hardware, installation, and labor. As it searches for the optimal system, HOMER considers each quantity in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Battery type: **Hoppecke 16 OPzS solar.pd** Details... New... Delete

Battery properties

Manufacturer: Hoppecke  
 Website: [www.hoppecke.com](http://www.hoppecke.com)  
 Nominal voltage: 1.85 V  
 Nominal capacity: 2,900 Ah (5.37 kWh)  
 Lifetime throughput: 7,892 kWh

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
1	875	875	0.00

Sizes to consider

Strings
0
1
2

Advanced

Batteries per string: 26 (48.1 V bus)  
 Minimum battery life (yr): 25

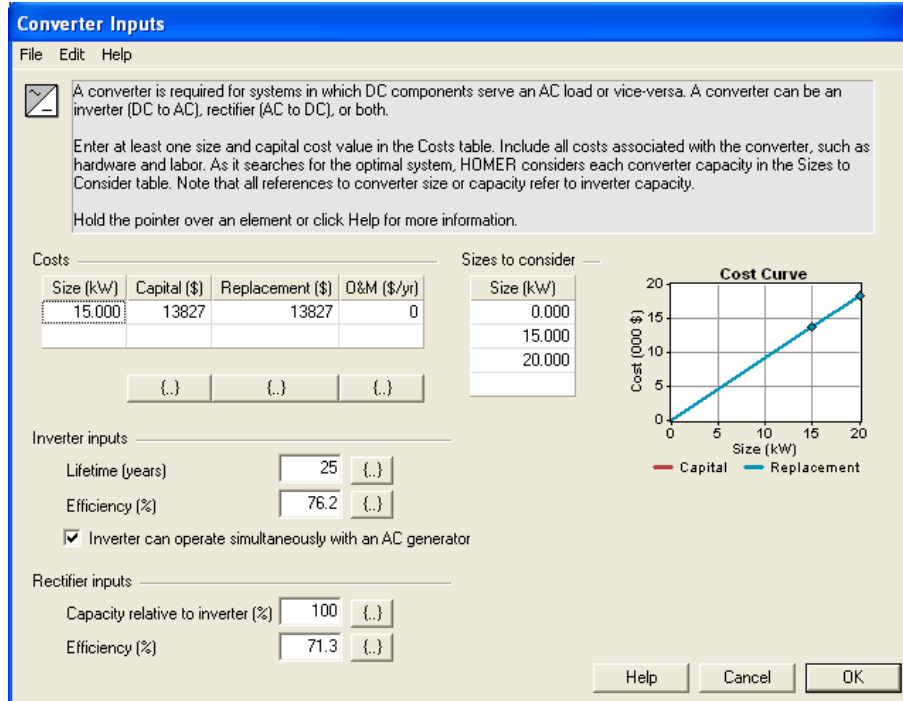
Cost Curve

Help Cancel OK

Σχήμα 11.67 – Εισαγωγή εναλλακτικού αριθμού συστοιχιών με 26 συσσωρευτές

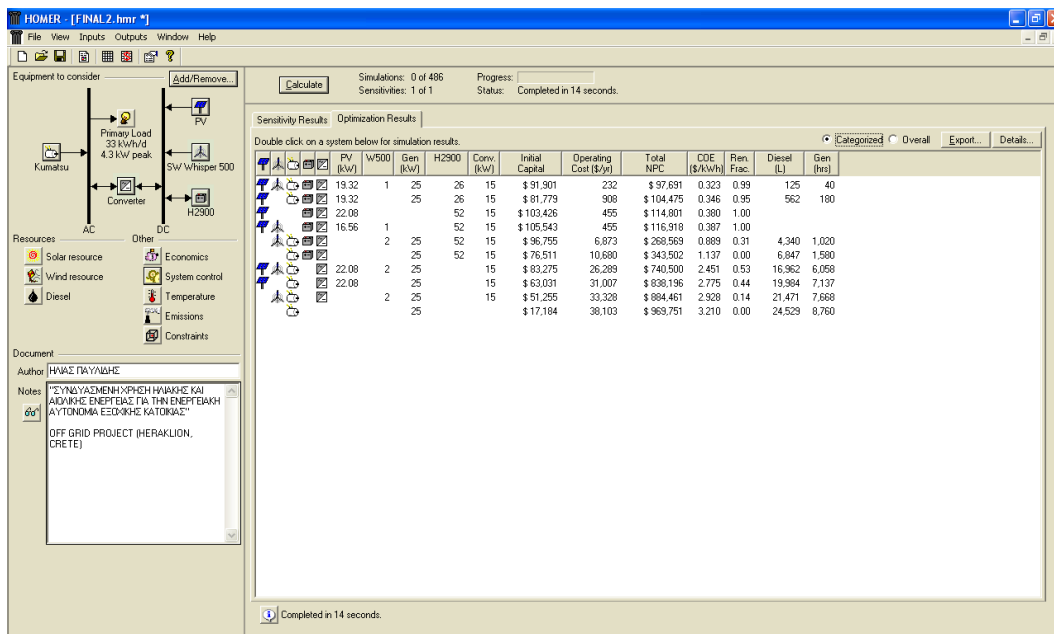
Για την ντιζελογεννήτρια δεν θα ορίσουμε εναλλακτικές τιμές γιατί η εξομοίωση θα γίνει με Dispatch Strategy → Cycle Charging, που σημαίνει ότι το H/Z θα πρέπει τέτοια ισχύ που μπορεί να καλύψει όλα τα φορτία.

Για τους αντιστροφείς θα ορίσουμε σαν εναλλακτική τιμή ισχύος, 20KW.



Σχήμα 11.68 – Εισαγωγή εναλλακτικής τιμής ισχύος του αντιστροφέα

Στην συνέχεια πραγματοποιούμε την εξομοίωση των συστημάτων και παίρνουμε συνοπτικά τα παρακάτω αποτελέσματα.



Σχήμα 11.69 – Τα αποτελέσματα της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης εναλλακτικών αυτόνομων υβριδικών συστημάτων

**Πίνακας 11.22 – Συνοπτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων της ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του λογισμικού Homer (Εναλλακτ. Αυτόν. Υβριδ. Συστήματα).**

	PV	W500	Gen	Hoppecke 16 OPzS solar.power	Converter	Dispatch Strategy	Total Capital Cost	Total NPC	Tot. Ann. Cap. Cost	Tot. Ann. Repl. Cost	Total O&M Cost	Total Fuel Cost	Total Ann. Cost	Operating Cost	COE
#	kW	(Τεμ)	kW	(Τεμ)	kW		€	€	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/kWh
1	19,32	1	25	26	15	CC	91901	97691	3676	50	0	181	3908	232	0,323
2	19,32	0	25	26	15	CC	81779	104475	3271	94	0	813	4179	908	0,346
3	22,08	0	0	52	15	CC	103426	114801	4137	455	0	0	4592	455	0,380
4	16,56	1	0	52	15	CC	105543	116918	4222	455	0	0	4677	455	0,387
5	0,00	2	25	52	15	CC	96755	268569	3870	588	0	6285	10743	6873	0,889
6	0,00	0	25	52	15	CC	76511	343502	3060	765	0	9914	13740	10680	1,137
7	22,08	2	25	0	15	CC	83275	740500	3331	1728	0	24561	29620	26289	2,451
8	22,08	0	25	0	15	CC	63031	838196	2521	2070	0	28937	33528	31007	2,775
9	0,00	2	25	0	15	CC	51255	884461	2050	2238	0	31090	35378	33328	2,928
10	0,00	0	25	0	0	CC	17184	969751	687	2584	0	35519	38790	38103	3,210

	PV Production	Wind Production	Gen Production	Tot. Electrical Production	AC Primary Load Served	Ren. Fraction	Cap. Shortage	Cap. Shortage Frac.	Unmet Load	Unmet Load Frac.	Excess Electricity	Diesel	CO2 Emissions	CO Emissions	UHC Emissions	PM Emissions	SO2 Emissions	NOx Emissions
#	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr	L/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr
1	24510	3172	283	27965	12083	0,99	0	0	0	0,00	10942	125	330	1	0	0	1	7
2	24510	0	1261	25771	12083	0,95	0	0	0	0,00	8457	562	1479	4	0	0	3	33
3	28012	0	0	28012	12083	1,00	0	0	0	0,00	10966	0	0	0	0	0	0	0
4	21009	3172	0	24180	12083	1,00	7	0	5	0,00	7243	0	0	0	0	0	0	0
5	0	6344	14376	20719	12083	0,31	0	0	0	0,00	139	434	11429	28	3	2	23	252
6	0	0	23043	23043	12083	0,00	0	0	0	0,00	0	6847	18030	45	5	3	36	397
7	28012	6344	30290	64645	12083	0,53	0	0	0	0,00	51684	16962	44666	110	12	8	90	984
8	28012	0	35685	63697	12083	0,44	0	0	0	0,00	51126	19984	52624	130	14	10	106	1159
9	0	6344	38340	44684	12083	0,14	0	0	0	0,00	32355	21471	56540	140	15	11	114	1245
10	0	0	43800	43800	12083	0,00	0	0	0	0,00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1423

	Gen Fuel	Gen Hours	Gen Starts	Gen Life	Battery Autonomy	Battery Throughput	Battery Life
#	L/yr	hr/yr	starts/yr	yr	hr	kWh/yr	yr
1	125	40	2	375,00	80,91	7728	20,00
2	562	180	9	83,33	80,91	8965	20,00
3	0	0	0	1000,00	161,81	9061	20,00
4	0	0	0	1000,00	161,81	7896	20,00
5	4340	1020	51	14,71	161,81	10885	20,00
6	6847	1580	79	9,49	161,81	13929	20,00
7	16962	6058	885	2,48	0,00	0	20,00
8	19984	7137	722	2,10	0,00	0	20,00
9	21471	7668	431	1,96	0,00	0	20,00
10	24529	8760	1	1,71	0,00	0	20,00

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων με τα εναλλακτικά αυτόνομα συστήματα ταξινομημένα με βάση το κόστος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνετε από την κατοικία, παρατηρούμε ότι το πιο αποδοτικό σύστημα περιγράφεται στην 1<sup>η</sup> περίπτωση. Η μόνη διαφορά αυτού του συστήματος, με το προηγούμενο που σχεδιάσαμε στη προηγούμενη ανάλυση, είναι ότι εδώ το λογισμικό συνιστά να εγκατασταθεί Φ/Β γεννήτρια ισχύος 19,32 KW.

Με τη πρώτη ματιά αντιλαμβανόμαστε ότι το αρχικό κεφάλαιο είναι μεγαλύτερο από την προηγούμενη περίπτωση, αλλά επειδή το σύστημα αυτό έχει πολύ μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο, η χρήση της ντιζελογεννήτριας κατά τους χειμερινούς μήνες είναι πολύ μικρότερη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, τη λιγότερη κατανάλωση καυσίμου και κατ' επέκταση τη μείωση του κόστους λειτουργίας στο πέρας της 25ετίας.

Αναλύοντας το σύστημα αυτό, προκύπτει πως το αρχικό κόστος του είναι 91.901€ και για τα 25 χρόνια λειτουργίας του το συνολικό κόστος του θα είναι 97.691€ (περιλαμβάνει το κόστος καυσίμων του Η/Ζ και ποσοστό του κόστους του εξοπλισμού που αντικατασταίτε λόγω φθοράς). Επίσης το κόστος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνετε από την οικία είναι 0,323€/KWh (περιλαμβάνει και το κόστος της ανεκμετάλλευτης ενέργειας). Στην περίπτωση που εκμεταλλευτούμε με κάποιο τρόπο και την ανεκμετάλλευτη ενέργεια, που ισούται με 10.942KWh, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας που καταναλώνετε μειώνεται στα 0,170€/KWh.

Τα αποτελέσματα την ενεργειακής και οικονομικής ανάλυσης του εναλλακτικού αυτόνομου υβριδικού συστήματος υπάρχουν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΓ'.

Μετά από την ανάλυση των παραπάνω αυτόνομων υβριδικών συστημάτων, συμπεραίνουμε ότι η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι η τελευταία. Αυτό οφείλετε στη λιγότερη χρήση του Η/Ζ και κατ' επέκταση του καυσίμου του, του οποίου η τιμή, έχει αυξητική τάση και δεν περιγράφετε στην ανάλυση.

Το τελευταίο σύστημα έχει το εξής μειονέκτημα: για την εγκατάσταση της φ/β γεννήτριας χρειάζεται μεγαλύτερος χώρος, ο οποίος χώρος υπάρχει με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια της κατοικίας. Επομένως καταλήγουμε πάλι στη πρώτη περίπτωση του αυτόνομου υβριδικού συστήματος που αναλύσαμε.

### 11.11 Ανεκμετάλλευτη παραγόμενη ενέργεια

Η παραγωγή “καθαρής ενέργειας” από ΑΠΕ, θεωρείται ακριβή μορφή ενέργειας και για λόγους οικονομικής απόδοσης δε θα πρέπει να πηγαίνει χαμένη μια πιθανόν πλεονάζουσα ποσότητα ενέργεια. Μια τέτοια περίσσια ενέργεια μπορούμε να αξιοποιηθεί για την θέρμανση νερού, άντληση νερού, παραγωγή υδρογόνου κτλ.

Στην περίπτωση του υβριδικού συστήματος που μελετάμε, η περίσσια ενέργεια (7795KWh) θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση της κατοικίας και για τη παραγωγή ZNX. Η διαδικασία λειτουργίας και το κόστος εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος αξιοποίησης περίσσιας ποσότητας ενέργειας είναι πολύ απλή και οικονομική.

Μόλις οι συσσωρευτές φθάσουν σε πλήρη φόρτιση, η πλεονάζουσα ποσότητα ενέργεια θα μεταφέρεται στην ηλεκτρική αντίσταση του μπόιλερ τριπλής ενέργειας, μέσω ενός ρυθμιστή (Dump load regulator), για τη θέρμανση του νερού, εξοικονομώντας έτσι σημαντικές ποσότητες pellets για την παραγωγή ZNX και τη θέρμανση της κατοικίας.

Επίσης μια άλλη εναλλακτική λύση για την αξιοποίηση της περίσσιας ενέργειας, είναι η πώληση αυτής της ποσότητας σε γειτονικά κτήρια.

## 11.12 Το ετήσιο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ

Ο σχεδιασμός μιας οποιασδήποτε εφαρμογής ενεργειακής αυτονομίας, πέρα από τη μελέτη εφαρμογής, πραγματοποιείτε και μελέτη κόστους της εφαρμογής και του χρόνου απόσβεσης αυτής.

Είναι ορθό σε πρώτη φάση να συγκριθεί το κόστος της kWh σύμφωνα με τις ανάγκες μας από το δίκτυο της ΔΕΗ, που κατά παράδοση είναι αυτό που προμηθεύει την πλειοψηφία των κατοικιών με ηλεκτρική ενέργεια, με το κόστος αυτό της kWh, που προκύπτει από το αυτόνομο σύστημα που σχεδιάστηκε για τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας μας.

Από αυτή τη σύγκριση της ενέργειας και λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια ζωής των επιμέρους τμημάτων του αυτόνομου συστήματος, καθώς και τις ανατιμήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ και του κόστους των επιμέρους εξοπλισμού των ΑΠΕ είναι εύκολο να ληφθεί μια εικόνα, για το πόσο είναι οικονομικά συμφέρουσα η αυτονομία της κατοικίας μας.

Βέβαια για να είναι συμφέρουσα η αυτονομία μιας κατοικίας, θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στα φορτία που επιλέγονται να εξυπηρετούν τις οικιακές ανάγκες μας και να λειτουργούν όταν πραγματικά τα χρειαζόμαστε.

Επίσης κάποια φορτία όπως οι ηλεκτρικοί φούρνοι, θερμοσίφωνες και τα A/C είναι φορτία ενεργοβόρα και ανεβάζουν το κόστος ενός αυτόνομου συστήματος κατακόρυφα κάνοντας το έτσι ασύμφορο. Η λύση σε αυτές τις περιπτώσεις είναι να αντικατασταθούν με συσκευές αντίστοιχες που λειτουργούν με εναλλακτικές μορφές ενέργειας (π.χ. υγραέριο κ.τ.λ)

Λαμβάνοντας υπόψη το τρέχον τιμολόγιο πώλησης (1/2013) της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο της ΔΕΗ, μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε το κόστος των ενεργειακών αναγκών μας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, χωρίς βέβαια να υπολογίσουμε τις χρεώσεις υπέρ τρίτων: ΕΦΚ, Ειδ. Τέλος 5%, Δημοτικά Τέλη (ΔΤ), Δημοτικοί Φόροι (ΔΦ), Τέλος Ακίνητης Περιουσίας (ΤΑΠ), Έκτακτο Ειδικό Τέλος Ηλεκτροδοτούμενων Δομημένων Επιφανειών (ΕΕΤΗΔΕ) και ΕΡΤ, χρεώσεις που δεν μπορούμε να τις αποφύγουμε με τη χρήση αυτόνομου συστήματος.

Έτσι σύμφωνα με το Οικιακό - με Χρονοχρέωση Τιμολόγιο Γ1Ν της ΔΕΗ (1/2013), το κόστος των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας για ολόκληρο το έτος, όπως προκύπτει στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ', είναι 2023,80€ για 12082,24kWh, δηλαδή 0,1675€/kWh.

Αυτό το κόστος kWh προκύπτει χωρίς να υπολογίζετε το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο, που σε πολλές περιπτώσεις όταν η οικία είναι απομακρυσμένη από το υπάρχον δίκτυο είναι τεράστιο.

Σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη, όπως προαναφέραμε είναι οι αυξήσεις στα τιμολόγια της ΔΕΗ. Συνοπτικά το κόστος των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας για ολόκληρο το έτος, όπως προκύπτει στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ', με το Οικιακό - με Χρονοχρέωση Τιμολόγιο Γ1Ν της ΔΕΗ (1/2011), είναι 1651,24€ για 12082,24kWh, δηλαδή 0,1367€/kWh.

Από τα παραπάνω προκύπτει πως τα τιμολόγια πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ έχουν αυξηθεί 22,53% τα τελευταία 2 χρόνια, δηλαδή περίπου 11% αύξηση κάθε χρόνο!!! Αυτό σημαίνει ότι αν η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας συνεχίσει να αυξάνετε με αυτό το ρυθμό, σε 7-9 χρόνια το κόστος της θα ξεπεράσει το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από το αυτόνομο υβριδικό σύστημα που ισούται με 0,323€/KWh (περιλαμβάνεται και το κόστος της ανεκμετάλλευτης ενέργειας).

Το κόστος της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας για 25 χρόνια από το δίκτυο, λαμβάνοντας υπόψη τις συνεχείς αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ, εκτιμάται πάνω από 200.000€!!!

### 11.13 Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις

Μετά το πέρας της οικονομοτεχνικής μελέτης του αυτόνομου υβριδικού συστήματος που σχεδιάσαμε, δημιουργείτε το ερώτημα αν αυτό το σύστημα είναι οικονομικά και τεχνικά εφικτό, να εγκατασταθεί σε αυτή τη κατοικία και υπό ποιές προϋποθέσεις.

Το αυτόνομο υβριδικό σύστημα που σχεδιάστηκε παραπάνω, είναι εφικτό από τεχνικής πλευράς να εγκατασταθεί σε αυτή τη κατοικία, γιατί απλά σχεδιάστηκε για αυτήν. Κάθε αυτόνομο σύστημα, όπως και αυτό, σχεδιάζετε για να καλύψει ένα συγκεκριμένο φορτίο και μια συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας για κάθε ώρα της ημέρας, φυσικά με κάποιες ανοχές. Αν αυτά δεν ληφθούν υπόψη, το πιο πιθανόν είναι το σύστημα «να κρεμάσει», δηλαδή να μην μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του καταναλωτή για κάποιες χρονικές περιόδους.

Ένα τέτοιο αυτόνομο υβριδικό σύστημα για την «αγορά», θεωρείτε υπερβολικό όχι μόνο από θέμα ισχύος αλλά και από θέμα κόστους. Οι κατασκευαστικές εταιρίες στην Ελλάδα συνήθως δεν ασχολούνται με τέτοιες κατασκευές, γιατί το καταναλωτικό κοινό δεν είναι ενημερωμένο σωστά για τα οφέλη μια τέτοιας επένδυσης, με αποτέλεσμα να την απορρίπτουν. Η Ελλάδα αυτή τη περίοδο βρίσκεται σε νηπιακό στάδιο, όσο αφορά την

αυτονομία κατοικιών, κάτι που σύντομα θα αλλάξει λόγω των συνεχώς αυξανόμενων τιμολογίων της ΔΕΗ. Στην αγορά κυκλοφορούνε πολλά kit για τη κάλυψη βασικών αναγκών μια κατοικίας (φωτισμός, τηλεόραση, μικροσυσκευές) ανάλογα με την ισχύ και τη χρήση τους που κυμαίνονται από 1000 ÷ 6000€.

Επομένως το αυτόνομο υβριδικό σύστημα που σχεδιάστηκε παραπάνω, είναι εφικτό και από οικονομικής πλευράς να εγκατασταθεί σε αυτή τη κατοικία, όσο μεγάλο κι αν φαίνεται με τη πρώτη ματιά το κόστος, διότι το συνολικό κόστος της επένδυσης στο πέρας της 25ετίας είναι πολύ μικρότερο από το συνολικό κόστος της αγοράς ενέργειας από το δίκτυο, λαμβάνοντας υπόψη τις συνεχώς αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ. Βέβαια επειδή το αυτόνομο μας σύστημα είναι εξαρτημένο κατά 0,3% από το πετρέλαιο, το κόστος του οποίου έχει κι αυτό την τάση να αυξάνετε, έχουμε σαν αποτέλεσμα να αυξάνετε και το συνολικό κόστος της επένδυσης μας, αλλά και πάλι δεν μπορεί να ξεπεράσει το συνολικό κόστος της αγοράς ενέργειας από το δίκτυο.

Το κόστος του αυτού του υβριδικού συστήματος, μπορεί να μειωθεί αισθητά αν εξαλείψουμε τη χρήση της ντιζελογεννήτριας, με το να ελέγχουμε τα αποθέματα της ενέργειας στους συσσωρευτές και ανάλογα με αυτά να χρησιμοποιούμε τα φορτία στη κατοικία.

Συνοπτικά, το αυτόνομο υβριδικό σύστημα που σχεδιάστηκε με βάση τα παραπάνω, όχι μόνο προσφέρει την πλήρη ενεργειακή αυτονομία της κατοικίας που σχεδιάστηκε και αποτελεί μια καλή οικονομική επένδυση, αλλά βοηθάει και στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος της κατοικίας, δηλαδή πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) εκλύουν στην ατμόσφαιρα οι καθημερινές συνήθειες που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας.





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ι. Κ. Καλδέλης, Γ. Χ. Σπυρόπουλος, Κ. Α. Καββαδίας, ‘Υπολογιστικές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας’, Εκδόσεις Σταμούλη, 2007.
- [2] Ι. Κ. Καλδέλης, Κ. Α. Καββαδίας, ‘Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας’, Εκδόσεις Σταμούλη, 2001.
- [3] Βασίλης Μαλαμής, ‘Αυτόνομες Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας Μικρού & Μεσαίου Μεγέθους’, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1999.
- [4] Δρ. Αικ. Α. Μπαξεβάνου, ‘Μετάδοση Θερμότητας ΙΙ – Ηλιακή Τεχνική’, Σημειώσεις Προπτυχιακού Μαθήματος, Απρίλιος 2007.
- [5] Α. Νεοκλέους, Σ. Π. Κωνσταντινίδη, ‘Μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική με Φωτοβολταϊκά Συστήματα’, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1991.
- [6] Δρ. Π. Αξιάπουλος, ‘Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ι’, Σημειώσεις Μαθήματος.
- [7] Κ. Α. Καρύμπακα, ‘Γενική Ηλεκτρονική’, Τόμος Α, Θεσσαλονίκη 2001
- [8] Αντωνίου Ι. Τσακίρη, ‘Φωτοτεχνία’, Αθήνα 2004
- [9] Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα (ΚΕΝΑΚ), Ν.3661/08
- [10] Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Α’ Τεύχος, Αθήνα Ιούνιος 2010
- [11] Γεώργιος Κ. Γουναρίδης, ‘Προστασία Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων από Υπερτάσεις’
- [12] Μιχάλης Δ. Θεοδοσίου, ‘Ανάπτυξη Λογισμικού Για Αντικεραυνική Προστασία Κτηρίων’, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, Ιούλιος 2009
- [13] ΕΛΟΤ 1197, ‘Προστασία Κατασκευών Από Κεραυνούς - Μέρος 1: Γενικές Αρχές’, Εκδόσεις ΕΛΟΤ, Αθήνα, Ιουλιός 2002
- [14] Δημήτριος Κόντου, ‘Αντικεραυνικός Κώδικας – Τόμος 1: Προστασία Κτισμάτων & Κατασκευών με την αρχή Κλωβού Faraday & Ακίδα Franklin’, Εκδόσεις ΕΛΕΜΚΟ, Αθήνα, Φεβρουάριος 1987
- [15] Δημήτριος Κόκκινος, ‘Θεμελιακή Γείωση – Πλεονεκτήματα – Εφαρμογές – Υλικά’, Εκδόσεις ΕΛΕΜΚΟ, Αθήνα, Φεβρουάριος 2006
- [16] ‘Αντικεραυνικός Κώδικας – Ισοδυναμική Προστασία & Θεμελιακή Γείωση – Τόμος ΙΙ’, Εκδόσεις ΕΛΕΜΚΟ, Αθήνα
- [17] ‘Εγχειρίδιο Εφαρμογής του Προτύπου ΕΛΟΤ HD 384’, Εκδόσεις ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2004

## ΔΥΚΤΥΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [18] [www.cres.gr](http://www.cres.gr) (ΚΑΠΕ)
- [19] [www.rae.gr](http://www.rae.gr) (ΡΑΕ)
- [20] [www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr) (Ελληνικός Σύνδεσμός Ηλεκτροπαραγωγών από Α.Π.Ε.)
- [21] [www.noa.gr](http://www.noa.gr) (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)
- [22] [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr) (Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών)
- [23] [www.eurec.be](http://www.eurec.be) (European Renewable Energy Centres Agency)
- [24] [www.eletaen.gr](http://www.eletaen.gr) (Ελληνική επιστημονική ένωση αιολικής ενέργειας)
- [25] [www.energypoint.gr](http://www.energypoint.gr) (Περιοδικό της Ενέργειας)
- [26] [www.dei.gr](http://www.dei.gr) (ΔΕΗ)
- [27] [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr) (ΔΕΔΔΗΕ)
- [28] [www.kepka.org](http://www.kepka.org) (Κέντρο προστασίας καταναλωτών)
- [29] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> (Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS))

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' – ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ &  
ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**



## Περιεχόμενα

## ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

ΔΙΩΡΟΦΗ ΕΞΟΧΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Λόγω της εκτύπωσης δύο σελιδών ανά φύλλο χαρτιού, η κλίμακα των κατόψεων που αναγράφεται είναι λανθασμένη και ισχύει μόνο για κανονική εκτύπωση.

Partner for Contact:  
Order No.:  
Company:  
Customer No.:Ημερομηνία: 05.10.2010  
Υπεύθυνος επεξεργασίας: ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ


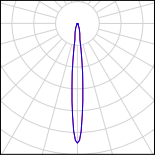

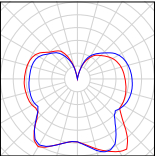

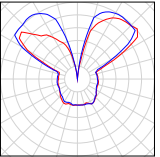

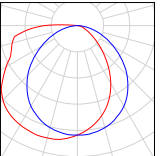

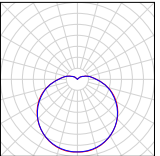
## ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Εξώφυλλο μελέτης	1
Περιεχόμενα	2
Κατάλογος φωτιστικών	4
<b>1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	8
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Κουζίνα</b>	
Περίληψη	10
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	11
<b>Τραπεζαρία</b>	
Περίληψη	12
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	13
<b>Καθιστικό</b>	
Περίληψη	14
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	15
<b>Χώρος Υποδοχής - Διάδρομος</b>	
Περίληψη	16
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	17
<b>Πλήρης Φωτισμός</b>	
Περίληψη	18
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	20
<b>Πάγκος Κουζίνα</b>	
Περίληψη	21
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	22
<b>Διακοσμητικός φωτισμός</b>	
Περίληψη	23
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	24
<b>Φωτισμός Ασφαλείας</b>	
Περίληψη	25
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	26
<b>1.2 Λουτρό</b>	
Περίληψη	27
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	28
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	29
<b>1.3 Κοιτώνας</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	30
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτιστικό Οροφής</b>	
Περίληψη	31
<b>Πορτατίφ</b>	
Περίληψη	32
<b>Πλήρης Φωτισμός</b>	
Περίληψη	33
<b>2.1 Κοιτώνας 1</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	34
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτιστικό Οροφής</b>	
Περίληψη	35
<b>Πορτατίφ</b>	
Περίληψη	36
<b>Πλήρης Φωτισμός</b>	
Περίληψη	37
<b>2.2 Κοιτώνας 2</b>	

## Περιεχόμενα


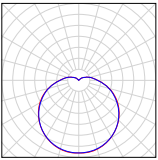

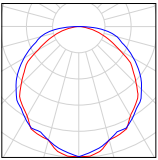

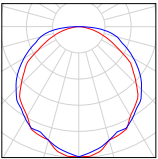

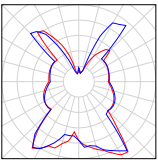
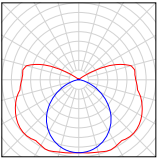
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	38
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτιστικό Οροφής</b>	
Περίληψη	39
<b>Πορτατίφ</b>	
Περίληψη	40
<b>Πλήρης Φωτισμός</b>	
Περίληψη	41
<b>2.3 Διάδρομος</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	42
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Χώλ</b>	
Περίληψη	43
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	44
<b>Σκάλες</b>	
Περίληψη	46
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	47
<b>Πλήρης Φωτισμός</b>	
Περίληψη	49
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	50
<b>Φωτισμός ασφαλείας</b>	
Περίληψη	52
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	53
<b>2.4 Λουτρό</b>	
Περίληψη	55
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	56
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	57
<b>1.4 Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	58
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτεινή σκηνή</b>	
Περίληψη	59
<b>Φωτισμός ασφαλείας</b>	
Περίληψη	60
<b>1.5 Αποθήκη</b>	
Περίληψη	61
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	62
<b>1.6 Αποθήκη Pellets</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	63
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτεινή σκηνή</b>	
Περίληψη	64
<b>Φωτισμός ασφαλείας</b>	
Περίληψη	65
<b>1.7 Η/Μ Χώρος</b>	
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	66
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτεινή σκηνή</b>	
Περίληψη	67
<b>Φωτισμός ασφαλείας</b>	
Περίληψη	68

## ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ / Κατάλογος φωτιστικών

4 Τεμάχια	ARCLUCE 2020 LIVIO Αρ. είδους: 2020 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 159 lm Ισχύς φωτιστικού: 4.5 W Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A60 Κωδικός ροής CIE: 82 92 97 100 116 Εξοπλισμός: 1 x MR16 20 WW (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).		
2 Τεμάχια	Artemide 0696 020A Logico Sospensione Mini Singola Αρ. είδους: 0696 020A Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1940 lm Ισχύς φωτιστικού: 30.0 W Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: C21 Κωδικός ροής CIE: 31 54 77 58 92 Εξοπλισμός: 1 x DST STICK 30W/825 E27 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).		
4 Τεμάχια	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte Αρ. είδους: A 00 32 00 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 640 lm Ισχύς φωτιστικού: 11.0 W Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: D23 Κωδικός ροής CIE: 29 55 78 33 68 Εξοπλισμός: 1 x DINT LL 11W/825 E14 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).		
6 Τεμάχια	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry Αρ. είδους: 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Φωτεινή ροή φωτιστικού: 0 lm Ισχύς φωτιστικού: 0.0 W Φωτισμός κινδύνου: 450 lm, 12.3 W Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A40 Κωδικός ροής CIE: 46 75 91 100 60 Εξοπλισμός: 1 x FL8/4/3B (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).		
2 Τεμάχια	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey Αρ. είδους: 747 Oblo Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3200 lm Ισχύς φωτιστικού: 40.0 W Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B31 Κωδικός ροής CIE: 37 66 87 88 72 Εξοπλισμός: 1 x L 40 W/827 C (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).		

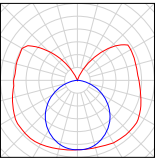
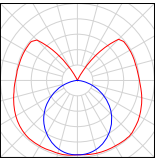
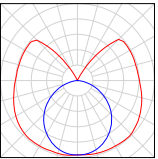
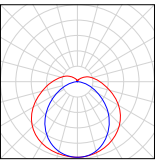
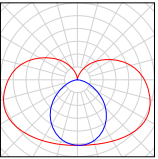
Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ / Κατάλογος φωτιστικών

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>2 Τεμάχια Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (Τύπος 2)<br/>Αρ. είδους: 747 Oblo<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 2250 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 32.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B31<br/>Κωδικός ροής CIE: 37 66 87 88 72<br/>Εξοπλισμός: 1 x L 32 W/827 C (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>       |   |    |
| <p>5 Τεμάχια FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10<br/>Αρ. είδους: 3027VST<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1700 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 24.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A40<br/>Κωδικός ροής CIE: 45 77 94 100 71<br/>Εξοπλισμός: 1 x DULUX F 24 W/827 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>           |   |    |
| <p>1 Τεμάχια FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (Τύπος 2)<br/>Αρ. είδους: 3027VST<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1100 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 18.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A40<br/>Κωδικός ροής CIE: 45 77 94 100 71<br/>Εξοπλισμός: 1 x DULUX F 18 W/827 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p> |   |    |
| <p>1 Τεμάχια FONTANAARTE S1853/0 Sospensione S1853/0 75W E27<br/>Αρ. είδους: S1853/0<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1940 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 30.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: C32<br/>Κωδικός ροής CIE: 40 62 82 57 99<br/>Εξοπλισμός: 1 x DST STICK 30W/825 E27 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>         |  |   |
| <p>2 Τεμάχια OSRAM GmbH 199283 NEPTUNE® POLY 1x36W HF<br/>Αρ. είδους: 199283<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 4400 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 36.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B21<br/>Κωδικός ροής CIE: 33 61 83 81 85<br/>Εξοπλισμός: 1 x L 36 W/66 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>                             | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p>                          |  |

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ / Κατάλογος φωτιστικών

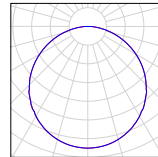
- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p>2 Τεμάχια OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N<br/>Αρ. είδους: 4008321173638<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 2650 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 21.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B11<br/>Κωδικός ροής CIE: 33 61 83 68 72<br/>Εξοπλισμός: 1 x HE 21 W/66 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>            | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p> |    |
| <p>2 Τεμάχια OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO<br/>Αρ. είδους: 4008321173744<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 2600 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 25.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B11<br/>Κωδικός ροής CIE: 34 62 84 68 92<br/>Εξοπλισμός: 1 x HE 25 W/827 ES (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>       | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p> |    |
| <p>1 Τεμάχια OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO (Τύπος 2)<br/>Αρ. είδους: 4008321173744<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3700 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 28.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B11<br/>Κωδικός ροής CIE: 34 62 84 68 92<br/>Εξοπλισμός: 1 x HE 28 W/66 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p> | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p> |    |
| <p>1 Τεμάχια OSRAM GmbH 72099 LUMILUX DUO® T5-F/P 2x21W<br/>Αρ. είδους: 72099<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3800 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 45.0 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B31<br/>Κωδικός ροής CIE: 41 71 90 88 75<br/>Εξοπλισμός: 2 x OSRAM FH 21W/840 1900lm (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>           | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p> |   |
| <p>3 Τεμάχια OSRAM GmbH 72810-27 OSRAM MINI5 ECO, 8W<br/>Αρ. είδους: 72810-27<br/>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 450 lm<br/>Ισχύς φωτιστικού: 7.5 W<br/>Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: B11<br/>Κωδικός ροής CIE: 30 57 80 71 73<br/>Εξοπλισμός: 1 x OSRAM L 8W/827 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).</p>                      | <p>Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.</p> |  |

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

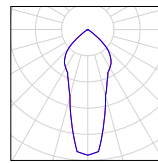
ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ / Κατάλογος φωτιστικών

1 Τεμάχια OSRAM GmbH 73030 OSRAM DULUX®  
 RONDEL 2 x 9 W  
 Αρ. είδους: 73030  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1200 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 23.4 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A40  
 Κωδικός ροής CIE: 46 77 95 100 38  
 Εξοπλισμός: 2 x DULUX® S 9 W/41-827  
 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).

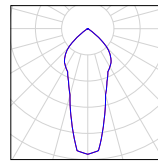
Δείτε φωτογραφία του  
 φωτιστικού στον  
 κατάλογο μας.



1 Τεμάχια WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR  
 REFLECTOR SOURCE  
 Αρ. είδους: 850.04.fc.20.0  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1800 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 26.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A60  
 Κωδικός ροής CIE: 78 100 100 100 60  
 Εξοπλισμός: 1 x DULUX D/E 26 W/840 XT  
 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).

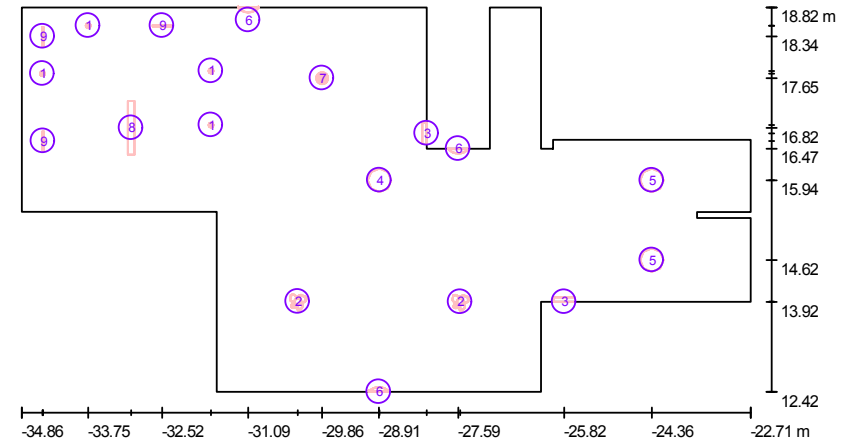


2 Τεμάχια WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR  
 REFLECTOR SOURCE (Τύπος 2)  
 Αρ. είδους: 850.04.fc.20.0  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1230 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 21.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς DIN: A60  
 Κωδικός ροής CIE: 78 100 100 100 60  
 Εξοπλισμός: 1 x DST STICK 21W/825 E27  
 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	4	ARCLUCE 2020 LIVIO
2	2	Artemide 0696 020A Logico Sospensione Mini Singola
3	2	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry
4	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey



Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)

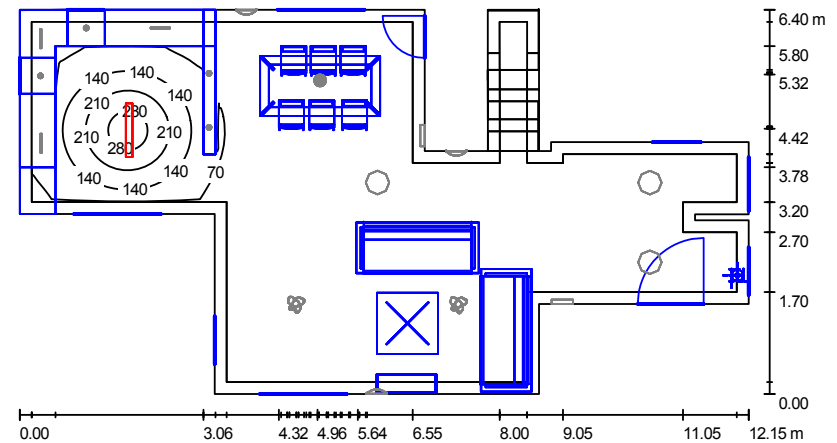
#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
5	2	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (Τύπος 2)*
6	3	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10
7	1	FONTANAARTE S1853/0 Sospensione S1853/0 75W E27
8	1	OSRAM GmbH 72099 LUMILUX DUO® T5-F/P 2x21W
9	3	OSRAM GmbH 72810-27 OSRAM MINI5 ECO, 8W

\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Κουζίνα / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	32	0.26	312	0.008
Πατώματα (32)	20	17	0.00	134	/
Οροφές (11)	70	7.65	0.19	60	/
Τοίχοι (20)	50	7.75	0.08	91	/

#### Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

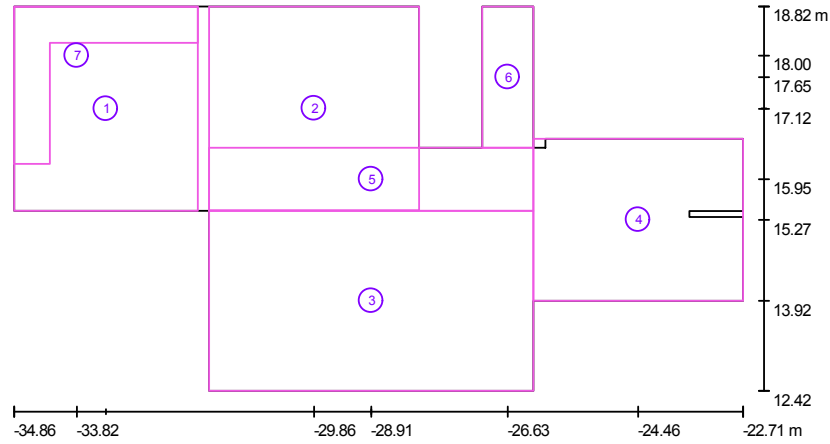
#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH 72099 LUMILUX DUO® T5-F/P 2x21W (1.000)	3800	45.0
Συνολικά:			3800	45.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $0.86 \text{ W/m}^2 = 2.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $52.48 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Κουζίνα / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

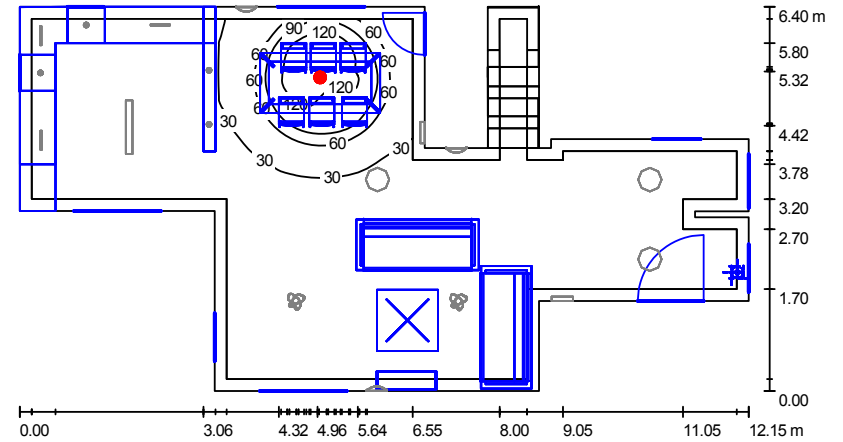
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	148	49	311	0.330	0.157
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	19	4.97	79	0.257	0.063
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	3.61	1.02	30	0.282	0.034
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	0.98	0.54	1.56	0.552	0.348
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	13	1.44	76	0.107	0.019
6	Σκάλες	Κάθετα	4 x 8	0.33	0.24	0.43	0.737	0.565
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	56	27	118	0.480	0.227

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	7	29	0.24	311	0.01	0.00

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Τραπεζαρία / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	19	0.32	141	0.016
Πατώματα (32)	20	7.30	0.00	54	/
Οροφές (11)	70	13	0.23	226	/
Τοίχοι (20)	50	7.35	0.09	92	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

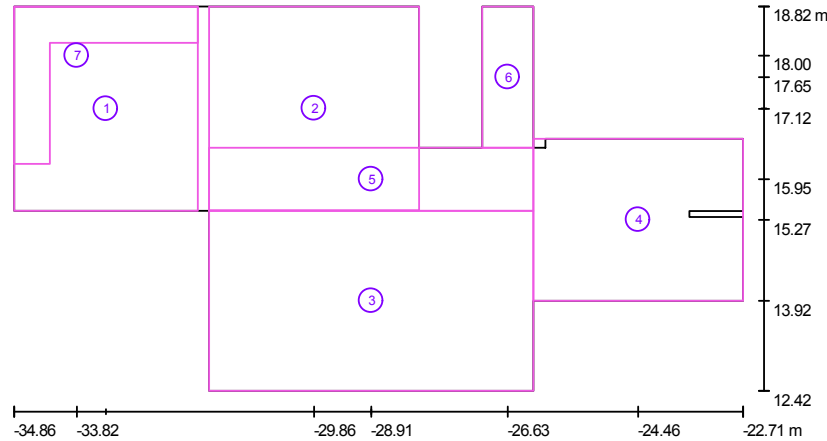
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	FONTANAARTE S1853/0 Sospensione S1853/0 75W E27 (1.000)	1940	30.0
Συνολικά:			1940	30.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.57 W/m<sup>2</sup> = 2.94 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 52.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Τραπεζαρία / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

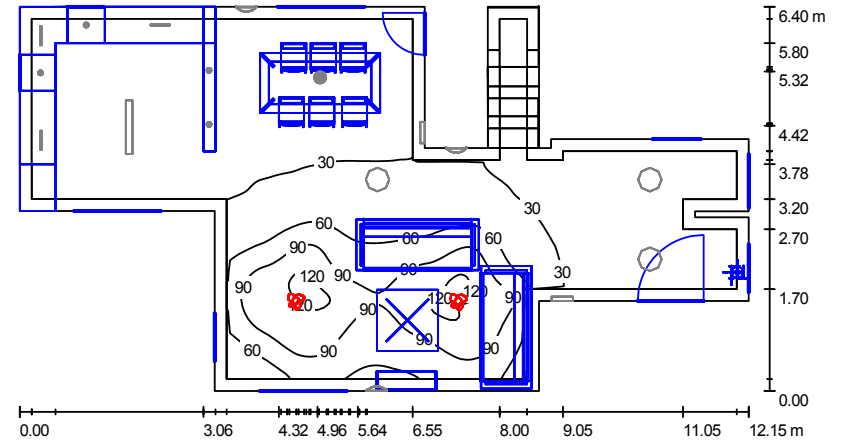
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	8.93	3.67	22	0.411	0.165
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	57	13	141	0.228	0.092
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	6.53	2.18	18	0.334	0.125
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	0.82	0.30	2.76	0.362	0.107
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	18	1.43	49	0.080	0.029
6	Σκάλες	Κάθετα	8 x 16	0.51	0.26	0.93	0.517	0.282
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	5.43	2.44	19	0.449	0.127

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	7	17	0.26	141	0.02	0.00

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Καθιστικό / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	38	1.46	126	0.038
Πατώματα (32)	20	18	0.10	70	/
Οροφές (11)	70	24	0.93	135	/
Τοίχοι (20)	50	18	0.20	105	/

Επίπεδο εργασίας:

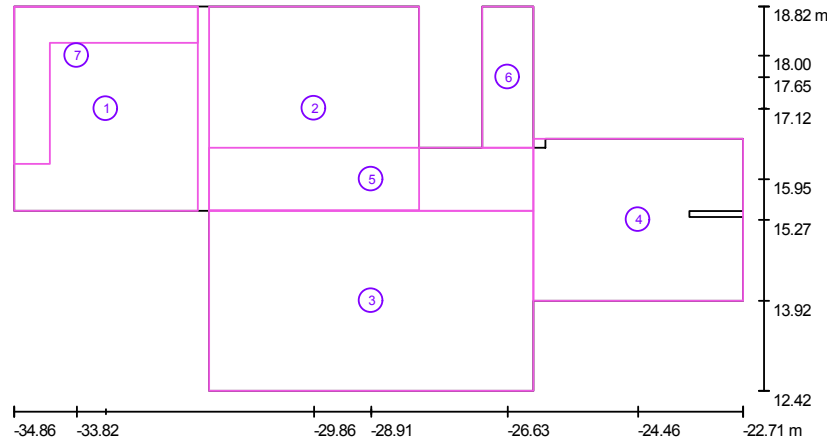
Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	Artemide 0696 020A Logico Sospensione Mini Singola (1.000)	1940	30.0
Συνολικά:			3880	60.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.14 W/m<sup>2</sup> = 2.98 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 52.48 m<sup>2</sup>)

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Καθιστικό / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

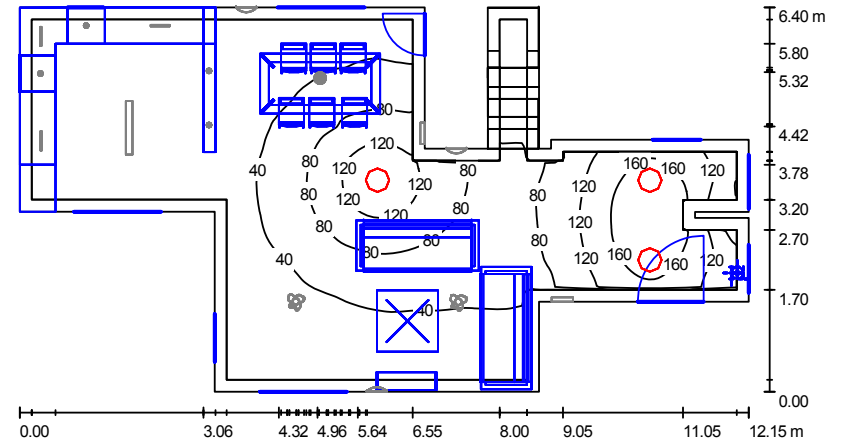
Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	4.72	1.16	15	0.245	0.077
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	20	7.75	48	0.397	0.163
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	78	31	126	0.405	0.249
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	13	2.61	45	0.206	0.059
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	33	18	48	0.554	0.376
6	Σκάλες	Κάθετα	16 x 32	12	3.07	24	0.258	0.126
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	3.11	1.36	7.32	0.437	0.186

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	7	33	1.16	126	0.03	0.01

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Χώρος Υποδοχής - Διάδρομος / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	58	3.84	187	0.066
Πατώματα (32)	20	34	0.07	116	/
Οροφές (11)	70	21	1.47	182	/
Τοίχοι (20)	50	32	0.36	336	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (1.000)	3200	40.0
2	2	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (Τύπος 2)* (1.000)	2250	32.0

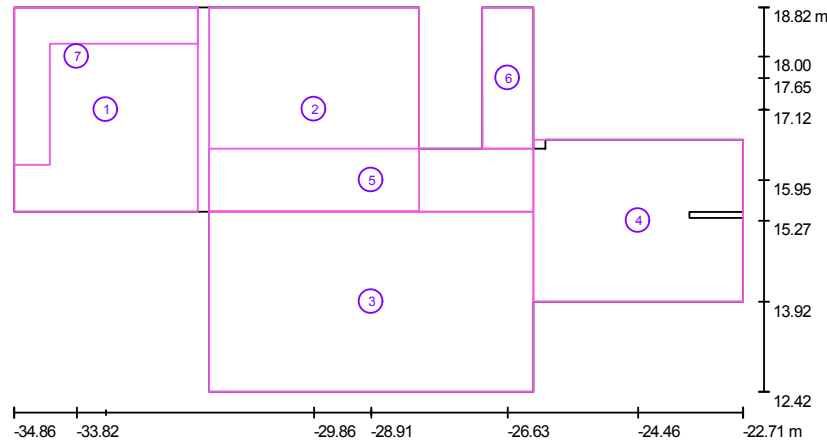
\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 7700 104.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $1.98 \text{ W/m}^2 = 3.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $52.48 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Χώρος Υποδοχής - Διάδρομος / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

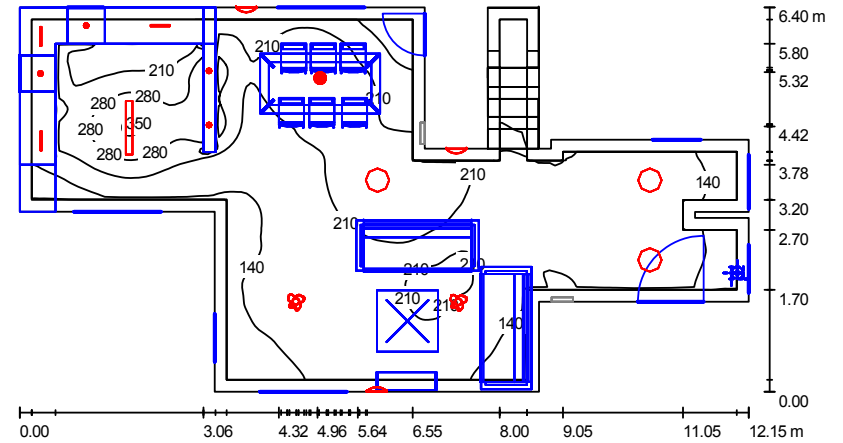
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	8.24	3.98	18	0.483	0.228
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	56	12	144	0.224	0.087
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	41	13	123	0.312	0.104
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	125	23	187	0.180	0.121
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	84	24	144	0.285	0.166
6	Σκάλες	Κάθετα	16 x 32	11	2.53	51	0.240	0.050
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	4.81	3.04	9.20	0.633	0.330

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	7	55	2.53	187	0.05	0.01

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	190	32	359	0.170
Πατώματα (32)	20	100	0.39	207	/
Οροφές (11)	70	74	7.88	269	/
Τοίχοι (20)	50	83	1.79	10120	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	ARCLUCE 2020 LIVIO (1.000)	159	4.5
2	2	Artemide 0696 020A Logico Sospensione Mini Singola (1.000)	1940	30.0
3	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (1.000)	3200	40.0
4	2	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (Τύπος 2)* (1.000)	2250	32.0
5	3	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1.000)	1700	24.0
6	1	FONTANAARTE S1853/0 Sospensione S1853/0 75W E27 (1.000)	1940	30.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη

#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
7	1	OSRAM GmbH 72099 LUMILUX DUO® T5-F/P 2x21W (1.000)	3800	45.0
8	3	OSRAM GmbH 72810-27 OSRAM MINI5 ECO, 8W (1.000)	450	7.5

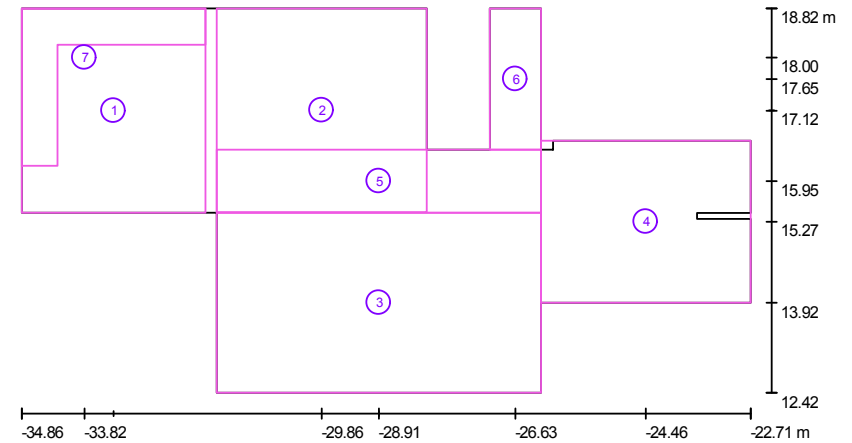
\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 24406 351.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $6.70 \text{ W/m}^2 = 3.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $52.48 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Πλήρης Φωτισμός / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

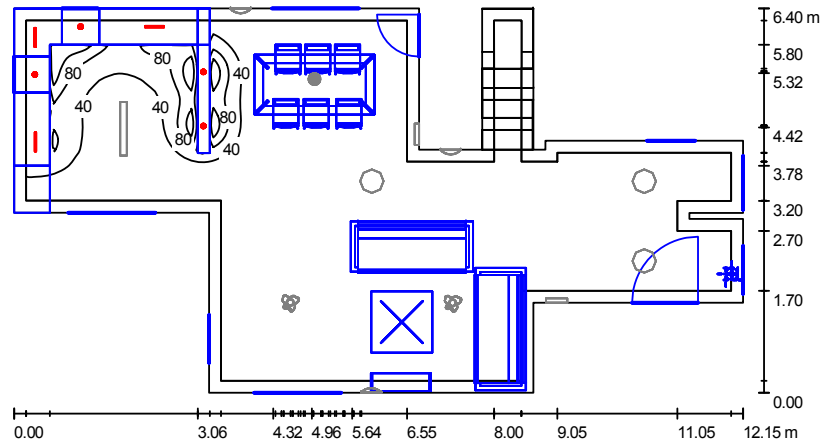
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	220	75	358	0.339	0.208
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	203	85	333	0.417	0.255
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	168	71	238	0.425	0.300
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	148	34	204	0.227	0.164
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	200	131	265	0.655	0.494
6	Σκάλες	Κάθετα	8 x 16	46	17	110	0.359	0.151
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	193	105	286	0.542	0.366

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	7	178	17	358	0.09	0.05

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Πάγκος Κουζίνα / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	11	0.11	167	0.009
Πατώματα (32)	20	6.90	0.00	93	/
Οροφές (11)	70	2.07	0.08	10	/
Τοίχοι (20)	50	4.86	0.03	388	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

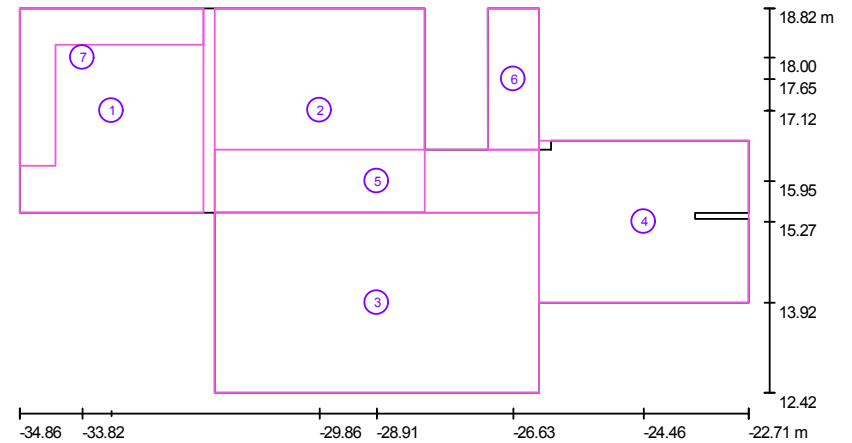
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	4	ARCLUCE 2020 LIVIO (1.000)	159	4.5
2	3	OSRAM GmbH 72810-27 OSRAM MINI5 ECO, 8W (1.000)	450	7.5

Συνολικά: 1986 40.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.77 W/m<sup>2</sup> = 6.73 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 52.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Πάγκος Κουζίνα / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

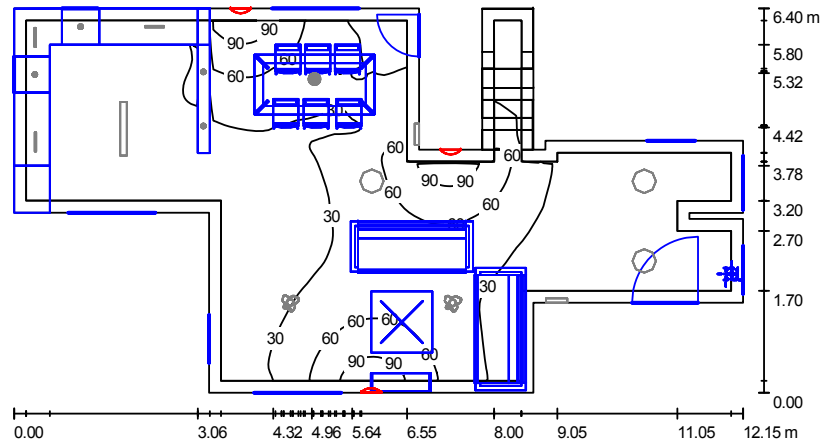
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	44	8.36	175	0.189	0.048
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	12	1.25	164	0.107	0.008
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	0.93	0.48	3.50	0.516	0.136
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	0.23	0.13	0.41	0.575	0.330
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	3.55	0.40	72	0.113	0.006
6	Σκάλες	Κάθετα	2 x 4	0.11	0.09	0.14	0.777	0.626
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	122	33	219	0.268	0.149

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
Κάθετα	7	16	0.09	219	0.01	0.00

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Διακοσμητικός φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	31	1.43	109	0.046
Πατώματα (32)	20	17	0.14	56	/
Οροφές (11)	70	7.31	0.97	76	/
Τοίχοι (20)	50	13	0.27	10043	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

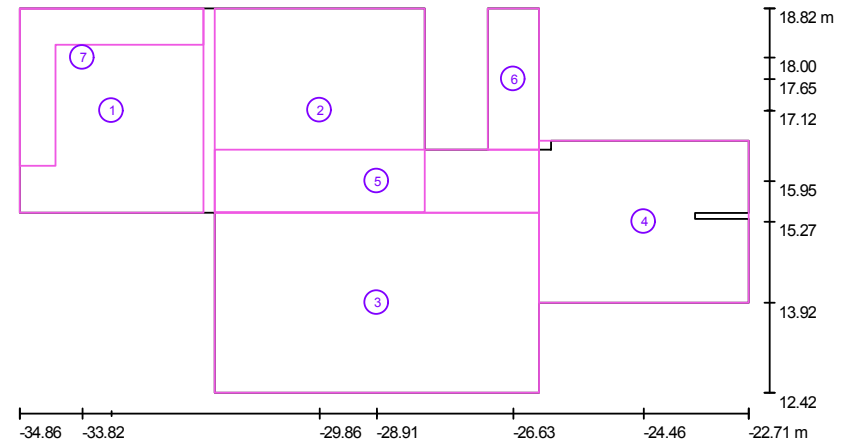
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	3	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1.000)	1700	24.0
Συνολικά:			5100	72.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.37 W/m<sup>2</sup> = 4.44 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 52.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Διακοσμητικός φωτισμός / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	7.10	1.38	47	0.194	0.029
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	41	11	114	0.272	0.099
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	39	14	114	0.346	0.120
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	9.11	1.58	39	0.174	0.041
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	50	15	113	0.311	0.137
6	Σκάλες	Κάθετα	16 x 32	23	8.43	38	0.366	0.221
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	3.31	0.95	58	0.288	0.016

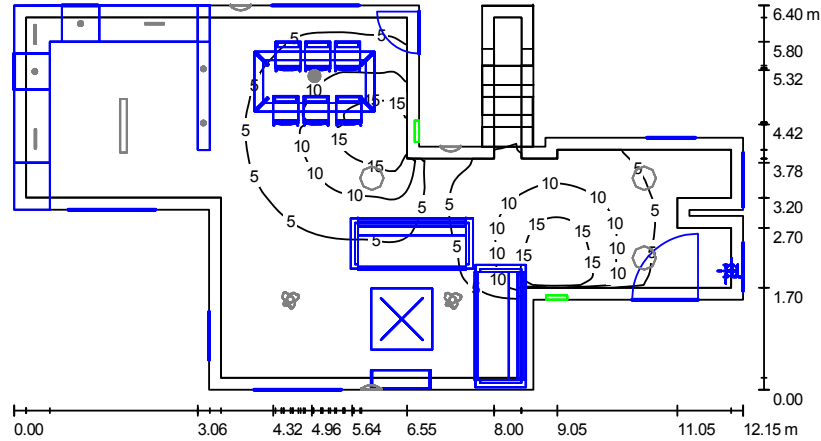
Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
Κάθετα	7	29	0.95	114	0.03	0.01



Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Φωτισμός Ασφαλείας / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	5.10	0.37	20	0.072
Πατώματα (32)	20	2.45	0.00	9.63	/
Οροφές (11)	70	2.17	0.00	61	/
Τοίχοι (20)	50	1.70	0.00	14	/

**Επίπεδο εργασίας:**

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Σκηνή φωτισμού κινδύνου (EN 1838, LG 12):  
 Λαμβάνονται υπόψη μόνον το άμεσο φως και η πρώτη ανάκλαση στο ταβάνι.

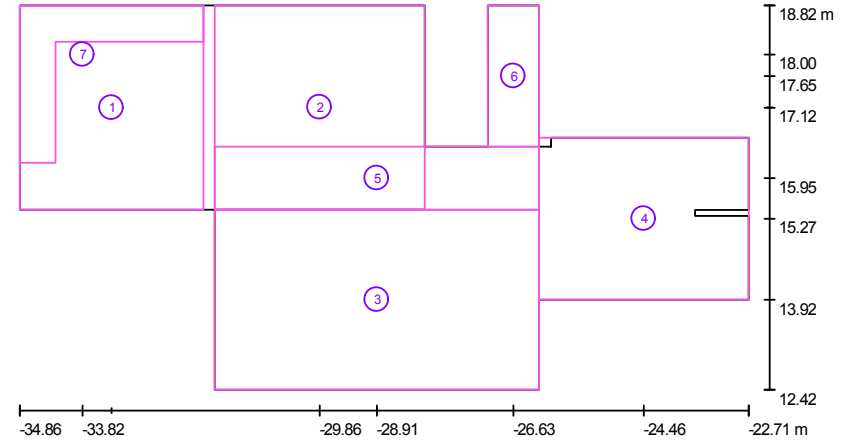
**Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών**

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (1.000)	450	12.3
Συνολικά:			900	24.6

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.47 W/m<sup>2</sup> = 9.19 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 52.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.1 Κουζίνα - Καθιστικό - Τραπεζαρία - Χώρος Υποδοχής / Φωτισμός Ασφαλείας / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 87

**Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού**

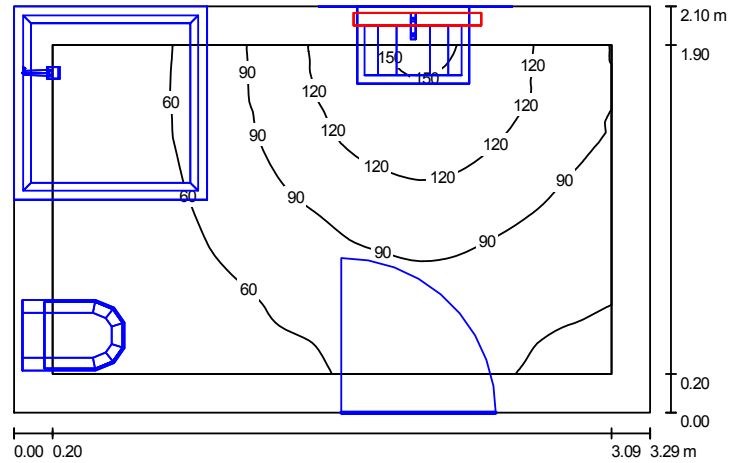
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
1	Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	1.27	0.48	2.60	0.377	0.184
2	Τραπεζαρίας	Κάθετα	128 x 128	7.86	1.84	20	0.234	0.094
3	Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	2.89	0.27	17	0.092	0.015
4	Χώρος Υποδοχής	Κάθετα	128 x 128	6.67	0.23	20	0.035	0.012
5	Διάδρομου	Κάθετα	128 x 64	7.84	2.78	19	0.354	0.150
6	Σκάλες	Κάθετα	8 x 16	3.50	0.13	6.91	0.037	0.019
7	Πάγκος Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	0.77	0.44	1.82	0.572	0.243

**Περίληψη των αποτελεσμάτων**

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
Κάθετα	7	4.78	0.13	20	0.03	0.01

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.2 Λουτρό / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.300 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80  
 Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:27

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	79	34	155	0.423
Δάπεδο	20	41	0.28	69	0.007
Οροφή	70	50	14	153	0.278
Τοίχοι (4)	50	62	3.80	7984	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

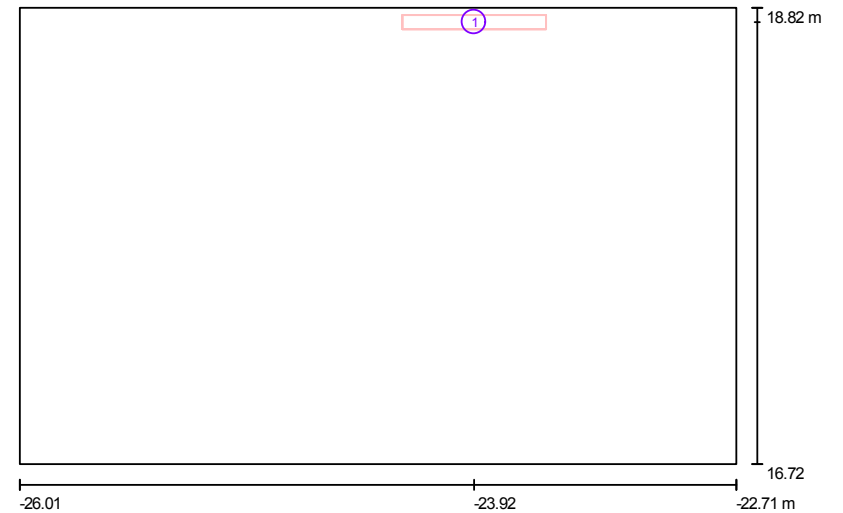
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N (1.000)	2650	21.0
Συνολικά:			2650	21.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 3.03 W/m<sup>2</sup> = 3.82 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 6.93 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.2 Λουτρό / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



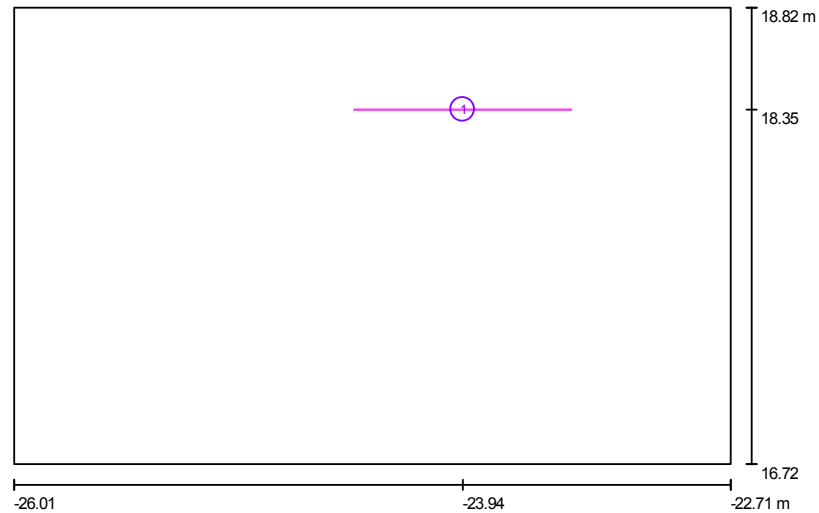
Κλίμακα 1 : 24

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.2 Λουτρό / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



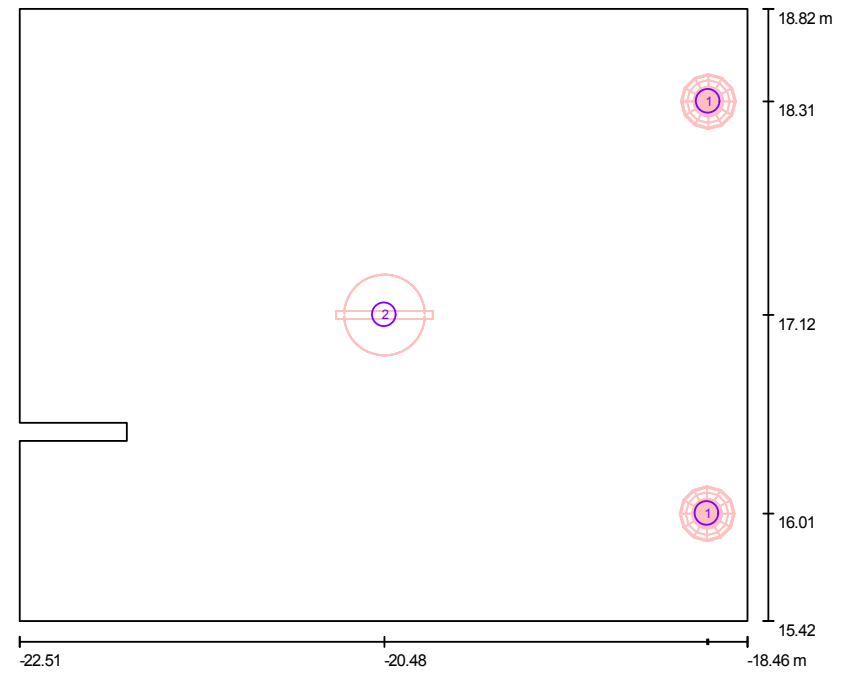
Κλίμακα 1 : 24

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Αντανάκλαση Καθρέφτη	Κάθετα	64 x 64	237	63	838	0.267	0.076

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.3 Κοιτώνας / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



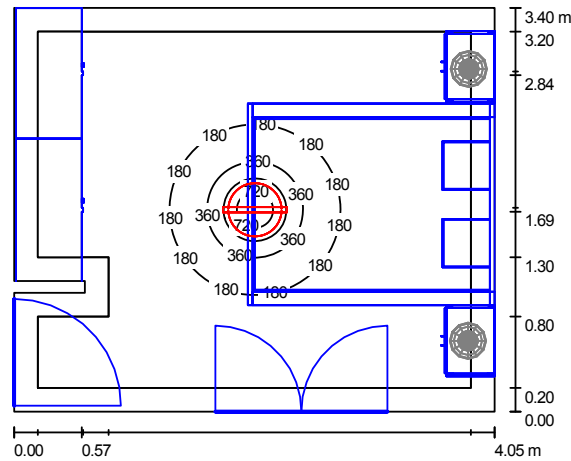
Κλίμακα 1 : 29

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	2	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.3 Κοιτώνας / Φωτιστικό Οροφής / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	91	4.14	862	0.045
Δάπεδο	20	34	0.02	274	0.001
Οροφή	70	8.59	0.58	12	0.067
Τοίχοι (8)	50	6.82	0.11	41	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

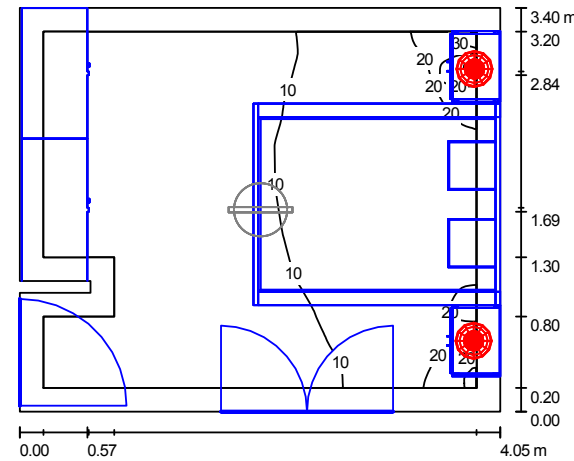
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1800	26.0
Συνολικά:			1800	26.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.89 W/m<sup>2</sup> = 2.08 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 13.73 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.3 Κοιτώνας / Πορτατίφ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	11	4.91	38	0.463
Δάπεδο	20	5.33	0.03	18	0.006
Οροφή	70	15	0.48	31	0.031
Τοίχοι (8)	50	17	0.07	602	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

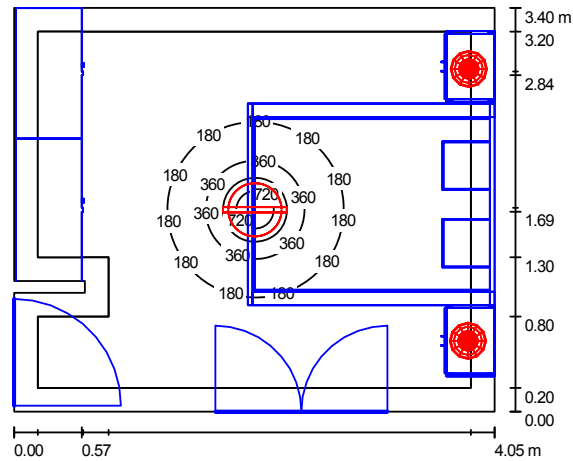
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
Συνολικά:			1280	22.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.60 W/m<sup>2</sup> = 15.13 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 13.73 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.3 Κοιτώνας / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	101	8.72	868	0.086
Δάπεδο	20	39	0.04	278	0.001
Οροφή	70	23	1.24	42	0.053
Τοίχοι (8)	50	23	0.23	606	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

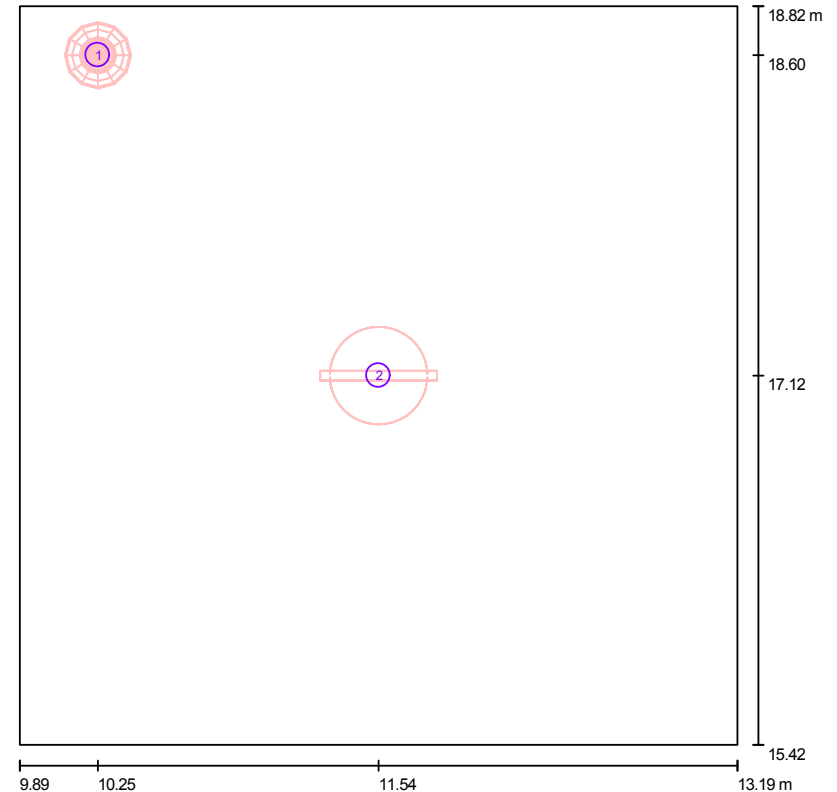
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1800	26.0
Συνολικά:			3080	48.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 3.50 W/m<sup>2</sup> = 3.47 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 13.73 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.1 Κοιτώνας 1 / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



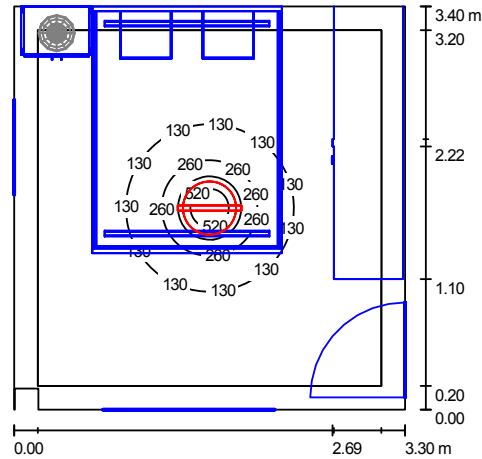
Κλίμακα 1 : 24

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.1 Κοιτώνας 1 / Φωτιστικό Οροφής / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	78	2.91	639	0.037
Δάπεδο	20	19	0.13	96	0.007
Οροφή	70	7.56	0.27	11	0.035
Τοίχοι (5)	50	5.81	0.17	26	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

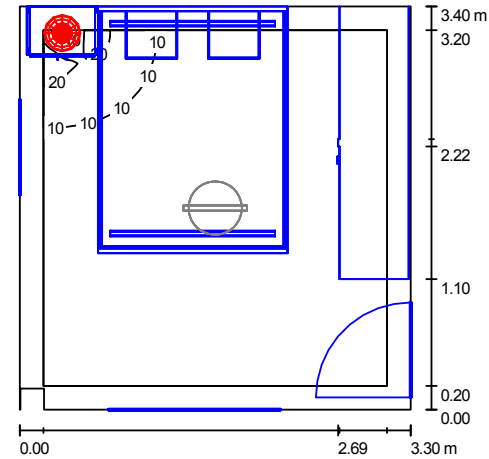
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1230	21.0
Συνολικά:			1230	21.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.87 W/m<sup>2</sup> = 2.39 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 11.22 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.1 Κοιτώνας 1 / Πορτατίφ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	5.74	2.04	30	0.354
Δάπεδο	20	2.42	0.05	16	0.022
Οροφή	70	8.46	0.13	20	0.015
Τοίχοι (5)	50	9.79	0.05	569	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

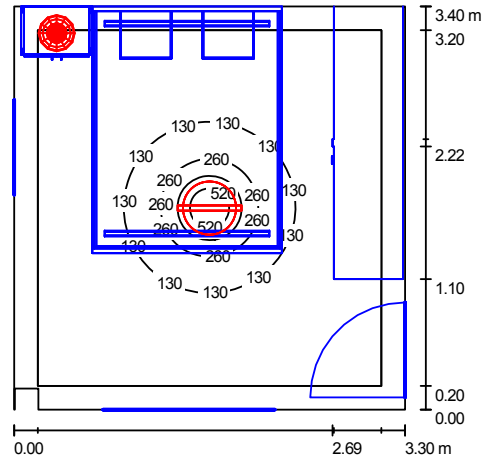
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
Συνολικά:			640	11.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.98 W/m<sup>2</sup> = 17.07 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 11.22 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.1 Κοιτώνας 1 / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	84	4.69	642	0.056
Δάπεδο	20	21	0.24	97	0.011
Οροφή	70	16	0.43	29	0.027
Τοίχοι (5)	50	15	0.26	574	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

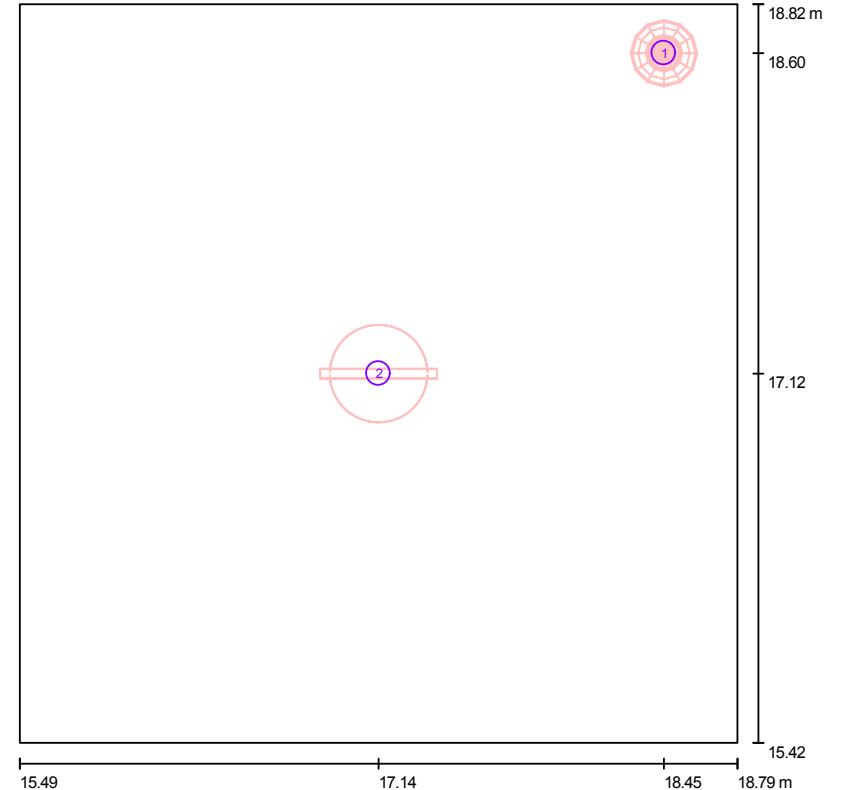
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1230	21.0
Συνολικά:			1870	32.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 2.85 W/m<sup>2</sup> = 3.41 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 11.22 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.2 Κοιτώνας 2 / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



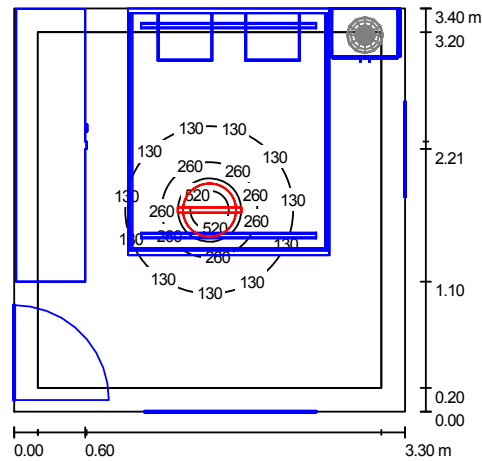
Κλίμακα 1 : 24

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

## 2.2 Κοιτώνας 2 / Φωτιστικό Οροφής / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	78	3.03	640	0.039
Δάπεδο	20	17	0.07	96	0.004
Οροφή	70	7.73	0.20	12	0.026
Τοίχοι (4)	50	6.00	0.09	26	/

## Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

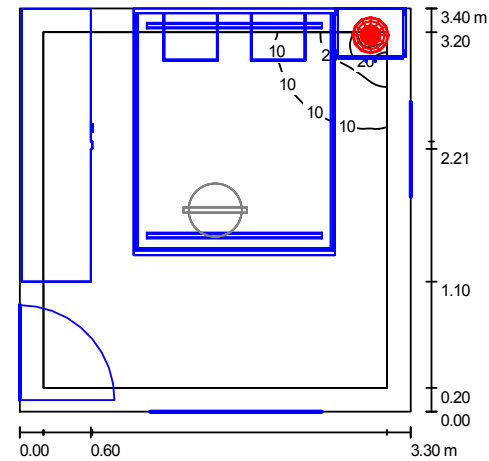
## Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1230	21.0
Συνολικά:			1230	21.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $1.87 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $11.22 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

## 2.2 Κοιτώνας 2 / Πορτατίφ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	5.73	2.18	29	0.380
Δάπεδο	20	2.34	0.03	16	0.013
Οροφή	70	8.34	0.11	20	0.013
Τοίχοι (4)	50	9.98	0.03	571	/

## Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

## Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

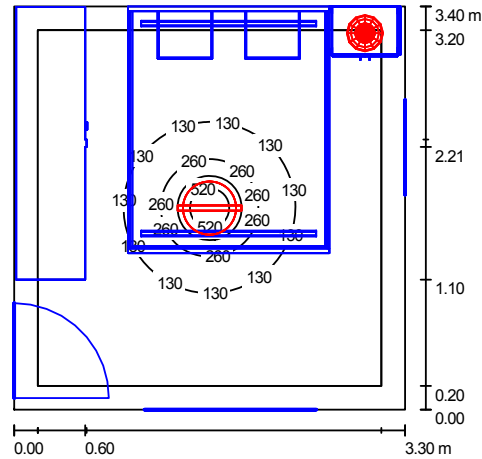
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
Συνολικά:			640	11.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $0.98 \text{ W/m}^2 = 17.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $11.22 \text{ m}^2$ )



Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.2 Κοιτώνας 2 / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	84	4.94	642	0.059
Δάπεδο	20	20	0.15	97	0.007
Οροφή	70	16	0.31	29	0.020
Τοίχοι (4)	50	16	0.11	576	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

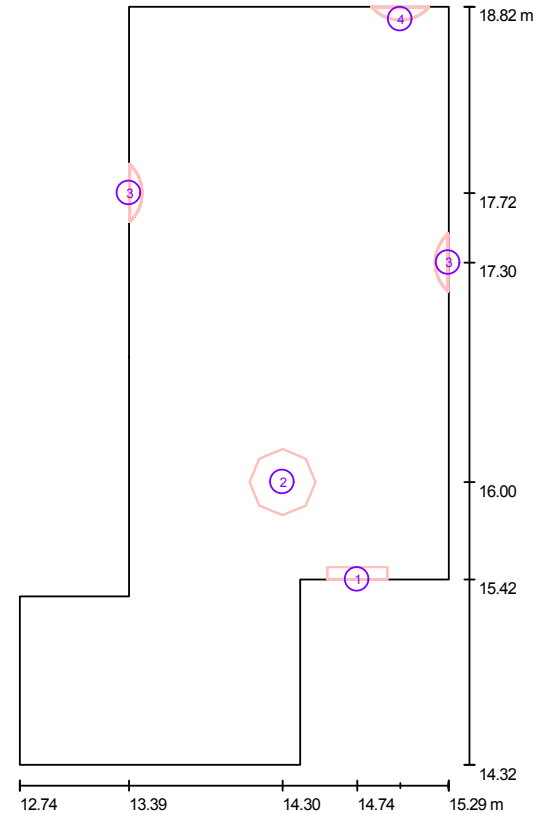
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Artemide A 00 32 00 Arcadia Notte (1.000)	640	11.0
2	1	WACO 850.04.fc.20.0 REAKTOR - REAKTOR REFLECTOR SOURCE (1.000)	1230	21.0
Συνολικά:			1870	32.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 2.85 W/m<sup>2</sup> = 3.41 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 11.22 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.3 Διάδρομος / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



Κλίμακα 1 : 31

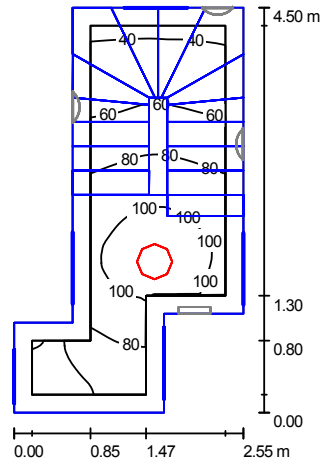
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry
2	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey
3	2	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10
4	1	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (Τύπος 2)*

\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.3 Διάδρομος / Χώλ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 6.150 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	75	30	109	0.397
Δάπεδο	20	0.50	0.05	7.41	0.097
Οροφή	70	53	14	220	0.269
Τοίχοι (9)	50	28	0.01	547	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 3.500 m  
 Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

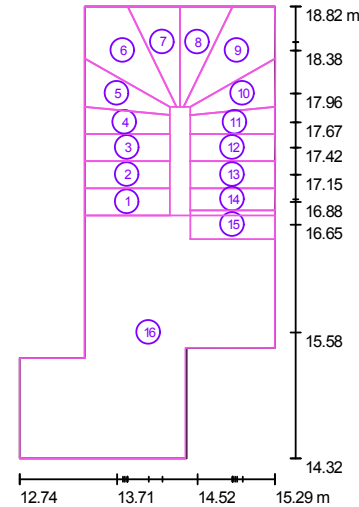
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (1.000)	3200	40.0
Συνολικά:			3200	40.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 4.86 W/m<sup>2</sup> = 6.45 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 8.23 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.3 Διάδρομος / Χώλ / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 52

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
1	Σκαλί 1	Κάθετα	4 x 8	75	69	80	0.916	0.856
2	Σκαλί 2	Κάθετα	8 x 4	62	57	66	0.921	0.868
3	Σκαλί 3	Κάθετα	8 x 4	52	48	55	0.930	0.876
4	Σκαλί 4	Κάθετα	4 x 8	44	41	46	0.947	0.900
5	Σκαλί 5	Κάθετα	32 x 16	37	33	41	0.899	0.820
6	Σκαλί 6	Κάθετα	32 x 16	31	25	37	0.797	0.673
7	Σκαλί 7	Κάθετα	32 x 16	30	27	34	0.905	0.806
8	Σκαλί 8	Κάθετα	32 x 16	28	25	31	0.899	0.806
9	Σκαλί 9	Κάθετα	32 x 16	25	21	28	0.849	0.742

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Χώλ / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

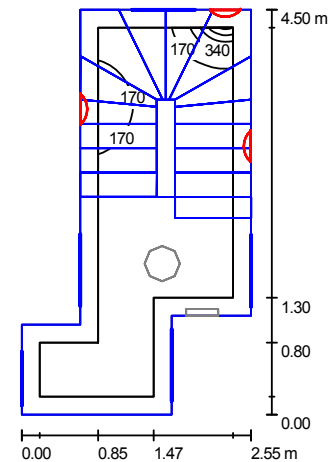
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Σκαλί 10	Κάθετα	16 x 8	25	23	27	0.911	0.858
11	Σκαλί 11	Κάθετα	8 x 4	23	22	23	0.968	0.947
12	Σκαλί 12	Κάθετα	2 x 4	17	14	21	0.795	0.656
13	Σκαλί 13	Κάθετα	4 x 2	4.66	4.50	4.79	0.966	0.940
14	Σκαλί 14	Κάθετα	4 x 1	3.38	3.32	3.43	0.985	0.970
15	Σκαλί 15	Κάθετα	4 x 2	2.61	2.51	2.71	0.963	0.928
16	Χώλ	Κάθετα	64 x 64	116	14	169	0.120	0.082

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	16	75	2.51	169	0.03	0.01

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Σκάλες / Περίληψη



Ύψος χώρου: 6.150 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	79	4.57	839	0.058
Δάπεδο	20	11	0.08	41	0.007
Οροφή	70	11	2.81	17	0.250
Τοίχοι (9)	50	25	0.02	8642	/

#### Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 3.500 m  
Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1.000)	1700	24.0
2	1	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (Τύπος 2*) (1.000)	1100	18.0

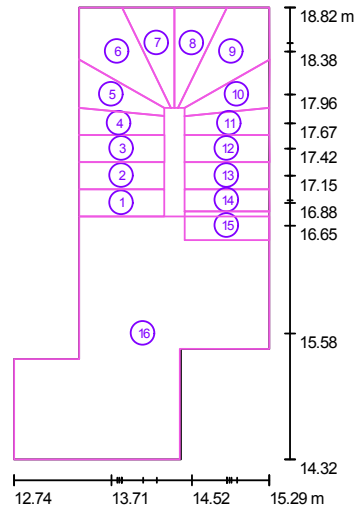
\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 4500 66.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $8.02 \text{ W/m}^2 = 10.10 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $8.23 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Σκάλες / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 52

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Σκαλί 1	Κάθετα	4 x 8	89	68	114	0.762	0.600
2	Σκαλί 2	Κάθετα	8 x 4	104	84	123	0.800	0.677
3	Σκαλί 3	Κάθετα	8 x 4	118	110	131	0.937	0.844
4	Σκαλί 4	Κάθετα	4 x 8	124	119	132	0.966	0.902
5	Σκαλί 5	Κάθετα	32 x 16	121	107	145	0.884	0.739
6	Σκαλί 6	Κάθετα	32 x 16	112	83	154	0.744	0.539
7	Σκαλί 7	Κάθετα	32 x 16	126	104	157	0.827	0.664
8	Σκαλί 8	Κάθετα	32 x 16	136	117	158	0.862	0.743
9	Σκαλί 9	Κάθετα	32 x 16	139	111	164	0.793	0.675

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Σκάλες / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

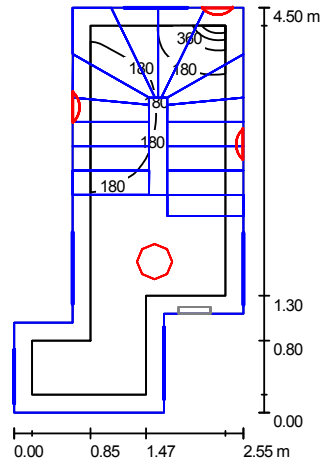
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Σκαλί 10	Κάθετα	32 x 16	151	131	163	0.873	0.807
11	Σκαλί 11	Κάθετα	8 x 4	137	111	153	0.813	0.728
12	Σκαλί 12	Κάθετα	4 x 8	117	98	133	0.837	0.734
13	Σκαλί 13	Κάθετα	8 x 4	96	82	113	0.853	0.726
14	Σκαλί 14	Κάθετα	8 x 2	77	67	93	0.871	0.724
15	Σκαλί 15	Κάθετα	8 x 4	61	55	71	0.892	0.772
16	Χωλ	Κάθετα	64 x 64	11	2.51	61	0.223	0.041

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	16	61	2.51	164	0.04	0.02

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.3 Διάδρομος / Πλήρης Φωτισμός / Περίληψη



Ύψος χώρου: 6.150 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	154	35	890	0.230
Δάπεδο	20	12	0.16	42	0.014
Οροφή	70	64	18	230	0.282
Τοίχοι (9)	50	53	0.05	8684	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 3.500 m  
 Κάνναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Disano 747 Oblo Disano 747 FC 32 CNRL-E EM grey (1.000)	3200	40.0
2	2	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (1.000)	1700	24.0
3	1	FONTANAARTE 3027VST Simple White 3027VST 36W 2G10 (Τύπος 2)* (1.000)	1100	18.0

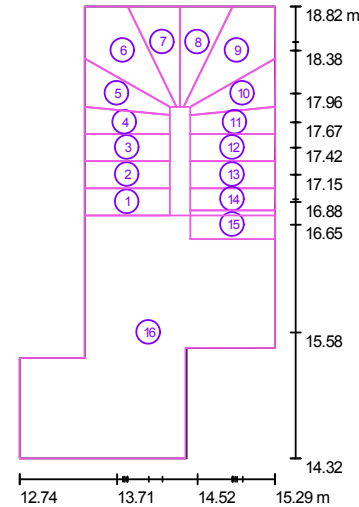
\*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 7700 106.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 12.88 W/m<sup>2</sup> = 8.34 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 8.23 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.3 Διάδρομος / Πλήρης Φωτισμός / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 52

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Σκαλί 1	Κάθετα	4 x 8	164	148	182	0.903	0.815
2	Σκαλί 2	Κάθετα	8 x 4	166	150	181	0.899	0.826
3	Σκαλί 3	Κάθετα	8 x 4	169	164	181	0.971	0.907
4	Σκαλί 4	Κάθετα	4 x 8	166	162	176	0.974	0.919
5	Σκαλί 5	Κάθετα	32 x 16	158	142	182	0.898	0.779
6	Σκαλί 6	Κάθετα	32 x 16	143	110	189	0.770	0.582
7	Σκαλί 7	Κάθετα	32 x 16	156	133	188	0.851	0.705
8	Σκαλί 8	Κάθετα	32 x 16	163	143	186	0.879	0.770
9	Σκαλί 9	Κάθετα	32 x 16	164	132	189	0.803	0.699

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Πλήρης Φωτισμός / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

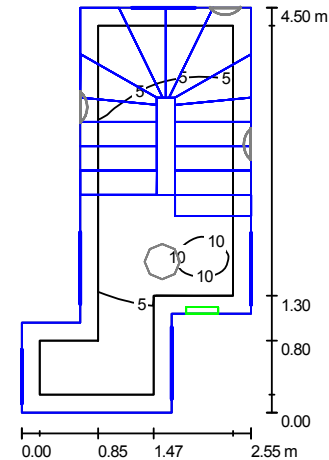
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Σκαλί 10	Κάθετα	32 x 16	175	159	188	0.906	0.844
11	Σκαλί 11	Κάθετα	8 x 4	159	135	175	0.851	0.770
12	Σκαλί 12	Κάθετα	4 x 8	134	113	154	0.843	0.732
13	Σκαλί 13	Κάθετα	8 x 4	101	87	118	0.861	0.735
14	Σκαλί 14	Κάθετα	8 x 2	81	70	94	0.872	0.747
15	Σκαλί 15	Κάθετα	8 x 4	64	57	73	0.897	0.778
16	Χωλ	Κάθετα	64 x 64	127	18	181	0.143	0.100

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	16	136	18	189	0.13	0.10

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Φωτισμός ασφαλείας / Περίληψη



Ύψος χώρου: 6.150 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	5.71	0.29	10	0.051
Δάπεδο	20	0.00	0.00	0.01	0.000
Οροφή	70	4.29	0.00	26	0.000
Τοίχοι (9)	50	1.82	0.00	73	/

#### Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 3.500 m  
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Σκηνή φωτισμού κινδύνου (EN 1838, LG 12):

Λαμβάνονται υπόψη μόνον το άμεσο φως και η πρώτη ανάκλαση στο ταβάνι.

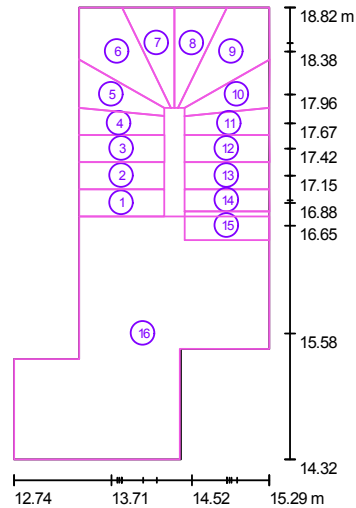
#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (1.000)	450	12.3
Συνολικά:			450	12.3

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $1.49 \text{ W/m}^2 = 26.20 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $8.23 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Φωτισμός ασφαλείας / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 52

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Σκαλί 1	Κάθετα	4 x 8	5.76	4.78	6.76	0.830	0.708
2	Σκαλί 2	Κάθετα	8 x 4	4.97	4.25	5.70	0.854	0.745
3	Σκαλί 3	Κάθετα	8 x 4	4.30	3.75	4.84	0.873	0.774
4	Σκαλί 4	Κάθετα	4 x 8	3.70	3.29	4.12	0.890	0.798
5	Σκαλί 5	Κάθετα	8 x 4	3.16	2.78	3.60	0.881	0.772
6	Σκαλί 6	Κάθετα	16 x 8	2.70	2.27	3.27	0.841	0.694
7	Σκαλί 7	Κάθετα	8 x 4	2.64	2.37	3.00	0.897	0.790
8	Σκαλί 8	Κάθετα	8 x 4	2.55	2.38	2.78	0.934	0.855
9	Σκαλί 9	Κάθετα	16 x 8	2.41	2.20	2.59	0.912	0.847

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

### 2.3 Διάδρομος / Φωτισμός ασφαλείας / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

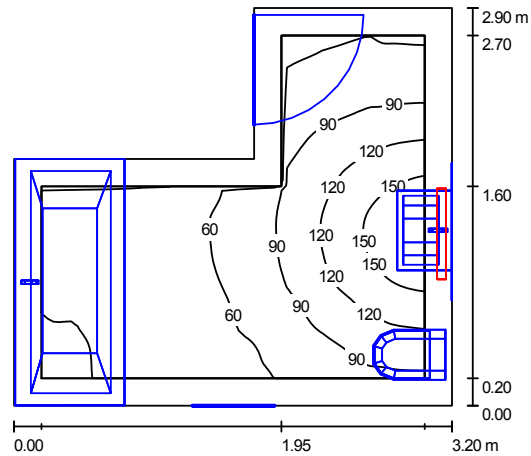
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Σκαλί 10	Κάθετα	8 x 4	2.37	2.26	2.43	0.953	0.928
11	Σκαλί 11	Κάθετα	8 x 4	0.29	0.27	0.63	0.939	0.432
12	Σκαλί 12	Κάθετα	2 x 4	0.25	0.25	0.25	1.000	1.000
13	Σκαλί 13	Κάθετα	4 x 2	0.16	0.16	0.16	1.000	1.000
14	Σκαλί 14	Κάθετα	4 x 1	0.10	0.10	0.10	1.000	1.000
15	Σκαλί 15	Κάθετα	4 x 2	0.07	0.07	0.07	1.000	1.000
16	Χωλ	Κάθετα	64 x 64	7.86	0.05	20	0.006	0.002

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	16	5.25	0.05	20	0.01	0.00

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.4 Λουτρό / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.200 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80  
 Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:38

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	78	28	175	0.359
Δάπεδο	20	39	0.15	71	0.004
Οροφή	70	47	16	137	0.347
Τοίχοι (6)	50	56	1.01	6605	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

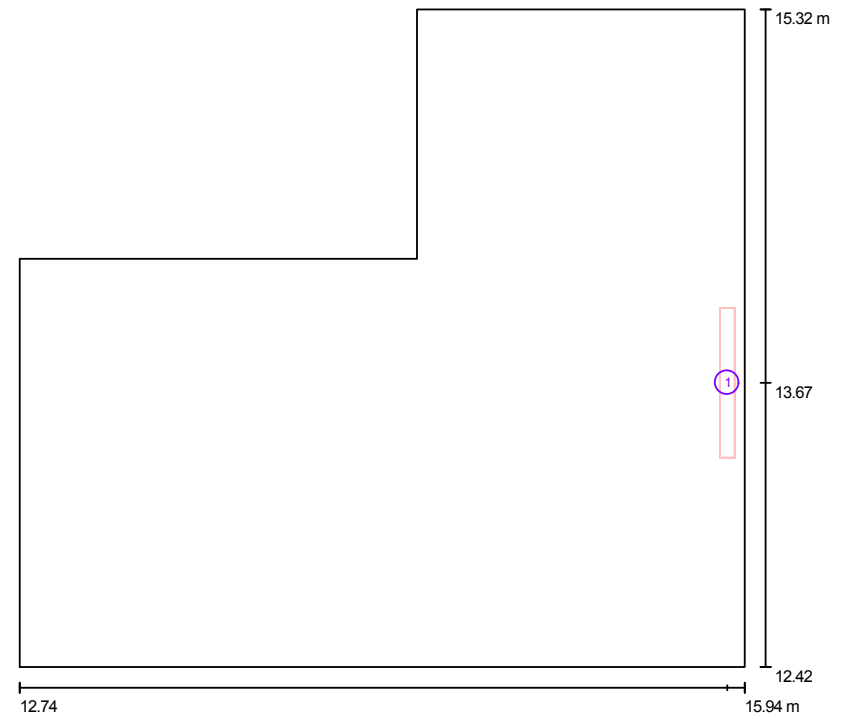
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N (1.000)	2650	21.0
Συνολικά:			2650	21.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 2.86 W/m<sup>2</sup> = 3.68 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 7.35 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.4 Λουτρό / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



Κλίμακα 1 : 23

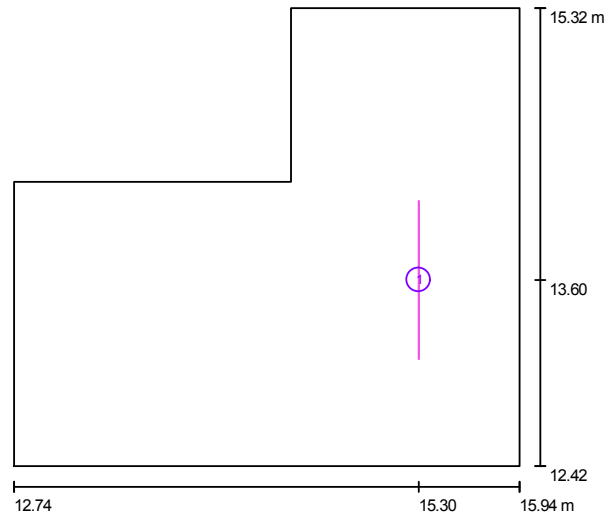
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	OSRAM GmbH 4008321173638 AQUALINE RTP-R 1L18 N



Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

2.4 Λουτρό / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



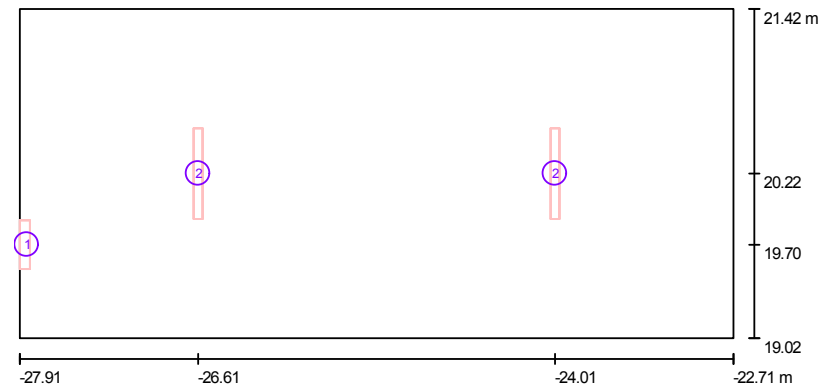
Κλίμακα 1 : 33

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Αντανάκλαση Καθρέφτη	Ημισφαιρικά	64 x 64	158	93	234	0.588	0.395

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.4 Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



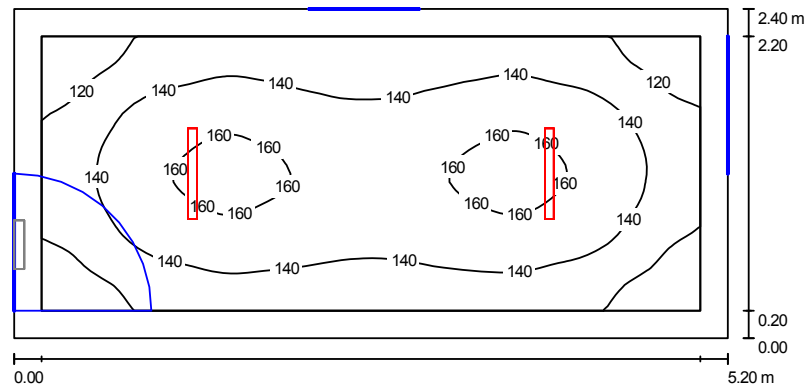
Κλίμακα 1 : 38

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry
2	2	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.4 Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο / Φωτεινή σκηνή / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.750 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:38

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	140	101	165	0.717
Δάπεδο	20	97	66	114	0.685
Οροφή	70	106	38	314	0.354
Τοίχοι (4)	50	98	41	225	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 32 x 64 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

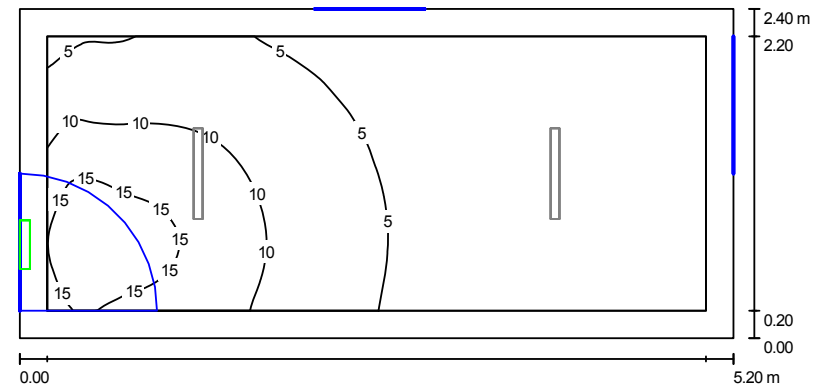
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO (1.000)	2600	25.0
Συνολικά:			5200	50.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 4.01 W/m<sup>2</sup> = 2.86 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 12.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.4 Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο / Φωτισμός ασφαλείας / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.750 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:38

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	6.04	1.03	18	0.170
Δάπεδο	20	3.85	1.08	7.78	0.281
Οροφή	70	2.44	0.00	8.45	0.000
Τοίχοι (4)	50	3.21	0.10	45	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 64 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Σκηνή φωτισμού κινδύνου (EN 1838, LG 12):

Λαμβάνονται υπόψη μόνον το άμεσο φως και η πρώτη ανάκλαση στο ταβάνι.

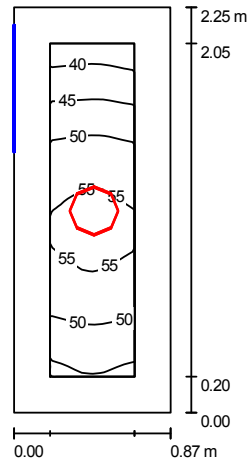
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (1.000)	450	12.3
Συνολικά:			450	12.3

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.99 W/m<sup>2</sup> = 16.31 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 12.48 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.5 Αποθήκη / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.850 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.760 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80  
 Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:29

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	50	38	57	0.765
Δάπεδο	20	25	20	29	0.787
Οροφή	70	22	16	26	0.733
Τοίχοι (4)	50	39	8.81	240	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 32 x 8 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

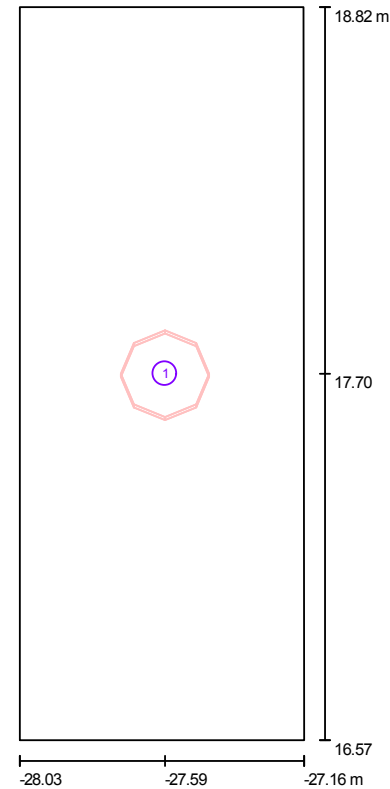
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH 73030 OSRAM DULUX® RONDEL 2 x 9 W (1.000)	1200	23.4
Συνολικά:			1200	23.4

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 11.95 W/m<sup>2</sup> = 24.00 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 1.96 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.5 Αποθήκη / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



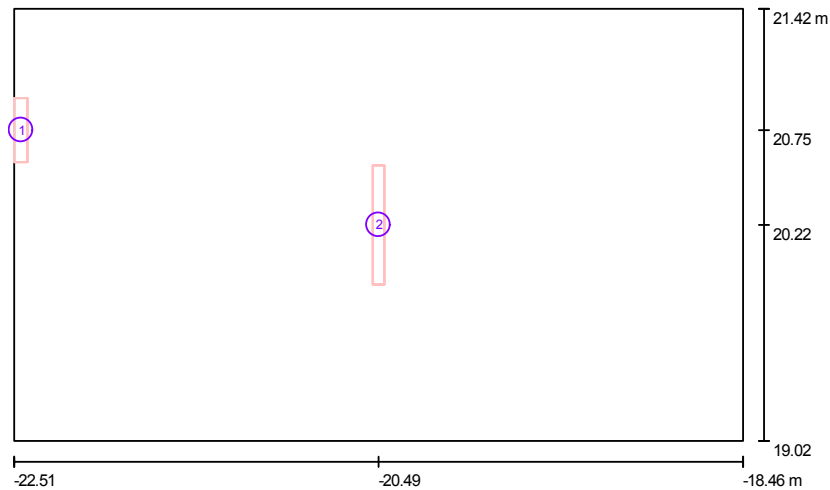
Κλίμακα 1 : 16

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	OSRAM GmbH 73030 OSRAM DULUX® RONDEL 2 x 9 W

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.6 Αποθήκη Pellets / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



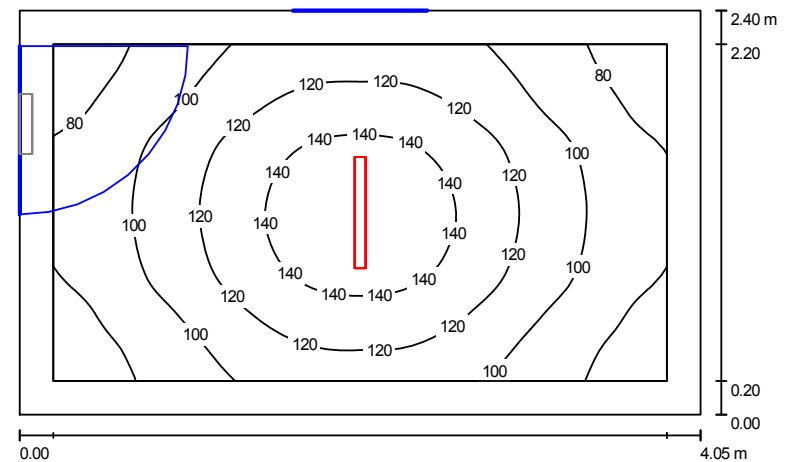
Κλίμακα 1 : 29

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry
2	1	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.6 Αποθήκη Pellets / Φωτεινή σκηνή / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.750 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:31

Επιφάνεια	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	110	66	154	0.607
Δάπεδο	20	71	46	90	0.651
Οροφή	20	89	23	400	0.254
Τοίχοι (4)	50	69	21	121	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάνναβος: 64 x 32 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

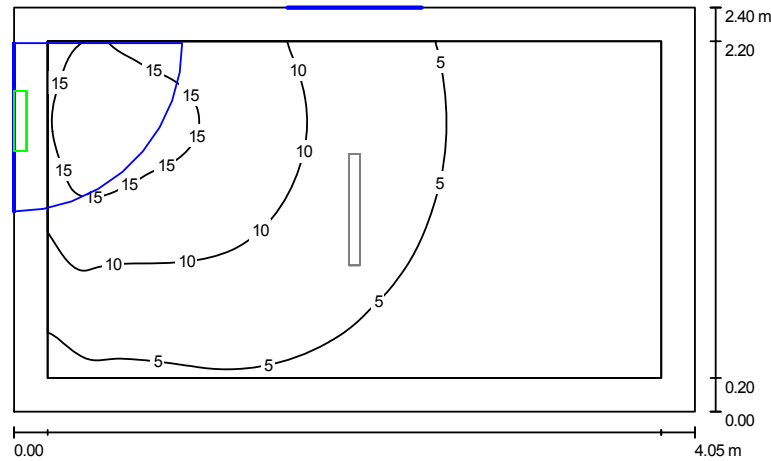
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH 4008321173744 AQUALINE RTP-R 1L24 HO (1.000)	3700	28.0

Συνολικά: 3700 28.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $2.88 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $9.72 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.6 Αποθήκη Pellets / Φωτισμός ασφαλείας / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.750 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:31

Επιφάνεια	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	7.07	1.57	18	0.223
Δάπεδο	20	4.25	1.57	7.54	0.369
Οροφή	20	3.15	0.00	20	0.000
Τοίχοι (4)	50	3.61	0.04	46	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάναβος: 128 x 64 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Σκηνή φωτισμού κινδύνου (EN 1838, LG 12):  
 Λαμβάνονται υπόψη μόνον το άμεσο φως και η πρώτη ανάκλαση στο ταβάνι.

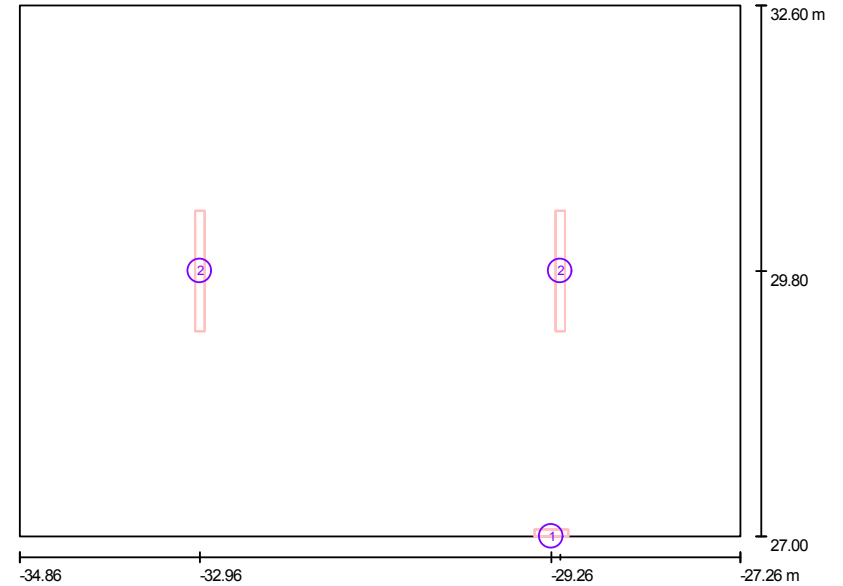
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (1.000)	450	12.3
Συνολικά:			450	12.3

Ειδικό φορτίο σύνδεσης:  $1.27 \text{ W/m}^2 = 17.90 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$  (Βασική επιφάνεια:  $9.72 \text{ m}^2$ )

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.7 Η/Μ Χώρος / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)



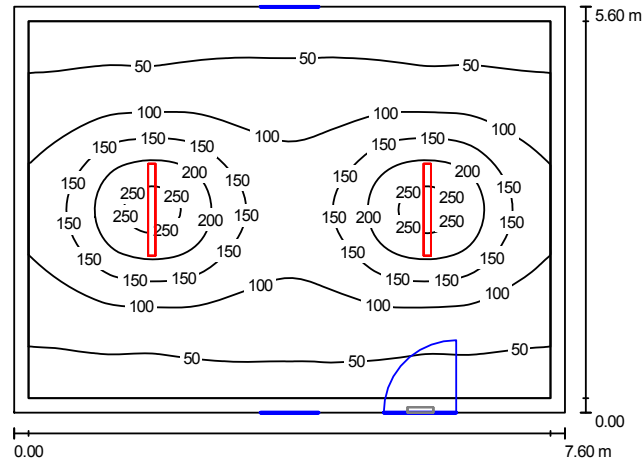
Κλίμακα 1 : 55

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry
2	2	OSRAM GmbH 199283 NEPTUNE® POLY 1x36W HF

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.7 Η/Μ Χώρος / Φωτεινή σκηνή / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:72

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	104	33	269	0.320
Δάπεδο	20	80	34	136	0.429
Οροφή	20	42	26	64	0.622
Τοίχοι (4)	50	54	25	143	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάναβος: 64 x 64 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

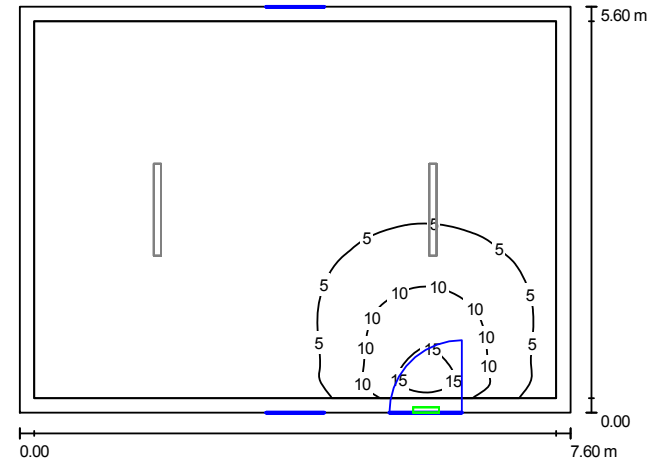
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH 199283 NEPTUNE® POLY 1x36W HF (1.000)	4400	36.0
Συνολικά:			8800	72.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 1.69 W/m<sup>2</sup> = 1.62 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 42.56 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

1.7 Η/Μ Χώρος / Φωτισμός ασφαλείας / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:72

Επιφάνεια	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Επίπεδο εργασίας	/	2.71	0.12	17	0.043
Δάπεδο	20	2.04	0.13	7.41	0.064
Οροφή	20	0.60	0.01	1.38	0.010
Τοίχοι (4)	50	1.16	0.02	5.49	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m  
 Κάναβος: 128 x 128 Σημεία  
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

Σκηνή φωτισμού κινδύνου (EN 1838, LG 12):

Λαμβάνονται υπόψη μόνον το άμεσο φως και η πρώτη ανάκλαση στο ταβάνι.

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Disano 617 Safety only 1hr maintained emergency S.A. Disano 617 1x8 CELL-E grey + 322 Baffle plate for asymmetry (1.000)	450	12.3
Συνολικά:			450	12.3

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 0.29 W/m<sup>2</sup> = 10.67 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Βασική επιφάνεια: 42.56 m<sup>2</sup>)

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

## ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

ΔΙΩΡΟΦΗ ΕΞΟΧΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Λόγω της εκτύπωσης δύο σελιδών ανά φύλλο χαρτιού, η κλίμακα των κατόψεων που αναγράφεται είναι λανθασμένη και ισχύει μόνο για κανονική εκτύπωση.

Partner for Contact:  
 Order No.:  
 Company:  
 Customer No.:

Ημερομηνία: 01.10.2010  
 Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας

## Περιεχόμενα

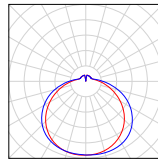
### ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Εξώφυλλο μελέτης	1
Περιεχόμενα	2
<b>Εξωτερικός Φωτισμός</b>	
Κατάλογος φωτιστικών	3
Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)	5
<b>Φωτεινές σκηνές</b>	
<b>Φωτισμός Μονοπατιού - Μπροστά Κήπου</b>	
Στοιχεία σχεδιασμού	7
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	8
Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων	10
<b>Φωτισμός Βεραντών</b>	
Στοιχεία σχεδιασμού	11
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	12
Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων	14
<b>Φωτισμός Πίσω Κήπου</b>	
Στοιχεία σχεδιασμού	15
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	16
Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων	18
<b>Parking</b>	
Στοιχεία σχεδιασμού	19
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	20
Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων	22
<b>Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου</b>	
Στοιχεία σχεδιασμού	23
Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)	25
Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων	27

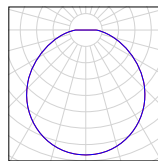
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

## Εξωτερικός Φωτισμός / Κατάλογος φωτιστικών

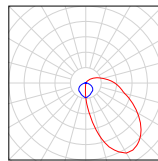
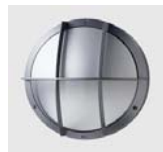
1 Τεμάχια Artemide T 27 00 70 Pantarei 190  
 Αρ. είδους: T 27 00 70  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 600 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 10.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 86  
 Κωδικός ροής CIE: 38 68 88 86 33  
 Εξοπλισμός: 1 x TC-D (G24d-1) (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



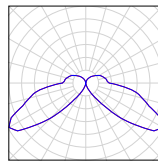
1 Τεμάχια ERCO 44567000 Site Ceiling-/wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W  
 Αρ. είδους: 44567000  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3200 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 45.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
 Κωδικός ροής CIE: 45 75 92 100 46  
 Εξοπλισμός: 1 x TC-TEL 42W (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



10 Τεμάχια ERCO 44570000 Site Wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W  
 Αρ. είδους: 44570000  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3200 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 42.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 86  
 Κωδικός ροής CIE: 32 65 87 86 36  
 Εξοπλισμός: 1 x DULUX T/E 42 W/830 PLUS (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).

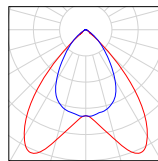


22 Τεμάχια HavellsSylvania 4041088 SKYLINE  
 Αρ. είδους: 4041088  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 500 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 10.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 78  
 Κωδικός ροής CIE: 07 42 79 78 63  
 Εξοπλισμός: 1 x DSST CL A 10W/827 E27 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



2 Τεμάχια OSRAM GmbH 4008321940148 HALODIUM II TS AZ 70W NAV  
 Αρ. είδους: 4008321940148  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 7000 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 70.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
 Κωδικός ροής CIE: 79 98 100 100 69  
 Εξοπλισμός: 1 x NAV-TS 70W SUPER (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).

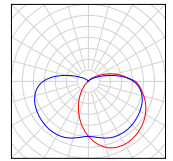
Δείτε φωτογραφία του φωτιστικού στον κατάλογο μας.



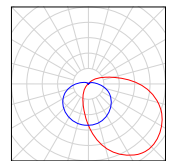
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

## Εξωτερικός Φωτισμός / Κατάλογος φωτιστικών

1 Τεμάχια SIMES S.6529 PLAFONIERA BUL  
 Αρ. είδους: S.6529  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 600 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 10.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 81  
 Κωδικός ροής CIE: 30 56 80 81 32  
 Εξοπλισμός: 1 x TC-D 10W G24d-1 10 W (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



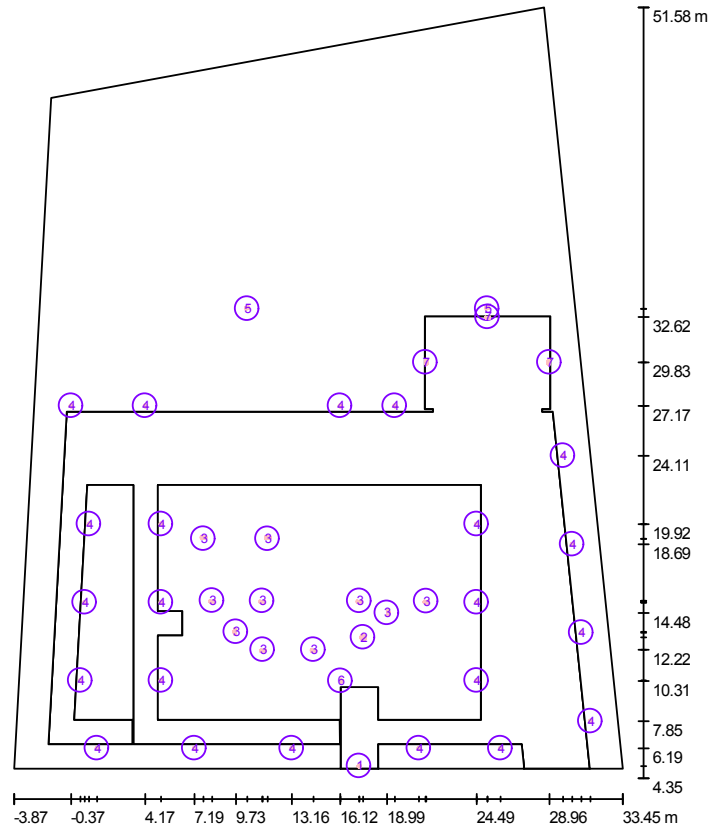
3 Τεμάχια SIMES S.659 PLAFONIERA OVAL  
 Αρ. είδους: S.659  
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1440 lm  
 Ισχύς φωτιστικού: 22.0 W  
 Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 86  
 Κωδικός ροής CIE: 31 59 83 87 24  
 Εξοπλισμός: 1 x DINT LL 22W/825 E27 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).





Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

**Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)**



Κλίμακα 1 : 320

**Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών**

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
1	1	Artemide T 27 00 70 Pantarei 190
2	1	ERCO 44567000 Site Ceiling-/wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W
3	10	ERCO 44570000 Site Wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W
4	22	HavellsSylvania 4041088 SKYLINE

Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

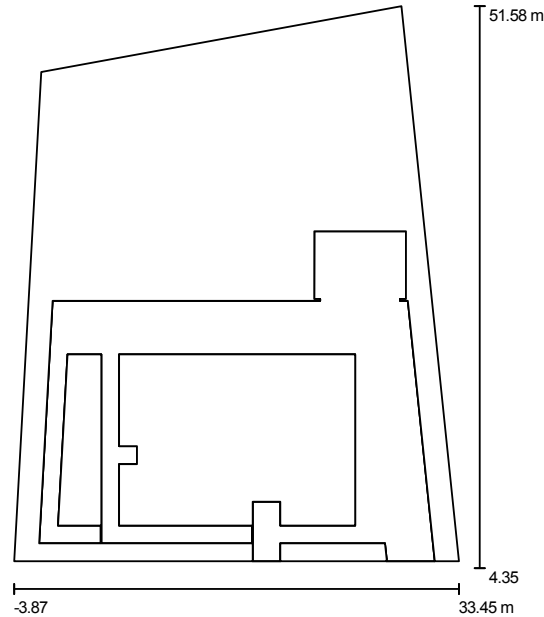
**Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτιστικά (σχέδιο θέσεων)**

**Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών**

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία
5	2	OSRAM GmbH 4008321940148 HALODIUMII TS AZ 70W NAV
6	1	SIMES S.6529 PLAFONIERA BUL
7	3	SIMES S.659 PLAFONIERA OVAL

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Μονοπατιού - Μπροστά Κήπου / Στοιχεία σχεδιασμού



Συντελεστής συντήρησης: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 15.0%

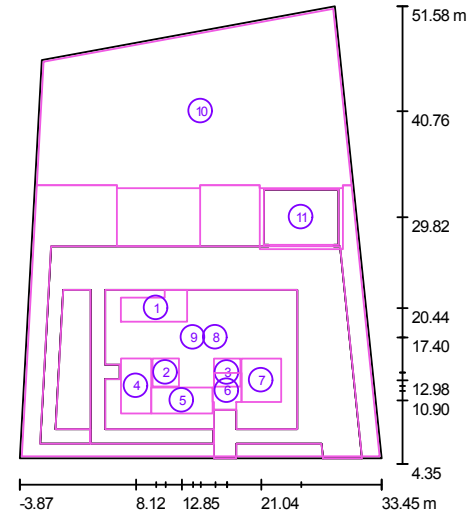
Κλίμακα 1:438

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Artemide T 27 00 70 Pantarei 190 (1.000)	600	10.0
2	22	HavellsSylvania 4041088 SKYLINE (1.000)	500	10.0
3	1	SIMES S.6529 PLAFONIERA BUL (1.000)	600	10.0
Συνολικά:			12200	240.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Μονοπατιού - Μπροστά Κήπου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 538

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Βεράντα Τραπεζαρίας	Κάθετα	8 x 4	0.08	0.05	0.11	0.717	0.509
2	Βεράντα Κοιτώνα 1	Κάθετα	128 x 128	0.02	0.02	0.02	0.888	0.816
3	Βεράντα Κοιτώνα 2	Κάθετα	128 x 128	0.02	0.02	0.02	0.915	0.758
4	Βεράντα Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	0.07	0.04	0.27	0.537	0.143
5	Βεράντα Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	0.08	0.06	0.20	0.739	0.296
6	Βεράντα Εισόδου	Κάθετα	128 x 128	5.18	0.29	141	0.056	0.002
7	Βεράντα Κοιτώνα	Κάθετα	16 x 16	0.14	0.08	0.34	0.559	0.223
8	Μονοπάτι	Κάθετα	128 x 128	3.64	0.10	29	0.028	0.003
9	Μπροστά Κήπος	Κάθετα	128 x 128	4.29	0.05	31	0.011	0.002

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Μονοπατιού - Μπροστά Κήπου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

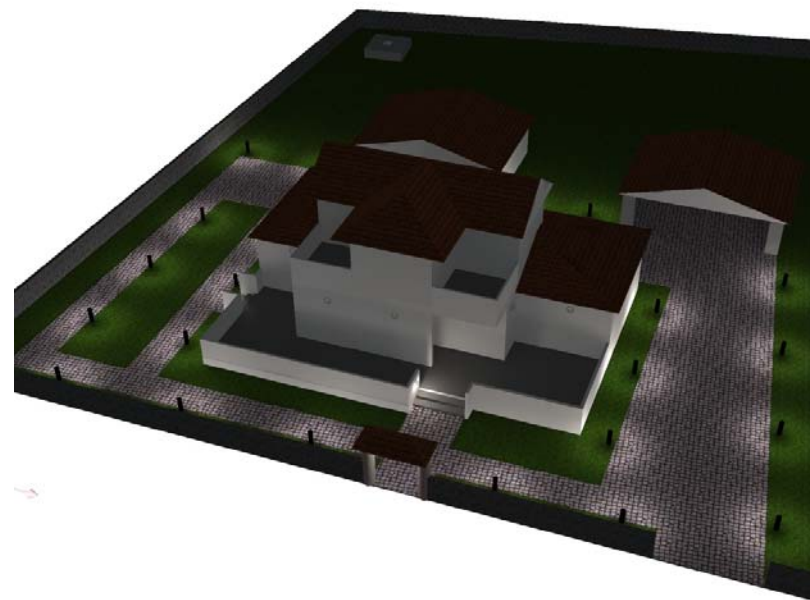
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Πίσω κήπος	Κάθετα	128 x 128	0.01	0.00	0.09	0.182	0.024
11	Parking	Κάθετα	128 x 128	0.16	0.08	0.46	0.484	0.168

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	11	2.54	0.00	141	0.00	0.00

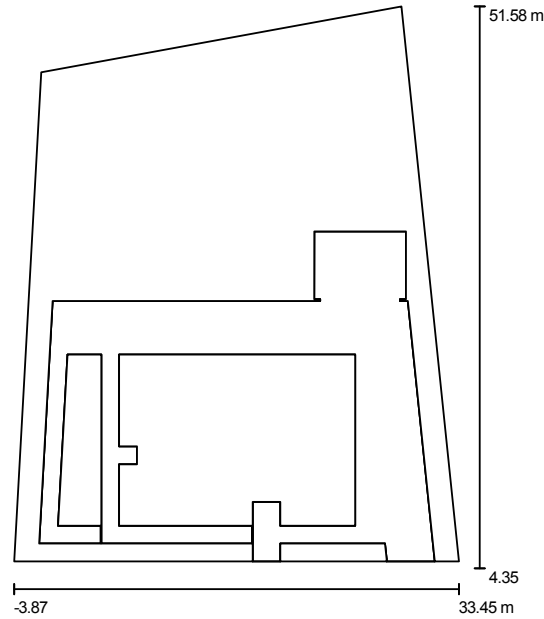
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Μονοπατιού - Μπροστά Κήπου / Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων



Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Βεραντών / Στοιχεία σχεδιασμού



Συντελεστής συντήρησης: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 1.0%

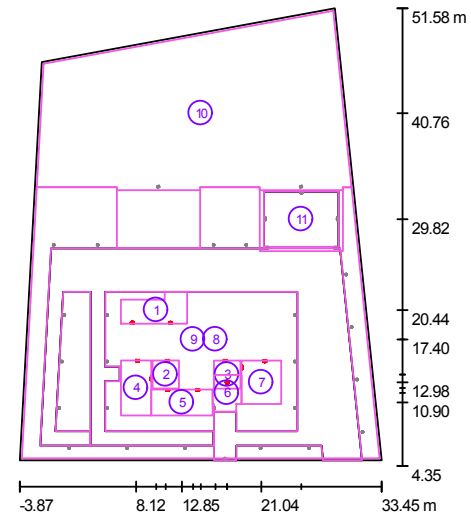
Κλίμακα 1:438

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	ERCO 44567000 Site Ceiling-/wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (1.000)	3200	45.0
2	10	ERCO 44570000 Site Wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (1.000)	3200	42.0
Συνολικά:			35200	465.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Βεραντών / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 538

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Βεράντα Τραπεζαρίας	Κάθετα	64 x 32	32	13	53	0.403	0.248
2	Βεράντα Κοιτώνα 1	Κάθετα	128 x 128	32	18	46	0.564	0.395
3	Βεράντα Κοιτώνα 2	Κάθετα	128 x 128	32	18	46	0.571	0.398
4	Βεράντα Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	41	13	84	0.324	0.159
5	Βεράντα Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	37	16	52	0.439	0.311
6	Βεράντα Εισόδου	Κάθετα	128 x 128	34	9.79	51	0.291	0.190
7	Βεράντα Κοιτώνα	Κάθετα	32 x 32	42	15	78	0.366	0.196
8	Μονοπάτι	Κάθετα	128 x 128	1.72	0.01	26	0.004	0.000
9	Μπροστά Κήπος	Κάθετα	128 x 128	1.25	0.00	19	0.003	0.000

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Βεραντών / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

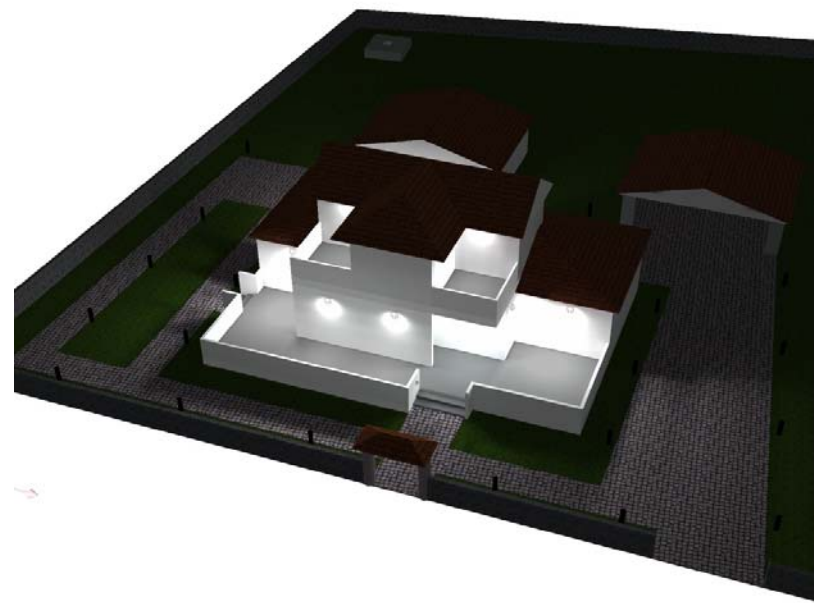
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Πίσω κήπος	Κάθετα	128 x 128	0.02	0.00	0.15	0.070	0.007
11	Parking	Κάθετα	128 x 128	0.01	0.01	0.03	0.501	0.197

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	11	3.11	0.00	84	0.00	0.00

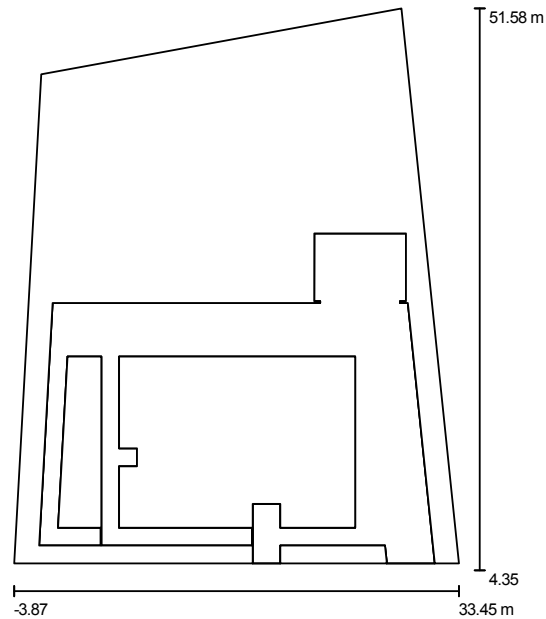
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Βεραντών / Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων



Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Πίσω Κήπου / Στοιχεία σχεδιασμού



Συντελεστής συντήρησης: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 35.5%

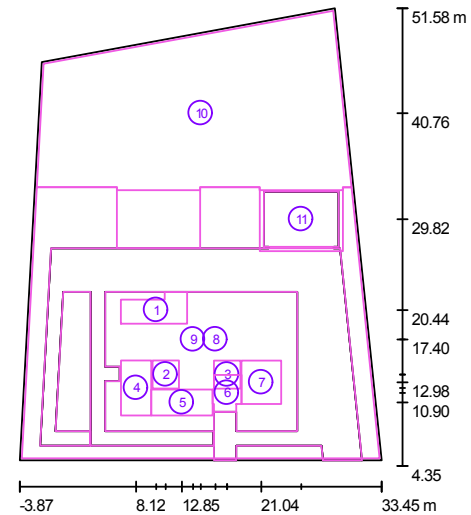
Κλίμακα 1:438

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH 4008321940148 HALODIUMII TS AZ 70W NAV (1.000)	7000	70.0
Συνολικά:			14000	140.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Πίσω Κήπου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 538

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Βεράντα Τραπεζαρίας	Κάθετα	4 x 2	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
2	Βεράντα Κοιτώνα 1	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
3	Βεράντα Κοιτώνα 2	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
4	Βεράντα Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
5	Βεράντα Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
6	Βεράντα Εισόδου	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
7	Βεράντα Κοιτώνα	Κάθετα	1 x 1	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
8	Μονοπάτι	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.01	0.031	0.007
9	Μπροστά Κήπος	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.42	0.025	0.000

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Πίσω Κήπου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Πίσω κήπος	Κάθετα	128 x 128	5.64	0.04	40	0.007	0.001
11	Parking	Κάθετα	128 x 128	0.02	0.01	0.04	0.353	0.141

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	11	1.70	0.00	40	0.00	0.00

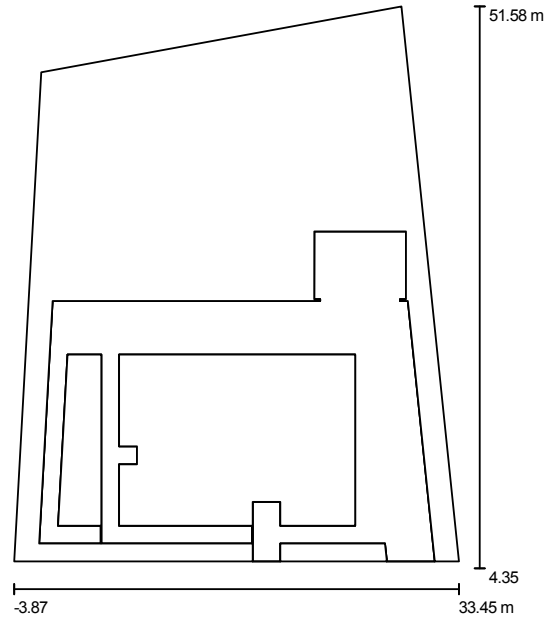
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Φωτισμός Πίσω Κήπου / Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων



Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Parking / Στοιχεία σχεδιασμού



Συντελεστής συντήρησης: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 3.0%

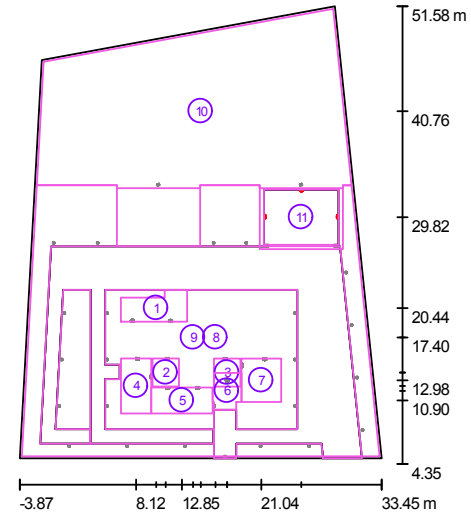
Κλίμακα 1:438

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	3	SIMES S.659 PLAFONIERA OVAL (1.000)	1440	22.0
Συνολικά:			4320	66.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας: Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο: 6945686251  
 Φαξ: -  
 e-Mail: eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Parking / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 538

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Βεράντα Τραπεζαρίας	Κάθετα	8 x 4	0.00	0.00	0.00	0.454	0.313
2	Βεράντα Κοιτώνα 1	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
3	Βεράντα Κοιτώνα 2	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
4	Βεράντα Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
5	Βεράντα Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
6	Βεράντα Εισόδου	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
7	Βεράντα Κοιτώνα	Κάθετα	4 x 4	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
8	Μονοπάτι	Κάθετα	128 x 128	0.11	0.00	2.53	0.000	0.000
9	Μπροστά Κήπος	Κάθετα	128 x 128	0.06	0.00	2.18	0.000	0.000



Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Parking / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

#### Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

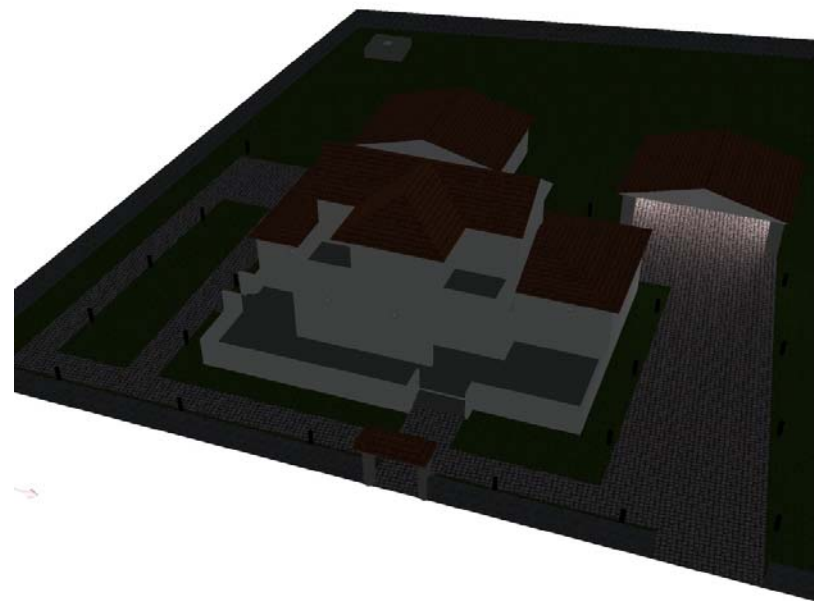
Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάνναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Πίσω κήπος	Κάθετα	128 x 128	0.00	0.00	0.10	0.052	0.002
11	Parking	Κάθετα	128 x 128	11	3.03	28	0.278	0.108

#### Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	11	0.34	0.00	28	0.00	0.00

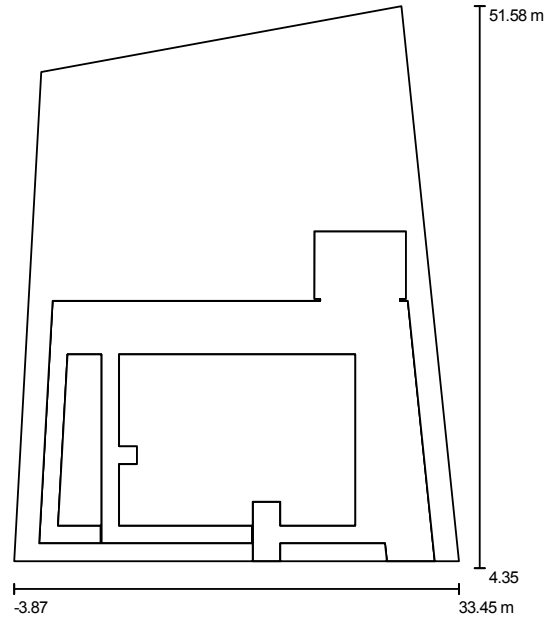
Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Parking / Προοπτικό σχέδιο 3 διαστάσεων



Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

### Εξωτερικός Φωτισμός / Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου / Στοιχεία σχεδιασμού



Συντελεστής συντήρησης: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 15.5%

Κλίμακα 1:438

#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Artemide T 27 00 70 Pantarei 190 (1.000)	600	10.0
2	1	ERCO 44567000 Site Ceiling-/wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (1.000)	3200	45.0
3	10	ERCO 44570000 Site Wall-mounted luminaire 1xTC-TEL 42W (1.000)	3200	42.0
4	22	HavellsSylvania 4041088 SKYLINE (1.000)	500	10.0
5	2	OSRAM GmbH 4008321940148 HALODIUMII TS AZ 70W NAV (1.000)	7000	70.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

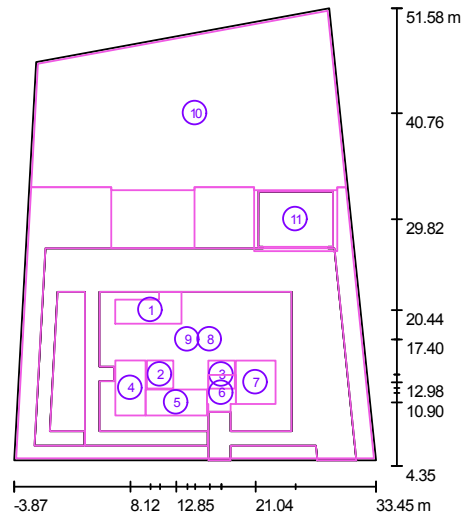
### Εξωτερικός Φωτισμός / Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου / Στοιχεία σχεδιασμού

#### Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ [lm]	P [W]
6	1	SIMES S.6529 PLAFONIERA BUL (1.000)	600	10.0
7	3	SIMES S.659 PLAFONIERA OVAL (1.000)	1440	22.0
Συνολικά:			65720	911.0

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)



Κλίμακα 1 : 538

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Βεράντα Τραπεζαρίας	Κάθετα	64 x 32	32	14	52	0.424	0.262
2	Βεράντα Κοιτώνα 1	Κάθετα	128 x 128	32	18	45	0.564	0.397
3	Βεράντα Κοιτώνα 2	Κάθετα	128 x 128	32	18	46	0.552	0.387
4	Βεράντα Κουζίνας	Κάθετα	128 x 128	41	14	83	0.329	0.163
5	Βεράντα Καθιστικού	Κάθετα	128 x 128	37	16	52	0.446	0.316
6	Βεράντα Εισόδου	Κάθετα	128 x 128	39	14	151	0.366	0.094
7	Βεράντα Κοιτώνα	Κάθετα	32 x 32	42	16	79	0.385	0.206
8	Μονοπάτι	Κάθετα	128 x 128	5.43	0.44	36	0.081	0.012
9	Μπροστά Κήπος	Κάθετα	128 x 128	5.57	0.20	37	0.036	0.005

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
 Τηλέφωνο 6945686251  
 Φαξ -  
 e-Mail eliaspav@hotmail.com

Εξωτερικός Φωτισμός / Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου / Επιφάνειες υπολογισμού (επισκόπηση αποτελεσμάτων)

Κατάλογος επιφανειών υπολογισμού

Αρ.	Ονομασία	Τύπος	Κάναβος	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	Πίσω κήπος	Κάθετα	128 x 128	5.69	0.10	40	0.018	0.003
11	Parking	Κάθετα	128 x 128	11	3.32	28	0.308	0.120

Περίληψη των αποτελεσμάτων

Τύπος	Αριθμός	Μέσος όρος [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
Κάθετα	11	7.65	0.10	151	0.01	0.00

Υπεύθυνος επεξεργασίας Παυλίδης Ηλίας  
Τηλέφωνο 6945686251  
Φαξ -  
e-Mail eliaspav@hotmail.com

**Εξωτερικός Φωτισμός / Πλήρης Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου / Προοπτικό σχέδιο  
3 διαστάσεων**



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' – ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ**



**ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**  
*Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών*

**Εργοδότης** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:  
**Έργο** : Εξοχική Κατοικία  
:  
:  
**Θέση** : Παλαιά Εθνική Οδός Ηρακλείου.  
:  
**Ημερομηνία** : Μαΐος 2010  
**Μελετητές** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:

**Παρατηρήσεις** :  
:

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag*
- β) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,*
- γ) *Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag*
- δ) *Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer (TEE)*

## 2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_0$ , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- β) Απώλειες λόγω προσauξήσεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου  $Q_L$ .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_0 = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε } w \text{ (ή Kcal/h)}$$

όπου:

- $Q_0$ : Απώλειες θερμότητας
- $F$ : Επιφάνεια του δομικού τμήματος  $m^2$
- $k$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας  $W/m^2 K$  (ή  $Kcal/m^2 K$ )
- $1/k$ : Αντίσταση θερμοπερατότητας σε  $m^2 K/W$
- $t_i$ : Θερμοκρασία χώρου σε  $^{\circ}C$
- $t_a$ : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε  $^{\circ}C$

β) Οι προσauξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

**β1)** προσauξηση  $Z_H$  την επίδραση του προσανατολισμού.  
( $Z_H = -5$  για Ν, ΝΔ, ΝΑ  $Z_H = +5$  για Β, ΒΔ, ΒΑ και  $Z_H = 0$  για Δ και Α)

**β2)** προσauξηση  $Z_u + Z_A = Z_D$  διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής  $Z_u$ ). Η προσauξηση  $Z_D$  προσδιορίζεται με βάση το  $D = Q_0 / (F_{ges} \cdot \Delta t)$ , όπου  $F_{ges}$  η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

**β2.1)**  $Z_D$  για DIN77 Τιμή D

Τρόπος λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

**β2.2)** Ο συντελεστής  $Z_D$  για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη  $Z_D$  για το DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσauξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 (1 + Z_D + Z_H) = Q_0 \cdot Z$$

γ) Οι απώλειες αερισμού  $Q_L$  υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_a) \text{ (σε } w)$$

όπου:

- $V$ : Όγκος εισερχομένου αέρα σε  $m^3/s$
- $c$ : Ειδική θερμότητα του αέρα σε  $kJ/g K$
- $\rho$ : Πυκνότητα του αέρα σε  $kg/m^3$

γ2) από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \sum Q_{Ai} \text{, όπου:}$$



$Q_L = \sum Q_{A_i}$ , όπου:

$Q_{A_i} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_T$  για κάθε άνοιγμα.

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

- $\alpha$ : Συντελεστής διείσδυσης αέρα
- $\Sigma l$ : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
- $R$ : Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής  $r$ ).
- $H$ : Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής  $H$  προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή  $e_{GA}$ ).
- $\Delta t$ : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)
- $Z_T$ : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

δ) Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των  $Q_T$  και  $Q_L$ , δηλαδή:

$$Q_{\text{ολ}} = Q_T + Q_L$$

### 3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Είδος στοιχείου (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Συντελεστής  $k$
- Διαφορά Θερμοκρασίας  $\Delta t$
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

## Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αθήνα - Αστεροσκοπείο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμανόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	12
Μεθοδολογία Υπολογισμού (1:DIN77 2:DIN83)	DIN77
Σύστημα Μονάδων (1:Kcal/h 2:Watt)	Watt

## Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου

Εξωτ. Τοίχοι Οροφ	Συντ.κ (Watt)	Εσωτ. Τοίχοι Δάπεδο	Συντ.κ (Watt)	Ανοίγι	Πλάτο (m)	Υψος (m)	Συντ.κ (Watt)	Συντ.κ	Φύλλο
T1	0.60	E1	1.50	A1	1.10	2.20	3.20	1.5	1
T2		E2		A2	1.45	2.20	3.20	1.5	2
T3		E3		A3	0.80	1.20	3.20	1.5	2
T4		E4		A4	0.60	0.90	3.20	1.5	1
T5		E5		A5	0.80	2.20	3.20	1.5	1
T6		E6		A6	0.70	2.20	3.20	1.5	1
T7		E7		A7	0.70	1.05	3.20	1.5	2
T8		E8		A8					
T9		Δ1	1.50	A9					
T10		Δ2	1.50	A10					
T11		Δ3		A11					
O1	0.50	Δ4		A12					
O2	0.50	Δ5		A13					
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 Χώρος : 1  
Ονομασία Χώρου : ΚΟΙΤΩΝ

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
O1	O			4.05	3.40	13.77	1	13.77		13.77	0.50	17.00	117.0
Δ1				4.05	3.40	13.77	1	13.77		13.77	1.50	10.00	206.6
T1	N			4.05	2.85	11.54	1	11.54	3.19	8.35	0.60	17.00	85.17
A2	N	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5
T1	A			3.40	2.85	9.69	1	9.69		9.69	0.60	17.00	98.84
E1	E			4.05	2.85	11.54	1	11.54		11.54	1.50	10.00	173.1

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub>

854

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =

10 % 85

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH =

-5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD =

15

D=Q<sub>o</sub>/(Fges x Δt) = 854 / ( 70.0 x 17) = 0.72ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH)

940

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>HxΔtxZΓ) =

212.4

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κιρίου H =

0.84

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt =

39

Όγκος Χώρου V = 3.40x4.05x2.85=

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =

1152

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 9 -

© 4M s/n : 58785498

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 Χώρος : 2  
Ονομασία Χώρου : ΛΟΥΤΡΟ

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
Δ1				3.30	2.10	6.93	1	6.93		6.93	1.50	10.00	103.9
E1	E			3.30	2.85	9.40	1	9.40		9.40	1.50	10.00	141.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub>

245

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =

15 % 37

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH =

0

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD =

15

D=Q<sub>o</sub>/(Fges x Δt) = 245 / ( 44.6 x 17) = 0.32ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH)

282

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>HxΔtxZΓ) =

58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κιρίου H =

0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt =

225.9

Όγκος Χώρου V = 3.30x2.10x2.85=

20

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

2

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL =

508

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 10 -

© 4M s/n : 58785498

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 Χώρος : 3  
Ονομασία Χώρου : ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Είδος Επιφάν	Προ συν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτης (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N			9.30	2.85	26.51	1	26.51	5.61	20.90	0.60	17.00	213.2
A2	N	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5
A1	N	α		1.10	2.20	2.42	1	2.42		2.42	3.20	17.00	131.6
T1	Δ			6.40	2.85	18.24	1	18.24	1.50	16.74	0.60	17.00	170.7
A3	Δ	α		0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	3.20	17.00	52.22
A4	Δ	α		0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	3.20	17.00	29.38
T1	A			3.00	2.85	8.55	1	8.55	0.96	7.59	0.60	17.00	77.42
A3	A	α		0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	3.20	17.00	52.22
T1	B			3.25	2.85	9.26	1	9.26	0.54	8.72	0.60	17.00	88.94
A4	B	α		0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	3.20	17.00	29.38
E1	E			2.35	2.85	6.70	1	6.70	1.54	5.16	1.50	10.00	77.40
A6	E	α		0.70	2.20	1.54	1	1.54		1.54	3.20	10.00	49.28
E1	E			1.80	2.85	5.13	1	5.13		5.13	1.50	10.00	76.95
E1	E			2.35	2.85	6.70	1	6.70		6.70	1.50	10.00	100.5
Δ1				8.00	6.60	52.80	1	52.80		52.80	1.50	10.00	792.0
O1				3.05	3.40	10.37	1	10.37		10.37	0.50	17.00	88.15
O2				2.65	2.80	7.42	1	7.42		7.42	0.50	17.00	63.07
O2				2.63	1.30	3.42	1	3.42		3.42	0.50	17.00	29.07
T1	N			3.25	2.85	9.26	1	9.26	3.19	6.07	0.60	17.00	61.91
A2	N	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5
T1	B			3.50	2.85	9.97	1	9.97	3.19	6.78	0.60	17.00	69.16
A2	B	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 11 -

© 4M s/n : 58785498

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>		2773
Συνολική Προσούθηση ZD+ZH =	20 %	555
Προσούθηση λόγω προσανατολισμού ZH =		5
Προσούθηση λόγω διακοπών ZD =		15
$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 2773 / (196.3 \times 17) = 0.83$		
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)		3328
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ <sub>ai</sub> (Q <sub>ai</sub> =αxΣixR <sub>x</sub> H <sub>x</sub> ΔtxZΓ) =		1228
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κπριου H =	0.84	
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9	
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcαΔt =		163
Όγκος Χώρου V = 8.55x6.15x3.10 =		
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =		
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q <sub>ολ</sub> = QT + QL =		4556

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 12 -

© 4M s/n : 58785498

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 2 Χώρος : 1  
Ονομασία Χώρου : ΚΟΙΤΩΝ 1

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
O1				3.30	3.40	11.22	1	11.22		11.22	0.50	17.00	95.37
T1	N			2.65	2.80	7.42	1	7.42	3.19	4.23	0.60	17.00	43.15
A2	N	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5
T1	B			3.30	2.80	9.24	1	9.24		9.24	0.60	17.00	94.25
T1	Δ			3.40	2.80	9.52	1	9.52	0.96	8.56	0.60	17.00	87.31
A3	Δ	α		0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	3.20	17.00	52.22

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub> = 546

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 109  
 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5  
 Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 15  
 $D=Q_o/(F_{ges} \times \Delta t) = 546 / (60.0 \times 17) = 0.54$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH) = 655

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣixR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔixZ<sub>F</sub>) = 328.7  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτηρίου H = 0.84  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z<sub>F</sub> = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt = 31  
 Όγκος Χώρου V = 3.30x3.40x2.80= 31  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>oL</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 984

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 13 -

© 4M s/n : 58785498

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 2 Χώρος : 2  
Ονομασία Χώρου : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
T1	B			1.90	1.85	3.51	1	3.51	0.73	2.78	0.60	17.00	28.36
A7	B	α		0.70	1.05	0.73	1	0.73		0.73	3.20	17.00	39.71
T1	Δ			1.00	2.80	2.80	1	2.80	0.54	2.26	0.60	17.00	23.05
A4	Δ	α		0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	3.20	17.00	29.38
O1				1.90	4.32	8.21	1	8.21		8.21	0.50	17.00	69.79
Δ2				0.85	2.25	1.91	1	1.91		1.91	1.50	10.00	28.65
E1	B			1.90	0.95	1.80	1	1.80		1.80	1.50	17.00	45.90

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub> = 265

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 53  
 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5  
 Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 15  
 $D=Q_o/(F_{ges} \times \Delta t) = 265 / (51.2 \times 17) = 0.30$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH) = 318

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣixR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>ΔixZ<sub>F</sub>) = 168.8  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτηρίου H = 0.84  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z<sub>F</sub> = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt = 23  
 Όγκος Χώρου V = 4.32x1.90x2.80= 23  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>oL</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 487

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 14 -

© 4M s/n : 58785498

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 2 Χώρος : 3  
 Ονομασία Χώρου : ΚΟΙΤΩΝ 2

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
T1	B			3.30	2.80	9.24	1	9.24		9.24	0.60	17.00	94.25
T1	A			3.40	2.80	9.52	1	9.52	0.96	8.56	0.60	17.00	87.31
A3	A	α		0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	3.20	17.00	52.22
T1	N			2.65	2.80	7.42	1	7.42	3.19	4.23	0.60	17.00	43.15
A2	N	α		1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	3.20	17.00	173.5
O1				3.30	3.40	11.22	1	11.22		11.22	0.50	17.00	95.37

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub> = 546

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 109  
 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5  
 Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 15  
 $D=Q_o/(F_{ges} \times \Delta t) = 546 / (60.0 \times 17) = 0.54$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH) = 655

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>HxΔtxZΓ) = 328.7  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτηρίου H = 0.84  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt = 31  
 Όγκος Χώρου V = 3.30x3.40x2.80= 31  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 984

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 15 -

© 4M s/n : 58785498

## Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

ΕΠΙΠΕΔΟ : 2 Χώρος : 4  
 Ονομασία Χώρου : ΛΟΥΤΡΟ

Είδος Επιφάν	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκος (m)	Ύψος Πλάτς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Watt/)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ ( Watt)
T1	Δ			1.80	2.80	5.04	1	5.04	0.54	4.50	0.60	17.00	45.90
A4	Δ	α		0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	3.20	17.00	29.38
T1	A			2.90	2.80	8.12	1	8.12		8.12	0.60	17.00	82.82
O1				3.60	2.05	7.38	1	7.38		7.38	0.50	17.00	62.73
T1	N			3.20	2.85	9.12	1	9.12		9.12	0.60	17.00	93.02

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>o</sub> = 314

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 10 % 31  
 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = -5  
 Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 15  
 $D=Q_o/(F_{ges} \times \Delta t) = 314 / (45.5 \times 17) = 0.41$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ QT=Q<sub>o</sub> x (1+ZD+ZH) = 345

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ QL=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣlxR<sub>x</sub>HxΔtxZΓ) = 67.09  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτηρίου H = 0.84  
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9  
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ QL=VxρxcxΔt = 235.7  
 Όγκος Χώρου V = 3.20x2.30x2.80= 21  
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 2

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = QT + QL = 648

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 16 -

© 4M s/n : 58785498

## Κυκλώματα - Σώματα - Ιδιοκτησίες

Ξπ.	α/α	Ονομασία Χώρου	QΘ Watt	Αρ.Κυκλ/τος	Αρ.Σώματος	Ιδιοκ.
1	1	ΚΟΙΤΩΝ	1152	1.1	1	A
1	2	ΛΟΥΤΡΟ	508	1.1	2	A
1	3	ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	4556	1.1	3	A
2	1	ΚΟΙΤΩΝ 1	984	1.2	1	A
2	2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	487	1.2	2	A
2	3	ΚΟΙΤΩΝ 2	984	1.2	3	A
2	4	ΛΟΥΤΡΟ	648	1.2	4	A
Συνολικές Απώλειες			9317			

## ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ ( Watt )

Επίπεδο : 1

1	ΚΟΙΤΩΝ	:	1152
2	ΛΟΥΤΡΟ	:	508
3	ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	:	4556
Συνολικές Απώλειες Επίπεδου			: 6215

Επίπεδο : 2

1	ΚΟΙΤΩΝ 1	:	984
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	487
3	ΚΟΙΤΩΝ 2	:	984
4	ΛΟΥΤΡΟ	:	648
Συνολικές Απώλειες Επίπεδου			: 3102
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου			: 9317

## ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΩΝ ( Watt )

α/α	Ιδιοκτησία	Q <sub>oi</sub>	Q <sub>fi</sub>	Q <sub>ai</sub>
1	A	9317	1826	2795

Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης με τη μέθοδο των Βαθμομερών

Συντελεστής Συνολικών Απωλειών Κτιρίου K<sub>tot</sub> : 548.07 Watt K  
 Συντελεστής Απόδοσης του Συστήματος Θέρμανσης : 0.911

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 10 °C DD<sub>t<sub>b</sub></sub> : 50  
 Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 10 °C Q<sub>y</sub> : 721935.48 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 15 °C DD<sub>t<sub>b</sub></sub> : 370  
 Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 15 °C Q<sub>y</sub> : 5342322.56 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 18 °C DD<sub>t<sub>b</sub></sub> : 766  
 Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 18 °C Q<sub>y</sub> : 11060051.57 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 25 °C DD<sub>t<sub>b</sub></sub> : 2114  
 Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς t<sub>b</sub> = 25 °C Q<sub>y</sub> : 30523432.15 Watt/έτος

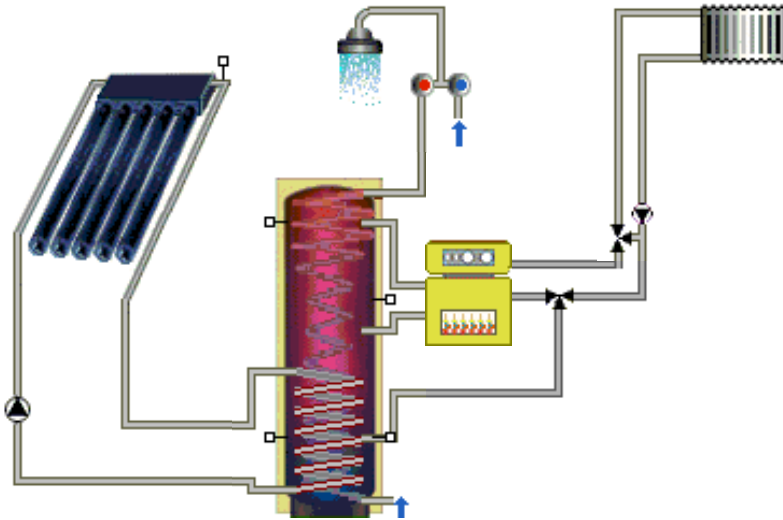


**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' – ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  
ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΝΧ**



## EXAMPLE V1: A5

---



Solar System with Combination Tank

## Climate

---

Data Record:	"Iraclion"
Latitude:	35,32 °
Longitude:	-25,2 °
Total Annual Global Radiation:	1815,43 kWh
Diffuse Radiation Percentage:	40,88 %
Mean Outside Temperature:	18,59 °C

## Hot Water Consumption

---



<b>DHW Consumption:</b>	
Average Daily Consumption:	240 l
Annual Consumption:	87,6 m <sup>3</sup>

## Hot Water Consumption



### DHW Consumption:

Max Daily Consumption:	283,68 l
Desired Temperature:	50 °C
Annual Energy Requirement:	4,05 MWh
Operating Days:	365 Days
Not Operating:	-No Limitation-

### Circulation:

-Circulation not available-

## Load Profile

Profile: Detached House (evening max)

## Space Heating

### Heat Requirement:

Standard Building Heat Flow Requirement:	10 kW
Heated Useable Area:	112 m <sup>2</sup>
Specific Standard Heat Flow Requirement:	89,286 W/m <sup>2</sup>
Room Temperature:	20 °C
Standard External Temperature:	3 °C
Heating Temperature Limit:	17 °C
Design:	with Average Wall Thickness

### Heat Gains:

Ratio of Windows to Gross Floor Area:	
North / East / South / West:	3,97 % / 1,79 %/17 %/2,68 %
Total Window Area:	28,49 m <sup>2</sup>
Type of Window:	2 panes of insulating glass, uncoated, standard glass
Internal Heat Gains:	5 W/m <sup>2</sup>

### Heating Operation:

Operating Days:	242 Days
Not Operating:	16.5 - 15.9

### Room Temperature Reduction:

Drawdown of:	5 C
Night Period:	0 : 00 - 7 : 00 23 : 00 - 24 : 00

### Resulting Space Heating Requirement:

Hours of Full Utilisation [h]:	756 Hours
Annual Space Heating Requirement:	7,56 MWh
Specific Annual Space Heating Requirement:	67,48 kWh/m <sup>2</sup>

## Collector Loop Connection



Volumetric Flow Rate:	172 l/h
Heat Transfer Medium: Water with	40 % Glycol
Heat Capacity of Mixture:	3588 Ws/kg/K

### Control:

The collector loop pump control is dependent on the difference between the collector flow temperature and the tank reference temperature.

Switch on above a difference of:	8 C
Switch off below a difference of:	3 C

## Collector Array

Total Gross Surface Area:	5,7 m <sup>2</sup>
Total Active Solar Surface Area	4,3 m <sup>2</sup>
Number of Collectors:	2

### Installation (Lengthwise):

Tilt Angle:	33 °
Azimuth Angle:	-6 °
Annual Irradiation onto the Collector Active Solar Surface	
Without Shade:	11,44 MWh
With Shade:	10,91 MWh

### Piping:

Single (One-Way) Length of Piping System	
Inside:	80 m
Outside:	5 m
Between Collectors:	5 m/Collector

Heat Insulation Thermal Conductivity Coefficient	
Inside:	0,045 W/(m*K)
Outside:	0,045 W/(m*K)
Between Collectors:	0,045 W/(m*K)

Nominal Diameter of Piping	
Inside and Outside:	15 mm
Between Collectors:	10 mm
(Corresponds to a flow velocity of approx 0,5 m/s)	

Thickness of Insulation	
Inside:	20 mm
Outside:	20 mm
Between Collectors:	20 mm

## Röhrenkollektor



Manufacturer:	Thermomax Kingspan Renewables
Type:	Solamax 20 - TDS 300

## Röhrenkollektor



### Size:

Gross Surface Area: 2,85 m<sup>2</sup>  
 Active Solar Surface: 2,15 m<sup>2</sup> (Aperture Area)

### Heat Capacity:

Specific Heat Capacity: 43488,37 Ws/m<sup>2</sup>/K

### Heat Losses:

Single Thermal Transmittance Coefficient: 1,61 W/m<sup>2</sup>K  
 Quadratic Thermal Transmittance Coefficient: 0,0032 W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>

### Optical Losses:

Conversion Factor: 76,9 %  
 Incident Angle Modifier (IAM) for Diffuse Radiation: 86,5 %

Incident Angle Modifier for Direct Percentage of Radiation Depending on Entry Angle

Incident Angle Modifier (IAM) for Diffuse Radiation:	86,5 %
Along Pipe:	Across Pipe:
0 °: 100 %	0 °: 100 %
5 °: 100 %	5 °: 99,5 %
10 °: 100 %	10 °: 99 %
15 °: 100 %	15 °: 98 %
20 °: 99,5 %	20 °: 97 %
25 °: 99 %	25 °: 96 %
30 °: 98 %	30 °: 95,2 %
35 °: 96,3 %	35 °: 94,4 %
40 °: 94,5 %	40 °: 93,6 %
45 °: 92,8 %	45 °: 92,8 %
50 °: 91 %	50 °: 92 %
55 °: 86 %	55 °: 81 %
60 °: 81 %	60 °: 70 %
65 °: 74 %	65 °: 59 %
70 °: 67 %	70 °: 48 %
75 °: 53,5 %	75 °: 36 %
80 °: 40 %	80 °: 24 %
85 °: 20 %	85 °: 12 %
90 °: 0 %	90 °: 0 %

## Shade



90 °: 0 %	90 °: 0 %
Shade from Above	None
Reduction of Diffuse Radiation:	4,36 %

## Combination Tank (int HE)



Manufacturer: Schüco International KG

## Combination Tank (int HE)



Incident Angle Modifier for Direct Percentage of Radiation Depending on Entry Angle

Type: FW 750  
 Volume: 750 l  
 Specific Volume: 40 m<sup>3</sup> Per m<sup>2</sup> Collector Area  
 Specific Volume: 50 % of Daily Consumption  
 Height/Diameter: 2,00

### Insulation:

Thickness of Insulation: 100 mm  
 Thermal Conductivity: 0,045 W/(m\*K)

### Connections:

	Height:	Losses:
Upper Tank Outlet:	99 %	0,25 W/K
Lower Tank Inlet:	1 %	0,25 W/K
Circulation Return:	-without-	

Heat Exchanger Collector Loop Connection:

	Height:	Losses:
Return:	3,18 %	0,25 W/K
Flow:	42 %	0,25 W/K

Space Heating Connection:

	Height:	Losses:
Return:	20 %	0,25 W/K
Flow:	50 %	0,25 W/K

Burner Connection:

	Height:	Losses:
Return:	55 %	0,25 W/K
Flow:	90 %	0,25 W/K

### Heat Exchanger:

kA Value: Collector Loop Connection: 823,53 W/K per Litre Tank Volume  
 Domestic Hot Water Supply: 1877,65 W/K per Litre Tank Volume

UEbergang Zone 1 - Zone 2: 30 %of Tank Height  
 UEbergang Zone 2 - Zone 3: 60 %of Tank Height  
 kA Percentage Zone 1: 40 %  
 kA Percentage Zone 2: 20 %  
 kA Percentage Zone 3: 40 %

### Control:

Desired Tank Temperature: Desired DHW Temp + 10 C  
 Limited Load Times: 0 : 00 - 10 : 00  
 12 : 00 - 16 : 00

	Height:	Switching Temp:
Switch On Auxiliary Heating:	65 %	-3 C
Switch Off Auxiliary Heating:	65 %	3 C
Collector Loop - Switch On/Off:	20 %	
Switch Off Collector Loop:	90 %	90 °C
Switch On Redirection Valve at:		5 C

## Wood Pellet



Manufacturer:	Wagner
Type:	LIGNOplus 15
Nominal Output:	14,9 kW
Burner Type:	Modulating Boiler
Temperature Range:	5 C / 10 C / 30 C
Return Mixing Valve:	Full
Minimum Return Temperature:	55 °C
Fuel:	Wood Pellets
Efficiency:	90,6 %
with a Return Temperature of:	60 °C
Efficiency:	94,7 %
with a Return Temperature of:	30 °C
Domestic Hot Water Supply Efficiency:	60 %
Not Operating:	-No Limitation-

## Space Heating Loop



### High Temp Heating Loop:

Flow Temperature:	60 °C
Return Temperature:	40 °C

### Low Temp Heating Loop:

Flow Temperature:	40 °C
Return Temperature:	25 °C

### Distribution to Heating Loops:

Percentage of HT Loop when split amongst loops:	100 %
---	-------

## Results of Annual Simulation

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Wood Pellets Savings in kg</b>												
<b>685</b>	36	35	51	55	68	68	67	76	73	82	42	32
<b>Total Solar Fraction in %</b>												
<b>20</b>	7	7	13	21	51	56	59	61	60	56	19	8
<b>DHW Solar Fraction in %</b>												
<b>47</b>	33	33	42	47	53	56	59	61	60	60	35	30
<b>Heating Solar Fraction in %</b>												
<b>2</b>	1,0	1	3	5	26	0,0	0,0	0,0	0,0	15	3	0,4
<b>System Efficiency in %</b>												
<b>30</b>	39	37	34	31	27	25	24	26	26	31	38	39
<b>Solar Contribution to DHW in kWh</b>												
<b>2.299</b>	154	140	182	193	211	210	209	234	227	255	149	135



## Results of Annual Simulation

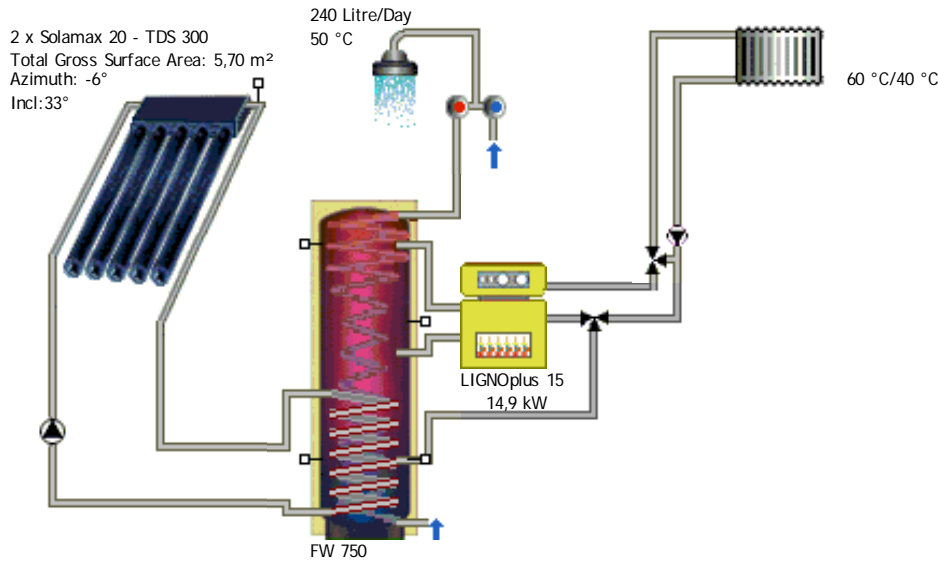
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Solar Contribution to Heating in kWh</b>												
<b>159</b>	19	24	48	34	11	0,0	0,0	0,0	0,0	7	12	5
<b>Boiler Energy to DHW in kWh</b>												
<b>2.627</b>	309	281	253	220	186	167	146	151	149	168	282	317
<b>Boiler Energy to Heating in MWh</b>												
<b>7</b>	2	2	1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1
<b>Energy: Aux Heating in MWh</b>												
<b>10</b>	2	2	2	0,8	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,7	2
<b>Energy Supply to Solar System in kWh</b>												
<b>2.458</b>	173	164	230	227	221	210	209	234	227	262	161	140
<b>Energy from Boiler to Tank in kWh</b>												
<b>2.627</b>	309	281	253	220	186	167	146	151	149	168	282	317
<b>Boiler Energy to Heating in MWh</b>												
<b>7</b>	2	2	1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1
<b>Global Radiation - Horizontal in kWh/m<sup>2</sup></b>												
<b>1.815</b>	82	86	139	166	205	219	227	214	177	151	82	67
<b>DHW Heating Energy Supply in MWh</b>												
<b>4</b>	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
<b>DHW Heating Energy Requirement in MWh</b>												
<b>4</b>	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
<b>DHW Temperature in °C</b>												
<b>50</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Temperature before Mixing Valve in °C</b>												
<b>65</b>	65	65	65	65	64	64	64	64	64	64	65	65
<b>Preset DHW Consumption in m<sup>3</sup></b>												
<b>88</b>	8	8	8	7	7	7	6	7	7	8	8	8
<b>DHW - Consumption in m<sup>3</sup></b>												
<b>64</b>	6	6	6	5	5	5	4	5	5	5	6	6
<b>Space Heating Requirement in MWh</b>												
<b>8</b>	2	2	1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1
<b>Collector Loop Vol Flow Rate in m<sup>3</sup></b>												
<b>304</b>	23	21	31	29	27	25	25	27	25	32	20	19
<b>Energy from Collector Loop in kWh</b>												
<b>2.458</b>	173	164	230	227	221	210	209	234	227	262	161	140

## Results of Annual Simulation

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Collector Loop Efficiency in %</b>												
<b>30</b>	39	37	34	31	27	25	24	26	26	31	38	39
<b>Specific Global Radiation onto Inclined Surface Area in kWh/m<sup>2</sup></b>												
<b>2.006</b>	122	111	161	172	191	196	207	214	202	208	120	102
<b>Specific Global Radiation onto Inclined, Shaded Surface in kWh/m<sup>2</sup></b>												
<b>1.914</b>	104	103	158	169	189	193	204	212	201	199	98	84
<b>Irradiation onto Gross Surface Area (unshaded) in MWh</b>												
<b>11</b>	0,7	0,6	0,9	1,0	1	1	1	1	1	1	0,7	0,6
<b>Irradiation onto Gross Surface Area in MWh</b>												
<b>11</b>	0,6	0,6	0,9	1,0	1	1	1	1	1	1	0,6	0,5
<b>Irradiation onto Active Solar Surface Area (unshaded) in MWh</b>												
<b>9</b>	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4
<b>Irradiation onto Active Solar Surface Area in MWh</b>												
<b>8</b>	0,4	0,4	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4
<b>Optical Losses in kWh</b>												
<b>2.545</b>	126	129	210	229	262	273	286	287	266	251	120	104
<b>Losses - External Piping in kWh</b>												
<b>288</b>	25	24	32	31	28	22	18	20	25	28	17	19
<b>Losses - Internal Piping in kWh</b>												
<b>2.407</b>	79	79	149	185	248	284	330	335	300	263	92	64
<b>Thermal Collector Losses in kWh</b>												
<b>534</b>	45	45	59	57	52	42	34	37	46	52	31	35
<b>Irradiation onto Active Solar Surface less Optical Losses in MWh</b>												
<b>6</b>	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3
<b>Tank Losses in kWh</b>												
<b>844</b>	58	52	66	68	76	77	84	85	81	83	59	57
<b>Change of Energy Level in kWh</b>												
<b>2</b>	4	3	0,8	-4,7	8	0,5	0,3	0,5	-0,5	-1,6	-4,2	-4,2
<b>Heating Return Increase Energy in kWh</b>												
<b>159</b>	19	24	48	34	11	0,0	0,0	0,0	0,0	7	12	5
<b>Energy from Boiler in MWh</b>												
<b>10</b>	2	2	2	0,8	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,7	2
<b>Primary Energy Equivalent in MWh</b>												
<b>11</b>	2	2	2	0,9	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	2

## Results of Annual Simulation

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Consumption Wood Pellets in kg												
<b>2.225</b>	459	432	337	182	64	54	47	49	48	60	158	335
Volumetric Flow Rate in m <sup>3</sup>												
<b>1.353</b>	282	253	231	144	25	19	18	18	18	26	99	221
High Temperature Space Heating Loop Energy in MWh												
<b>8</b>	2	2	1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1
DT Vorlauftemperatur Niedrigtemperaturheizkreis in °C												
<b>35</b>	36	37	35	32	29	0,0	0,0	0,0	0,0	28	31	34
DT RuEcklauftemperatur Hochtemperaturheizkreis in °C												
<b>30</b>	31	31	30	29	27	0,0	0,0	0,0	0,0	27	28	29



## Results of Annual Simulation

Installed Collector Power:	3,99 kW	
Installed Gross Solar Surface Area:	5,7 m <sup>2</sup>	
Collector Surface Area Irradiation:	8,23 MWh	1.914,46 kWh/m <sup>2</sup>
Energy Produced by Collectors:	5,15 MWh	1.198,38 kWh/m <sup>2</sup>
Energy Produced by Collector Loop:	2.458,24 kWh	571,68 kWh/m <sup>2</sup>

DHW Heating Energy Supply:	4,08 MWh
Space Heating Energy Supply:	7,55 MWh
Solar Contribution to DHW:	2298,75 kWh
Solar Contribution to Heating:	159,49 kWh
Energy from Auxiliary Heating:	10,02 MWh

<b>Wood Pellets Savings:</b>	<b>684,9 kg</b>
<b>DHW Solar Fraction:</b>	<b>46,7 %</b>
<b>Total Solar Fraction:</b>	<b>19,7 %</b>
<b>Fractional Energy Saving (EN 12976):</b>	<b>17,9 %</b>
<b>System Efficiency:</b>	<b>29,9 %</b>

Line 1: Please enter under Options

Line 2: Please enter under Options

DETACHED HOUSE (HERACLION,CRETE)

EXAMPLE V1

---

## Basic Data

### Climate File

Location:	Iraclion
Climate Data Record:	"Iraclion"
Total Annual Global Radiation:	1815,43 kWh
Latitude:	35,32 °
Longitude:	-25,2 °

### Domestic Hot Water

Average Daily Consumption:	240 l
Desired Temperature:	50 °C
Load Profile:	Detached House (evening max)
Cold Water Temperature:	February:8 °C / August:12 °C

### Space Heating

Standard Building Heat Flow Requirement:	10 kW
Standard External Temperature:	3 °C
Design Temperatures :	60 °C/40 °C

---

## System Components

### Collector Loop

Manufacturer:	 Thermomax Kingspan Renewables
Type:	 Solamax 20 - TDS 300
Number:	2,00
Total Gross Surface Area:	5,7 m <sup>2</sup>
Total Active Solar Surface Area:	4,3 m <sup>2</sup>
Tilt Angle:	33 °
Azimuth:	-6 °




### Combination Tank (int HE)

Manufacturer:	Schüco International KG
Type:	FW 750
Volume:	750 l

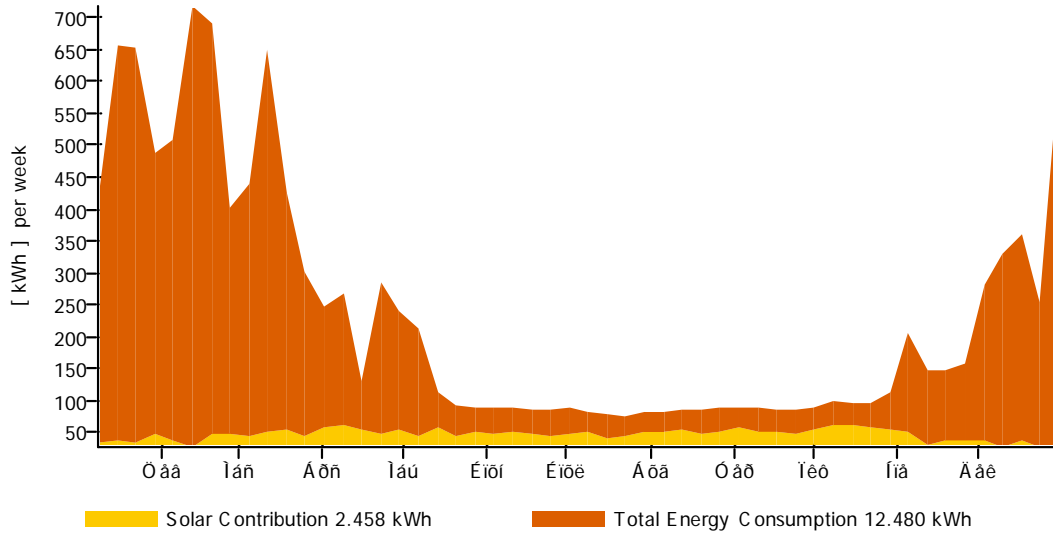
### Auxiliary Heating

Manufacturer:	Wagner
Type:	LIGNOplus 15
Nominal Output:	14,9 kW

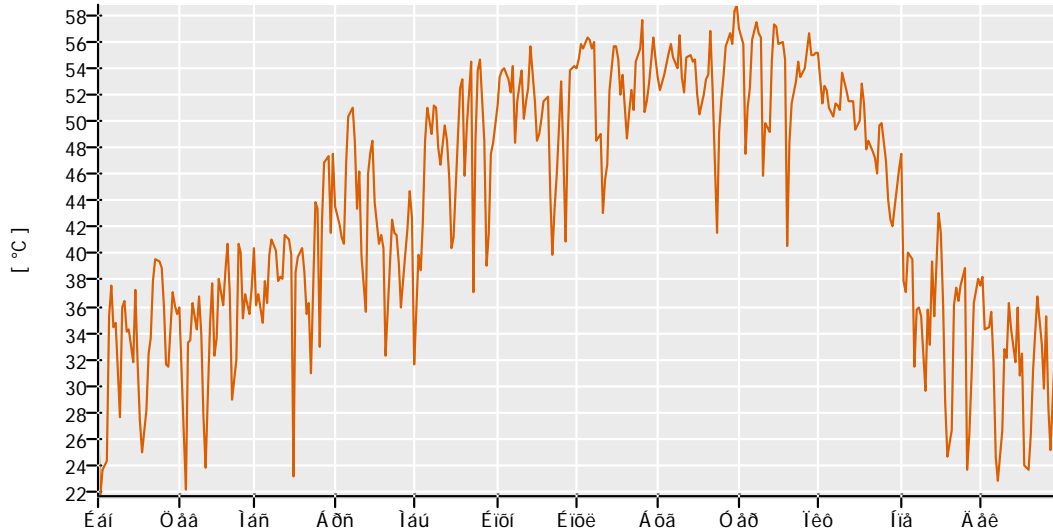
### Legend

	Original T*SOL Database
	With Test Report
	Solar Keymark

### Solar Energy Consumption as Percentage of Total Consumption

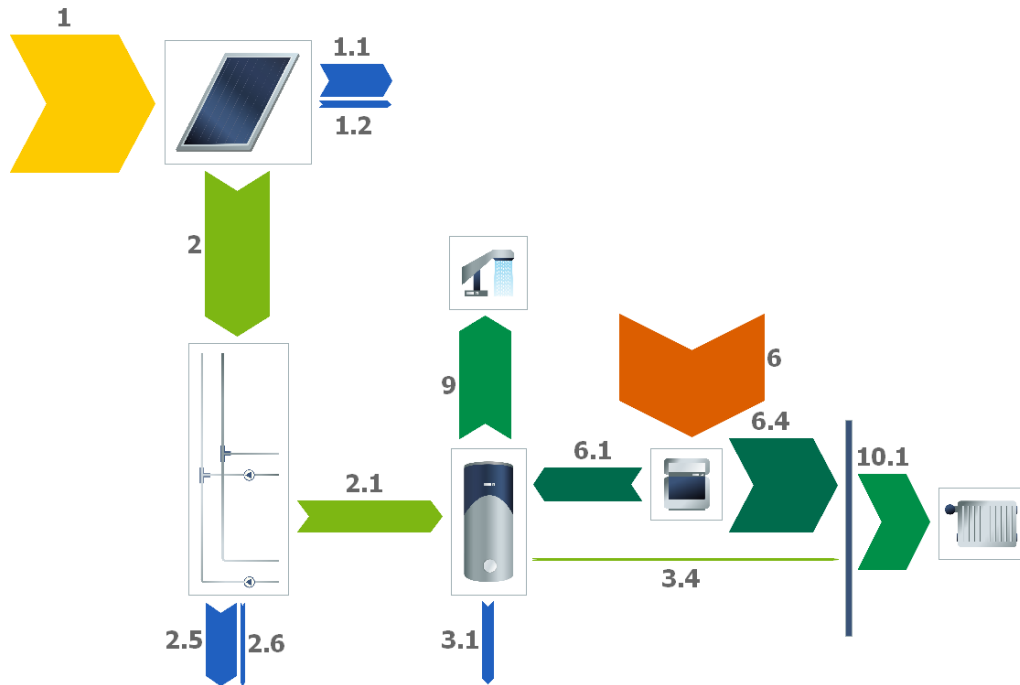


### Daily Maximum Collector Temperature



These calculations were carried out by T\*SOL Expert 4.5 - the Simulation Programme for Solar Thermal Heating Systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. Actual yields can deviate from these values due to fluctuations in climate, consumption and other factors. The system schematic diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.

## Energy Balance Schematic



### Legend

1	Collector Surface Area Irradiation	10.912 kWh
1.1	Optical Collector Losses	2.545 kWh
1.2	Thermal Collector Losses	534 kWh
2	Energy from Collector Array	5.153 kWh
2.1	Solar Energy to Storage Tank	2.458 kWh
2.5	External Piping Losses	2.407 kWh
2.6	Internal Piping Losses	288 kWh
3.1	Tank Losses	844 kWh
3.4	Tank to Space Heating	159 kWh
6	Final Energy	11.464 kWh
6.1	Supplementary Energy to Tank	2.627 kWh
6.4	Supplementary Energy to Space Heating	7.395 kWh
9	DHW Energy from Tank	4.080 kWh
10.1	Heat to HT Heating	7.554 kWh

**Line 1: Please enter under Options**

**Line 2: Please enter under Options**

DETACHED HOUSE (HERACLION,CRETE)

EXAMPLE V1

---

## Glossary

- 1 **Collector Surface Area Irradiation**  
Energy Irradiated onto Tilted Collector Area (Active Solar Surface)
- 1.1 **Optical Collector Losses**  
Reflection and Other Losses
- 1.2 **Thermal Collector Losses**  
Heat Conduction and Other Losses
- 2 **Energy from Collector Array**  
Energy Output at Collector Array Outlet (i.e. Before the Piping)
- 2.1 **Solar Energy to Storage Tank**  
Energy from Collector Loop to Storage Tank (Minus Piping Losses)
- 2.5 **External Piping Losses**  
External Piping Losses
- 2.6 **Internal Piping Losses**  
Internal Piping Losses
- 3.1 **Tank Losses**  
Heat Losses via Surface Area
- 3.4 **Tank to Space Heating**  
Heat from Tank to HT/LT Heating. For tanks with circulation, there is a solar contribution and a contribution from the temperature mix in the tank.
- 6 **Final Energy**  
Final Energy Current into System. This can flow in as natural gas, oil or electricity (not including solar energy) taking efficiency levels into account
- 6.1 **Supplementary Energy to Tank**  
Supplementary Energy (e.g. Boiler) to Tank
- 6.4 **Supplementary Energy to Space Heating**  
Supplementary Energy (e.g. Boiler) to HT/LT Heating
- 9 **DHW Energy from Tank**  
Heat for DHW Appliances from Tank
- 10.1 **Heat to HT Heating**  
Heat to High Temperature Heating

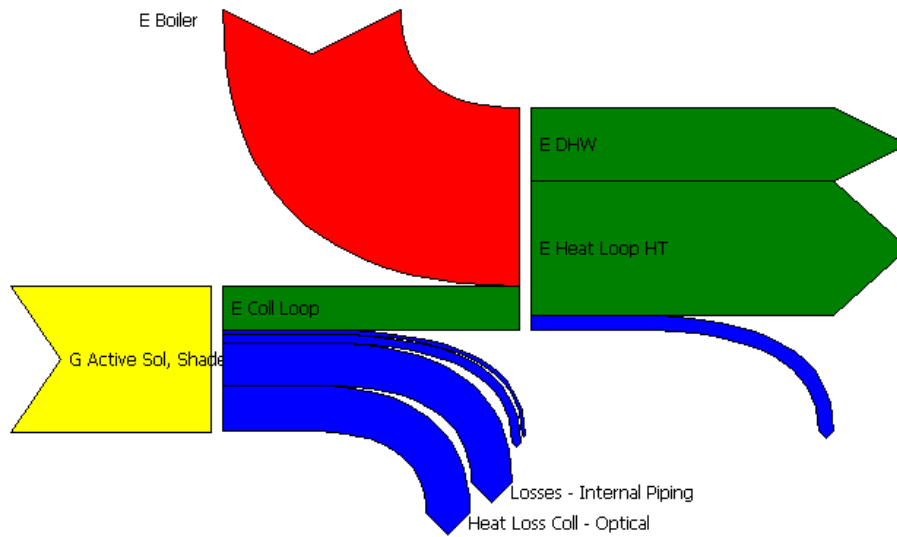


## Energy Balance

Type	Reference	Abbreviation	System: A5
	Solar system and system		
	Added by solar system		2458,24
	Added by auxiliary Heating		10,02
	Solar Fraction		19,7
	Solar Fraction Related to Consumption		19,76
	Efficiency		29,86
	Collector Loop Energy Balance		
+	Irradiation onto Active Solar Surface Area	G Active Sol, Shade	8,23
-	Optical Losses	Heat Loss Coll - Optical	2545,1
-	Losses - External Piping	Heat Loss Ext Piping - Collector	287,51
-	Losses - Internal Piping	Losses - Internal Piping	2407,29
-	Thermal Collector Losses	Heat Loss Coll - Thermal	534,25
->	Energy from Collector Loop	E Coll Loop	2458,24
	System Energy Balance		
+	Energy from Collector Loop	E Coll Loop	2458,24
+	Energy from Boiler	E Boiler	10,02
-	Tank Losses	Heat Loss - Tank	844,16
o	Change of Energy Level	E Capacity - Tank	1,75
->	DHW Heating Energy Supply	E DHW	4,08
->	High Temperature Space Heating Loop Energy	E Heat Loop HT	7,55
	System Energy Balance Overview		
	Balance Error		0,93
	Balance Error		0
	Supplied		12,48
	Removed		11,63
	Losses		844,16
	Change of Energy Level		1,75

## Sankey Diagram

---



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ' – ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ**



## ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων

**Εργοδότης** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:  
**Έργο** : Εξοχική Κατοικία  
:  
:  
**Θέση** : Παλαιά Εθνική Οδός Ηρακλείου.  
:  
**Ημερομηνία** : Μάιος 2010  
**Μελετητές** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:

**Παρατηρήσεις** :  
:  
:

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 TOTEE και χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik*
- β) *VDI Kuehlstregeln, VDI 2078*
- γ) *Carrier Handbook of Air Conditioning System Design*
- δ) *Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα*

## 2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Ακολουθώντας πιστά την Carrier, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

### 1. Εξωτερικοί τοίχοι

$$Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$$

όπου:

- Q<sub>i</sub>: Το φορτίο κατά την ώρα i
- i: Οι ώρες της ημέρας
- K: Θερμική αγωγιμότητα τοίχου
- A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου
- Dt<sub>ei</sub>: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα 1 διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται από τον πίνακα 4 σύμφωνα με την ημερήσια διακύμανση και τη διαφορά της εξωτερικής θερμοκρασίας στις 3μμ του υπολογιζόμενου μήνα από τη θερμοκρασία χώρου) και το χρώμα του τοίχου.

για σκούρο χρώμα:

$$Dt_{ei} = (Dt_{emi} + D)$$

για ενδιάμεσο χρώμα:

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 3 -

© 4M s/n: 58785498

$$Dt_{ei} = 0.78 \times (Dt_{emi} + D) + 0.22 \times (Dt_{esi} + D)$$

για ανοικτό χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.55 \times (Dt_{emi} + D) + 0.45 \times (Dt_{esi} + D)$$

όπου:

- D: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων
- Dt<sub>emi</sub>: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο
- Dt<sub>esi</sub>: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος, τότε το σκιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά (Dt<sub>es i</sub> + D) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times Dt_{ei} \times R_e) + (K \times (Dt_{esi} + D) \times R_{es})$$

όπου:

- R<sub>e</sub>: Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο
- R<sub>es</sub>: Σκιασμένη επιφάνεια

### 2. Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές είναι αντίστοιχος με τον υπολογισμό των εξωτερικών τοίχων, χρησιμοποιώντας διαφορετικό πίνακα ισοδύναμων θερμοκρασιακών διαφορών.

### 3. Εσωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα.

$$Q_i = K \times A \times Dt$$

όπου:

- Q<sub>i</sub>: Το φορτίο κατά την ώρα i

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 4 -

© 4M s/n: 58785498

- i: Οι ώρες της ημέρας 8πμ-8μμ  
 K: Θερμική αγωγιμότητα τοίχου  
 A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου  
 Dt: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

#### 4. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times Dt$$

όπου:

- Q: Το υπολογιζόμενο φορτίο  
 K: Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου  
 A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου  
 Dt: Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

#### 5. Ανοίγματα

Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία.

$$Q_i = Q_{th} + Q_{ra}$$

όπου:

- Q: Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i  
 Q<sub>th</sub>: Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i  
 Q<sub>ra</sub>: Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας (Q<sub>th</sub>) δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{th} = K \times A \times D_i$$

όπου:

- i: Οι ώρες της ημέρας  
 K: Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος

- A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος  
 D<sub>i</sub>: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i.

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D<sub>i</sub>) αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{ra} = (A \times D_i \times ES_{out,i} \times E_{sin} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_i \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))) + (A \times D_{ext,i} \times (1 - ES_{out,i}) \times E_{sin} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_i \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)))$$

όπου:

- i: Οι ώρες της ημέρας 8πμ-8μμ  
 A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος  
 D<sub>i</sub>: Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό  
 D<sub>ext,i</sub>: Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)  
 E<sub>Sout,i</sub>: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης  
 E<sub>Sin</sub>: Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμι με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης  
 S1: Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμι με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμι χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο  
 S2: Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη  
 At: Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο  
 T<sub>adp</sub>: Η τιμή του σημείου δρόσου

#### 6. Φορτία φωτισμού

Τα φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{li} = (F_{li} \times 1.25 \times 0.86) + (F_{zi} \times 0.86)$$

όπου:

- Q<sub>li</sub>: Το φορτίο φωτισμού κατά την ώρα i  
 F<sub>li</sub>: Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού κατά την ώρα i  
 F<sub>zi</sub>: Η ισχύς των λαμπτήρων πυράκτωσης κατά την ώρα i

### 7. Υπολογισμός φορτίων ατόμων

Το θερμικό φορτίο από τα άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_{a_i} = \sum_{j=1}^k F_{a_j} \times N_i$$

$$Q_{l_i} = \sum_{j=1}^k F_{l_j} \times N_i$$

όπου:

$Q_{a_i}$ : Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα  $i$

$Q_{l_i}$ : Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα  $i$

$j$ : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.

$F_{a_j}$ : Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας  $j$  που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

$F_{l_j}$ : Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας  $j$ . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

$N_i$ : Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας  $j$  που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα  $i$

Ειδικότερα, ανάλογα με τον βαθμό ενεργητικότητας και την εσωτερική θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τα λανθάνοντα και αισθητά φορτία λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά και Λανθάνοντα Φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23.5		T=24.5		T=25.5		T=26.5		T=27.5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιστάνμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

### 8. Φορτία συσκευών

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 7 -

© 4M s/n : 58785498

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_a = \left( \sum_{j=1}^k F_{a_j} \times N_j \right) + Q_1$$

$$Q_l = \left( \sum_{j=1}^k F_{l_j} \times N_j \right) + Q_2$$

όπου:

$Q_a$ : Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

$Q_l$ : Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

$j$ : Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7

$F_{a_j}$ : Το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου  $j$

$F_{l_j}$ : Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου  $j$

$N_j$ : Ο αριθμός των συσκευών τύπου  $j$  που λειτουργούν στο χώρο

$Q_1$ : Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

$Q_2$ : Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Ειδικότερα, τα θερμικά κέρδη για τις διάφορες Συσκευές (σε kcal/h), λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	Αισθητό Φορτίο (kcal/h)	Λανθάνον Φορτίο (kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 KW	600	150
Ηλεκτρική 2 KW	1200	300
Ηλεκτρική 4 KW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-

### 9. Φορτία από χαρμάδες

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 8 -

© 4M s/n : 58785498



Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_i = \left( \sum_{j=1}^n P_j \times a_j \times b \right) \times Dt$$

όπου:

- Q<sub>i</sub>: Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i  
 P<sub>j</sub>: Η περίμετρος του ανοίγματος j  
 n: Ο αριθμός των ανοιγμάτων  
 a<sub>j</sub>: Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j. Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος  
 b: Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0,24 έως 1,6  
 Dt: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

### 10. Αερισμός

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_{a_i} = 0.29 \times V \times n \times Dt$$

$$Q_{l_i} = 0.71 \times V \times n \times D_s$$

όπου:

- Q<sub>a<sub>i</sub></sub>: Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i  
 Q<sub>l<sub>i</sub></sub>: Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i  
 V: Ο όγκος του χώρου  
 n: Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα  
 Dt: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i  
 D<sub>s</sub>: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία. Η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες υπολογισμού

### 3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες από 8 πμ μέχρι 6 μμ. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο τα αποτελέσματα πινακοποιούνται στις παρακάτω ομάδες:

#### 1. Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

- Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)
- Προσανατολισμός
- Μήκος (m)
- Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m<sup>2</sup>)
- Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης
- Ύπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

#### 2. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

#### 3. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

- Φωτισμού
- Ατόμων
- Συσκευών

#### 4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kw, ή Mcal/h)

#### 5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kw, ή kcal/h)

- α) Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των στοιχείων, καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.  
 β) Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.  
 γ) Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες (κανόνες 6-9), και αναλύονται σε αισθητό, λανθάνον και συνολικό φορτίο.  
 δ) Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα, και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον, αλλά και συνολικά, καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού.

Ανάλογη παρουσίαση έχουν και τα φύλλα υπολογισμών συστημάτων, στα οποία συγκεντρώνονται τα φορτία των χώρων που αντιστοιχούν στο σύστημα, αναλυόμενα στις διάφορες αιτίες. Στα φύλλα αυτά εμφανίζεται και ο αερισμός. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά φύλλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 0. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

Διακ./	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
5.0	-5.8	-5.3	-4.7	-4.1	-3.5	-3.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1	-1.9	-2.7	-3.5	-4.2
7.5	-6.4	-6.3	-6.2	-5.4	-4.7	-3.8	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1	-2.2	-3.2	-4.2	-5.2
10.0	-7.7	-7.6	-7.4	-6.3	-5.2	-4.0	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.7	-3.8	-4.9	-6.0
12.5	-8.6	-8.6	-8.4	-6.9	-5.5	-4.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.7	-2.9	-4.1	-5.3	-6.5
15.0	-9.6	-9.6	-9.4	-7.9	-6.5	-4.8	-3.0	-1.8	-0.5	0.0	-0.5	-1.2	-1.9	-3.3	-4.8	-6.3	-7.7
17.5	-10.9	-10.7	-10.5	-8.8	-7.0	-5.3	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-0.5	-1.5	-2.6	-4.3	-5.9	-7.3	-8.8
20.0	-12.4	-12.3	-12.0	-10.0	-8.0	-6.1	-4.1	-2.3	-0.5	0.0	-0.5	-2.0	-3.4	-5.4	-7.5	-8.9	-10.3
22.5	-14.0	-13.8	-13.5	-11.3	-9.0	-6.8	-4.5	-2.5	-0.5	0.0	-0.5	-2.2	-3.9	-5.9	-8.0	-9.9	-11.7
25.0	-15.2	-14.9	-14.5	-12.0	-9.5	-7.0	-4.5	-2.8	-1.1	0.0	-1.1	-2.8	-4.5	-6.7	-8.9	-11.1	-13.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ	
Προσανατολισμός:			ΒΑ															
B 100	2.8	8.3	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.6	4.4	3.3	
A 300	-0.6	-1.1	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	6.7	6.7	6.1	5.5	
P 500	2.2	1.7	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	6.1	5.5	
H 700	2.8	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.6	7.8	8.9	7.8	6.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	
Προσανατολισμός:			Α															
B 100	0.5	9.4	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.6	4.4	3.3	
A 300	-0.6	-0.6	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.6	
P 500	2.8	2.8	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	3.3	11.1	10.0	8.9	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	
H 700	6.1	5.6	5.6	5.0	4.9	5.0	5.6	8.3	10.0	10.6	10.0	9.4	8.9	7.8	6.7	7.2	7.8	
Προσανατολισμός:			ΝΑ															
B 100	5.6	3.3	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	4.4	3.3	
A 300	0.6	0.6	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8	7.2	6.7	6.1	5.6	
P 500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	8.4	7.8	7.2	6.7	6.1	5.6	
H 700	5.0	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9	10.1	8.9	8.3	7.8	7.2	6.7	
Προσανατολισμός:			Ν															
B 100	-0.6	-1.1	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7	5.6	3.9	3.3	
A 300	-0.6	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1	8.3	6.7	5.6	4.4	
P 500	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.0	10.0	10.0	8.3	7.8	6.1	5.6	
H 700	3.9	3.3	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	6.5	7.2	7.8	8.3	8.9	8.9	7.8	
Προσανατολισμός:			ΝΔ															
B 100	-1.1	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	16.7	13.3	6.7	3.3	

P 500	3.9	2.8	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2	12.8	13.1	12.8	12.2	
H 700	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6	11.1	
Προσανατολισμός:			Δ															
B 100	-1.1	-1.7	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	32.2	18.9	12.2	7.8	4.4	
A 300	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	20.0	15.6	8.9	
P 500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1	13.9	15.6	15.0	14.4	
H 700	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5	6.1	6.7	7.8	8.9	11.7	12.2	
Προσανατολισμός:			ΒΔ															
B 100	-1.7	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.6	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2	20.6	18.9	10.0	3.3	
A 300	-1.1	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7	17.2	17.8	11.7	6.7	
P 500	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7	9.4	11.1	11.7	12.2	
H 700	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.6	7.8	10.0	
Προσανατολισμός:			Β															
B 100	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	3.3	2.2	
A 300	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	5.6	4.4	
P 500	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	2.8	4.4	3.9	3.3	
H 700	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ	
ΟΡΟΦΗ:			ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ															
50	-2.2	-3.3	-3.9	-2.8	-0.5	3.9	8.3	13.1	17.8	21.1	23.9	25.6	25.0	22.8	19.4	15.6	12.2	
A 200	0.0	-0.6	-1.1	-0.5	1.1	5.0	8.9	12.8	16.7	20.0	22.8	23.9	23.9	22.2	19.4	16.7	13.9	
P 300	2.2	1.7	1.1	1.7	3.3	5.5	8.9	12.8	15.6	18.3	21.1	22.2	22.8	21.7	19.4	17.8	15.6	
H 400	5.0	4.4	3.3	3.9	4.4	6.1	8.9	12.2	15.0	17.2	19.4	21.1	21.7	21.1	20.0	18.9	17.2	
	7.2	6.7	6.1	6.1	6.7	7.2	8.9	12.2	14.4	15.6	17.8	19.4	20.6	20.6	19.4	18.9	18.9	
ΟΡΟΦΗ:			ΜΕ ΝΕΡΟ															
50	-2.8	-1.1	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.6	3.3	1.1	
A 200	-2.8	-1.1	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.6	3.3	1.1	
P 300	-1.7	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	2.8	5.5	7.2	8.3	8.3	8.9	8.3	8.3	7.8	6.7	5.6	3.9	
H 400	-0.6	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	
	-0.6	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	
ΟΡΟΦΗ:			ΠΟΤΙΖΟΜΕΝΗ															
50	-2.2	-1.1	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	3.3	1.1	
A 200	-2.2	-1.1	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7	5.6	3.3	1.1	
P 300	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	5.0	3.9	
H 400	-0.6	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.6	

ΟΡΟΦΗ:	ΣΚΙΑΣΜΕΝΗ																
50	-2.8	-2.8	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	2.8	1.1
A 200	-2.8	-2.8	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6	4.4	2.8	1.1
P 300	-2.8	-2.8	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7	6.1	5.6	4.4	3.3
H 400	-1.7	-1.7	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6	5.6	5.0	4.4
	-1.7	-1.7	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6	5.6	5.0	4.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h m2)

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	20 ΑΠΡ.																
BA	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0	0
A	227	398	433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0	0
NA	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	0	0	0	0
N	8	21	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	0	0	0	0
ND	8	21	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	0	0	0	0
Δ	8	21	29	35	38	38	122	273	393	439	398	227	0	0	0	0	0
BΔ	8	21	29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	284	0	0	0	0
B	8	21	29	35	38	38	38	38	35	29	21	19	0	0	0	0	0
ΟΡΙΖ.	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	0	0	0	0
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΜΑΙΟΥ																
BA	287	344	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	0	0	0	0
A	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	0	0	0	0
NA	146	260	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	0	0	0	0
N	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	0	0	0	0
ND	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	0	0	0	0
Δ	13	27	32	35	38	38	116	265	390	444	436	320	0	0	0	0	0
BΔ	13	27	32	35	38	38	38	70	179	284	344	287	0	0	0	0	0
B	65	38	32	35	38	38	38	38	35	32	27	13	0	0	0	0	0
ΟΡΙΖ.	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	0	0	0	0
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΙΟΥΝ.																
BA	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16	28	0	0	0
A	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16	25	0	0	0
NA	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16	8	0	0	0
N	16	27	32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16	2	0	0	0
ND	16	27	32	35	38	38	92	192	258	301	295	238	138	2	0	0	0
Δ	16	27	32	35	38	38	119	257	385	439	436	341	2	0	0	0	0
BΔ	16	27	32	35	38	38	38	81	198	303	360	320	2	0	0	0	0
B	87	54	32	35	38	38	38	38	35	32	27	16	8	16	0	0	0
ΟΡΙΖ.	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	6	0	0	0

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 13 -

© 4M s/n : 58785498

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	23 ΙΟΥΛ.																
BA	287	344	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	3	0	0	0
A	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	3	0	0	0
NA	146	260	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	1	0	0	0
N	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	0	0	0	0
ND	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	0	0	0	0
Δ	13	27	32	35	38	38	116	265	390	444	436	320	0	0	0	0	0
BΔ	13	27	32	35	38	38	38	70	179	284	344	287	0	0	0	0	0
B	65	38	32	35	38	38	38	38	35	32	27	16	8	2	0	0	0
ΟΡΙΖ.	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	1	0	0	0
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	24 ΑΥΓ.																
BA	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0	0
A	227	398	433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8	0	0	0	0
NA	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	0	0	0	0
N	8	21	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	0	0	0	0
ND	8	21	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	0	0	0	0
Δ	8	21	29	35	38	38	122	273	393	439	398	227	0	0	0	0	0
BΔ	8	21	29	35	38	38	38	43	124	222	276	284	0	0	0	0	0
B	19	21	29	35	38	38	38	38	35	29	21	19	0	0	0	0	0
ΟΡΙΖ.	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	0	0	0	0
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	22 ΣΕΠΤ.																
BA	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0	0
A	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0	0
NA	0	257	390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0	0	0	0	0
N	0	32	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0	0	0	0	0
ND	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	0	0	0	0
Δ	0	13	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0	0	0	0	0
BΔ	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0	0
B	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	0	0	0	0
ΟΡΙΖ.	0	57	181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0	0	0	0	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
20 ΑΠΡ.																	
Ηλ.Υψ.	7	19	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7	0	0	0	0
Αζιμ.	81	91	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279	0	0	0	0
21 ΜΑΙΟΥ																	
Ηλ.Υψ.	13	24	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13	2	0	0	0
Αζιμ.	74	83	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286	0	0	0	0
21 ΙΟΥΝ.																	
Ηλ.Υψ.																	
Αζιμ.																	

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 14 -

© 4M s/n : 58785498

Αζιμ. 23 ΙΟΥΛ.	72	80	89	100	114	138	180	222	246	260	271	280	228	0	0	0	0
ΗΛ.Υψ. Αζιμ.	13	24	35	47	57	66	70	66	57	47	35	24	13	2	0	0	0
24 ΑΥΓ.	74	83	93	104	118	143	180	217	242	256	267	277	286	0	0	0	0
ΗΛ.Υψ. Αζιμ.	7	19	30	41	51	58	61	58	51	41	30	19	7	0	0	0	0
22 ΣΕΠΤ.	81	91	102	113	129	151	180	209	231	247	258	269	279	0	0	0	0
ΗΛ.Υψ. Αζιμ.	0	11	23	33	42	48	50	48	42	33	23	12	7	0	0	0	0
	0	99	110	122	138	157	180	203	222	238	250	261	279	0	0	0	0

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLF) ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
BA	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11
A	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11
NA	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
N	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18
ND	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24
Δ	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23
ΒΔ	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22
B	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36
ΟΡΙΖ.	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24

## ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΔΙΟΡΘ. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΥΠ. ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

ΤΥΠΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ : 1  
ΧΡΩΜΑ : ΜΕΣΟ  
ΒΑΡΟΣ : 300 Kg/m<sup>2</sup>

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
BA	-2.1	-2.5	-2.6	0.6	8.9	8.2	7.4	5.6	3.8	4.5	5.2	5.7	6.3	5.8	5.5	4.7	4.0
A	-2.1	-2.1	-1.7	7.5	11.5	12.1	12.2	7.4	5.6	5.3	5.2	5.7	6.3	5.8	5.5	4.7	4.1
NA	-1.2	-1.2	-1.7	4.0	7.2	9.0	10.9	10.4	10.3	8.8	7.8	6.6	6.3	5.8	5.5	4.7	4.1
N	-2.1	-2.9	-3.4	-2.9	-2.3	1.7	4.0	7.8	9.9	10.6	11.2	10.1	8.9	6.7	5.5	4.4	3.2
ND	-0.8	-1.2	-1.7	-1.6	-1.5	-1.0	-0.4	2.6	4.7	10.1	13.8	15.2	15.8	15.4	15.0	8.6	4.1
Δ	-0.8	-1.2	-1.7	-1.6	-1.5	-0.5	0.5	2.2	3.8	8.0	11.2	14.8	17.5	18.0	15.8	12.2	6.7
ΒΔ	-2.5	-2.9	-3.4	-2.9	-2.3	-1.4	-0.4	1.7	2.9	4.0	5.2	9.2	13.3	13.6	14.1	9.1	4.9
B(Σκ.)	-2.9	-2.9	-3.4	-2.9	-2.3	-1.7	-1.2	0.5	2.1	3.2	4.3	4.9	5.5	5.5	5.5	4.4	3.2

ΤΥΠΙΚΗ ΟΡΟΦΗ : 1  
ΧΡΩΜΑ : ΣΚΟΥΡΟ  
ΒΑΡΟΣ : 300 Kg/m<sup>2</sup>

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
ΗΛΙΟΛ.	3.8	3.2	2.1	2.7	3.2	4.9	7.7	10.9	13.8	16.0	18.1	19.9	20.5	19.9	18.8	17.6	16.0
ΣΚΙΑΖ.	-2.9	-2.9	-2.3	-2.3	-2.3	-1.7	-1.2	-0.1	1.0	2.6	3.2	3.8	4.3	4.4	4.4	3.8	3.2

ΤΥΠΙΚΗ ΟΡΟΦΗ : 2  
ΧΡΩΜΑ : ΜΕΣΟ  
ΒΑΡΟΣ : 300 Kg/m<sup>2</sup>

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
ΗΛΙΟΛ.	2.3	1.8	1.1	1.6	1.9	3.4	5.7	8.5	10.9	13.0	14.8	16.3	16.9	16.4	15.6	14.6	13.1
ΣΚΙΑΖ.	-2.9	-2.9	-2.3	-2.3	-2.3	-1.7	-1.2	-0.1	1.0	2.6	3.2	3.8	4.3	4.4	4.4	3.8	3.2

## ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ : 1

	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
..																	



## ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)

20 ΑΠΡ.	28.1	13.3
21 ΜΑΙΟΥ	28.2	9.9
21 ΙΟΥΝ.	30.4	9.1
23 ΙΟΥΛ.	32.0	8.9
24 ΑΥΓ.	31.5	8.5
22 ΣΕΠΤ.	29.4	8.1

ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	:	1
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΟΜΙΧΛΗ (1:ΝΑΙ 2:ΟΧΙ)	:	2
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	26
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:	3
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15)	:	2
ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m)	:	2.85
ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ	:	Watt
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	:	CARRIER

## ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
ΔΙΟΡΘΩΣΗ D.B.	-7.1	-7.0	-6.9	-5.9	-5.0	-3.9	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.9	-1.3	-2.4	-3.5	-4.6	-5.6
ΔΙΟΡΘ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ.	24.9	25.0	25.1	26.1	27.0	28.1	29.2	30.4	31.5	32.0	31.5	31.1	30.7	29.6	28.5	27.4	26.4
ΔΤ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	-1.1	-1.0	-0.9	0.1	1.0	2.1	3.2	4.4	5.5	6.0	5.5	5.1	4.7	3.6	2.5	1.4	0.4
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-4.1	-4.0	-3.9	-2.9	-2.0	-0.9	0.2	1.4	2.5	3.0	2.5	2.1	1.7	0.6	-0.5	-1.6	-2.6

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ (23 ΙΟΥΛ.) :-1.25

## Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου

Εξ. Το Οροφ	Τύπος ASHR CLTD	Τύπος ASHR TFM	Συντ. Kcal/n	Βάρος kg/m <sup>2</sup>	Χρώμ	Εσ. Το Δάπ.	Συντ. Kcal/n	Ανοίγι	Πλάτ. (m)	Υψος (m)	Συντ. Kcal/n	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαίσ	Συντ. c
T1	C	G1	0.52	300	2	E1	1.29	A1	1.10	2.20	2.76	0.10	1	1.5
T2						E2		A2	1.45	2.20	2.76	0.83	2	1.5
T3						E3		A3	0.80	1.20	2.76	0.83	2	1.5
T4						E4		A4	0.60	0.90	2.76	0.83	2	1.5
T5						E5		A5	0.80	2.20	2.76	0.83	2	1.5
T6						E6		A6	0.70	2.20	2.76	0.83	2	1.5
T7						E7		A7	0.70	1.05	2.76	0.83	2	1.5
T8						E8		A8						
T9						Δ1	1.29	A9						
T10						Δ2	1.29	A10						
T11						Δ3		A11						
O1	1	1	0.43	300	1.1	Δ4		A12						
O2	1	1	0.43	300	1.2	Δ5		A13						
O3						Δ6		A14						
O4						Δ7		A15						
O5						Δ8		A16						

Επίπεδο 1  
Χώρος 1  
Όνομασία ΚΟΙΤΩΝ

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα.	k (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
O1	O	0.43	4.05	3.40	13.77	1	13.77		13.77			
Δ1		1.29	4.05	3.40	13.77	1	13.77		13.77			
T1	N	0.52	4.05	2.85	11.54	1	11.54	3.19	8.35			
A2	N	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5		
T1	A	0.52	3.40	2.85	9.69	1	9.69		9.69			
E1	E	1.29	4.05	2.85	11.54	1	11.54		11.54			

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
O1	13.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	13.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	8.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Επίπεδο 1  
Χώρος 1  
Όνομασία ΚΟΙΤΩΝ

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
O1	13.77	31	26	17	22	26	40	63	90	114	132	150	164	169	164	155	146	132
Δ1	13.77	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
T1	8.35	-13	-18	-21	-18	-14	10	24	47	60	64	68	61	54	41	33	26	19
A2	3.19	22	63	87	195	343	498	559	526	398	268	165	138	94	44	30	17	4
T1	9.69	-15	-15	-12	53	81	85	86	52	39	38	36	40	44	41	38	33	29
E1	11.54	-86	-83	-80	-61	-41	-18	4	28	52	62	52	43	35	12	-11	-33	-55
		14	47	64	266	469	689	810	818	737	638	545	521	470	376	320	264	203

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	48	60
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			60

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	72	72	65	57	57	57	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

Επίπεδο 1  
Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	2	117	83	200
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				117	83	200

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	140	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	100	100	100	90	80	80	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Σύνολο	240	240	240	216	192	192	192	216	240	240	240	240	240	240	240	240	240

Επίπεδο 1  
Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W	465.20	232.60	1	465	233	698
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο				465	233	698

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	72	72	65	57	57	57	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Άτομα (Αισθητό)	140	140	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	100	100	100	90	80	80	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Άτομα (Σύνολο)	240	240	240	216	192	192	192	216	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Συσκευές (Αισθητό)	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558
Συσκευές (Λανθάνον)	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279
Συσκευές (Σύνολο)	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Επίπεδο 1  
Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.71	0.82	0.83	1.01	1.20	1.42	1.54	1.57	1.51	1.41	1.32	1.29	1.24	1.15	1.09	1.03	0.97
Λανθάνον	0.38	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Σύνολο	1.09	1.20	1.21	1.38	1.56	1.78	1.90	1.94	1.89	1.79	1.69	1.67	1.62	1.52	1.47	1.41	1.35

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-18.27	-15.88	-13.85	1.18	16.20	33.51	50.83	69.09	87.36	95.30	87.36	80.81	74.27	56.70	39.14	22.36	5.59
Λανθάνον	4.60	8.36	11.57	35.59	62.99	94.72	127.78	164.16	203.96	221.26	203.96	189.70	175.44	139.00	105.46	74.23	43.64
Σύνολο	-13.67	-7.52	-2.28	36.76	79.19	128.23	178.61	233.25	291.32	316.56	291.32	270.51	249.71	195.71	144.59	96.60	49.23

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 95  
Λανθάνον : 221  
Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h) : 39.24

Επίπεδο 1  
Χώρος 2  
Ονομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα.	k (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία. Προβ.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
Δ1		1.29	3.30	2.10	6.93	1	6.93		6.93			
E1	E	1.29	3.30	2.85	9.40	1	9.40		9.40			

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Δ1	6.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Δ1	6.93	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
E1	9.40	-70	-68	-66	-50	-34	-15	3	23	42	51	42	35	28	10	-9	-27	-45
		-33	-30	-28	-12	4	22	41	60	80	88	80	73	66	47	28	10	-7

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	21	26
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			26

Επίπεδο 1  
Χώρος 2  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	31	31	28	25	25	25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	1	58	42	100
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαριά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαριά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				58	42	100

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Φορτίο Λανθάνον	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Σύνολο	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Επίπεδο 1  
Χώρος 2  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W						
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP	814.10		1	814		814
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο				1		
Άλλο Λανθάνον Φορτίο				1		
Σύνολο				814		814

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	31	31	28	25	25	25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Άτομα (Αισθητό)	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Άτομα (Λανθάνον)	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Άτομα (Σύνολο)	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Συσκευές (Αισθητό)	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977	977
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Επίπεδο 1  
Χώρος 2  
Ονομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	1.01	1.05	1.05	1.06	1.06	1.08	1.10	1.13	1.16	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.07
Λανθάνον	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	1.06	1.10	1.10	1.10	1.10	1.12	1.14	1.18	1.21	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.16	1.14	1.12

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-9.19	-7.99	-6.97	0.59	8.15	16.87	25.58	34.77	43.96	47.96	43.96	40.67	37.38	28.54	19.70	11.25	2.81
Λανθάνον	2.31	4.21	5.82	17.91	31.70	47.67	64.31	82.62	102.65	111.35	102.65	95.47	88.29	69.96	53.07	37.36	21.96
Σύνολο	-6.88	-3.79	-1.15	18.50	39.86	64.54	89.89	117.39	146.61	159.32	146.61	136.14	125.67	98.49	72.77	48.61	24.78

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 48  
Λανθάνον : 111  
Συνολικός όγκος αέρα (m³/h) : 19.75

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσ. k	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m²)	Αφαιρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Εσωτ. Σκία. Προβ.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
T1	N	0.52	9.30	2.85	26.51	1	26.51	5.61	20.90		
A2	N	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5	
A1	N	2.76	1.10	2.20	2.42	1	2.42		2.42	0.5	
T1	Δ	0.52	6.40	2.85	18.24	1	18.24	1.50	16.74		
A3	Δ	2.76	0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	0.5	
A4	Δ	2.76	0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	0.5	
T1	A	0.52	3.00	2.85	8.55	1	8.55	0.96	7.59		
A3	A	2.76	0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	0.5	
T1	B	0.52	3.25	2.85	9.26	1	9.26	0.54	8.72		
A4	B	2.76	0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	0.5	
E1	E	1.29	2.35	2.85	6.70	1	6.70	1.54	5.16		
A6	E	2.76	0.70	2.20	1.54	1	1.54		1.54	0.5	
E1	E	1.29	1.80	2.85	5.13	1	5.13		5.13		
E1	E	1.29	2.35	2.85	6.70	1	6.70		6.70		
Δ1		1.29	8.00	6.60	52.80	1	52.80		52.80		
O1	Δ	0.43	3.05	3.40	10.37	1	10.37		10.37		
O2		0.43	2.65	2.80	7.42	1	7.42		7.42		
O2		0.43	2.63	1.30	3.42	1	3.42		3.42		
T1	N	0.52	3.25	2.85	9.26	1	9.26	3.19	6.07		
A2	N	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5	
T1	B	0.52	3.50	2.85	9.97	1	9.97	3.19	6.78		
A2	B	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5	

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Όνομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	20.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	16.74	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	7.59	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	5.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A6	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ1	52.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	10.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O2	7.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O2	3.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	6.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	6.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 31 -

© 4M s/n : 58785498

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Όνομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	20.90	-32	-45	-52	-45	-36	26	60	118	149	160	170	153	135	102	83	66	48
A2	3.19	22	63	87	195	343	498	559	526	398	268	165	138	94	44	30	17	4
A1	2.42	-6	0	4	26	52	81	97	102	94	81	64	57	48	33	23	13	3
T1	16.74	-9	-14	-21	-20	-18	-6	6	26	46	97	136	180	213	219	192	148	81
A3	0.96	7	19	24	30	36	40	44	113	242	348	392	383	285	13	9	5	1
A4	0.54	4	11	13	17	20	22	25	64	136	196	220	216	160	7	5	3	1
T1	7.59	-12	-12	-10	41	64	66	67	41	31	29	29	31	35	32	30	26	23
A3	0.96	263	361	368	326	225	105	44	48	52	51	47	41	28	16	9	5	1
T1	8.72	-19	-19	-22	-19	-15	-11	-8	3	13	20	27	31	34	34	34	28	20
A4	0.54	28	16	13	17	20	22	25	27	29	29	26	28	40	8	5	3	1
E1	5.16	-39	-37	-36	-27	-18	-8	2	13	23	28	23	19	16	5	-5	-15	-25
A6	1.54	-25	-24	-23	-17	-12	-5	1	8	15	18	15	12	10	3	-3	-9	-16
E1	5.13	-38	-37	-36	-27	-18	-8	2	12	23	28	23	19	15	5	-5	-15	-24
E1	6.70	-50	-48	-47	-35	-24	-11	2	16	30	36	30	25	20	7	-6	-19	-32
Δ1	52.80	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285
O1	10.37	23	20	13	16	20	30	48	68	86	99	113	124	127	124	117	110	99
O2	7.42	10	8	5	7	9	15	25	38	49	58	66	73	75	73	69	65	58
O2	3.42	5	4	2	3	4	7	12	17	22	27	30	33	35	34	32	30	27
T1	6.07	-9	-13	-15	-13	-10	7	18	34	43	47	49	44	39	30	24	19	14
A2	3.19	22	63	87	195	343	498	559	526	398	268	165	138	94	44	30	17	4
T1	6.78	-15	-15	-17	-15	-12	-9	-6	2	10	15	21	24	27	27	27	21	15
A2	3.19	166	93	78	98	118	132	145	159	173	171	157	168	238	49	30	17	4
		583	679	700	1040	1376	1776	2010	2246	2349	2360	2253	2224	2054	1195	1016	821	594

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 32 -

© 4M s/n : 58785498

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Όνομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	376	468
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			468

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	562	562	506	450	450	450	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	3	175	125	300
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	61.32	58.47	3	184	175	359
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				359	300	659

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Όνομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	431	431	431	388	345	345	345	388	431	431	431	431	431	431	431	431	431
Φορτίο Λανθάνον	360	360	360	324	288	288	288	324	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Σύνολο	791	791	791	712	633	633	633	712	791	791	791	791	791	791	791	791	791

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου	581.50	145.38	1	582	145	727
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W	465.20	232.60	2	930	465	1396
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP	232.60		1	233		233
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο				1745	611	2355

Επίπεδο 1  
Χώρος 3  
Όνομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	562	562	506	450	450	450	562	562	562	562	562	562	562	562	562	562
Άτομα (Αισθητό)	431	431	431	388	345	345	345	388	431	431	431	431	431	431	431	431	431
Άτομα (Λανθάνον)	360	360	360	324	288	288	288	324	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Άτομα (Σύνολο)	791	791	791	712	633	633	633	712	791	791	791	791	791	791	791	791	791
Συσκευές (Αισθητό)	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093	2093
Συσκευές (Λανθάνον)	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733
Συσκευές (Σύνολο)	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826	2826
Χαρμαμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	3.11	3.77	3.79	4.03	4.26	4.66	4.90	5.29	5.44	5.45	5.34	5.31	5.14	4.28	4.10	3.91	3.68
Λανθάνον	1.09	1.09	1.09	1.06	1.02	1.02	1.02	1.06	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Σύνολο	4.20	4.86	4.88	5.08	5.28	5.69	5.92	6.35	6.53	6.54	6.43	6.40	6.23	5.37	5.20	5.00	4.77

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-69.75	-60.65	-52.89	4.49	61.87	127.98	194.09	263.84	333.59	363.91	333.59	308.60	283.61	216.53	149.45	85.40	21.35
Λανθάνον	17.56	31.93	44.19	135.89	240.54	361.70	487.95	626.86	778.84	844.92	778.84	724.40	669.95	530.80	402.70	283.47	166.64
Σύνολο	-52.19	-28.73	-8.70	140.38	302.41	489.67	682.03	890.70	1112.4	1208.8	1112.4	1032.9	953.55	747.33	552.15	368.86	187.99

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 364  
Λανθάνον : 845  
Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h) : 149.86

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 35 -

© 4M s/n: 58785498

Επίπεδο 2  
Χώρος 1  
Όνομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσοκ (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
O1	0.43	3.30	3.40	11.22	1	11.22		11.22			
T1	N	0.52	2.65	2.80	7.42	1	7.42	3.19	4.23		
A2	N	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5	
T1	B	0.52	3.30	2.80	9.24	1	9.24		9.24		
T1	Δ	0.52	3.40	2.80	9.52	1	9.52	0.96	8.56		
A3	Δ	2.76	0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	0.5	

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
O1	11.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	4.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 36 -

© 4M s/n: 58785498

Επίπεδο 2  
Χώρος 1  
Όνομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
O1	11.22	25	21	14	18	21	33	52	74	93	107	122	134	138	134	126	119	107
T1	4.23	-6	-9	-11	-9	-7	5	12	24	30	32	34	31	27	21	17	13	10
A2	3.19	22	63	87	195	343	498	559	526	398	268	165	138	94	44	30	17	4
T1	9.24	-20	-20	-23	-20	-16	-12	-8	3	14	21	28	33	37	37	37	29	21
T1	8.56	-5	-7	-11	-10	-9	-3	3	13	23	50	70	92	109	112	98	75	41
A3	0.96	7	19	24	30	36	40	44	113	242	348	392	383	285	13	9	5	1
		23	67	79	204	368	561	661	753	800	827	811	810	689	360	317	259	185

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	32	40
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			40

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	48	48	43	38	38	38	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

Επίπεδο 2  
Χώρος 1  
Όνομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	1	58	42	100
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				58	42	100

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Φορτίο Λαμβάνον	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Σύνολο	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Επίπεδο 2  
Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευε	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W	465.20	232.60	1	465	233	698
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο				465	233	698

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	48	48	43	38	38	38	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Άτομα (Αισθητό)	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Άτομα (Λανθάνον)	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Άτομα (Σύνολο)	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Συσκευές (Αισθητό)	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558
Συσκευές (Λανθάνον)	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279
Συσκευές (Σύνολο)	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Επίπεδο 2  
Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.65	0.74	0.76	0.87	1.02	1.21	1.31	1.42	1.48	1.50	1.49	1.49	1.37	1.04	0.99	0.94	0.86
Λανθάνον	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Σύνολο	0.98	1.07	1.08	1.19	1.34	1.53	1.63	1.75	1.81	1.83	1.82	1.82	1.69	1.36	1.32	1.26	1.19

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-14.62	-12.71	-11.09	0.94	12.97	26.83	40.69	55.31	69.93	76.29	69.93	64.69	59.45	45.39	31.33	17.90	4.48
Λανθάνον	3.68	6.69	9.26	28.49	50.43	75.82	102.29	131.41	163.27	177.13	163.27	151.86	140.44	111.28	84.42	59.42	34.93
Σύνολο	-10.94	-6.02	-1.82	29.43	63.40	102.65	142.98	186.72	233.20	253.41	233.20	216.55	199.90	156.67	115.75	77.33	39.41

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 76  
Λανθάνον : 177  
Συνολικός όγκος αέρα (m³/h) : 31.42



Επίπεδο 2  
Χώρος 2  
Όνομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα.	k (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
T1	B	0.52	1.90	1.85	3.51	1	3.51	0.73	2.78			
A7	B	2.76	0.70	1.05	0.73	1	0.73		0.73	0.5		
T1	Δ	0.52	1.00	2.80	2.80	1	2.80	0.54	2.26			
A4	Δ	2.76	0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	0.5		
O1		0.43	1.90	4.32	8.21	1	8.21		8.21			
Δ2		1.29	0.85	2.25	1.91	1	1.91		1.91			
E1	E	1.29	1.90	0.95	1.80	1	1.80		1.80			

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	2.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A7	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	2.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	8.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ2	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Επίπεδο 2  
Χώρος 2  
Όνομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	2.78	-6	-6	-7	-6	-5	-4	-3	1	4	6	9	10	11	11	11	9	6
A7	0.73	38	21	18	22	27	30	33	36	40	39	36	38	54	11	7	4	1
T1	2.26	-1	-2	-3	-3	-2	-1	1	4	6	13	18	24	29	30	26	20	11
A4	0.54	4	11	13	17	20	22	25	64	136	196	220	216	160	7	5	3	1
O1	8.21	18	16	10	13	16	24	38	54	68	79	89	98	101	98	92	87	79
Δ2	1.91	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
E1	1.80	-13	-13	-13	-9	-6	-3	1	4	8	10	8	7	5	2	-2	-5	-9
		50	37	29	44	59	79	105	173	272	353	391	403	371	169	150	128	99

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	118	147
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			147

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	177	177	159	141	141	141	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177

Επίπεδο 2  
Χώρος 2  
Όνομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία						
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	86.38	99.70	1	86	100	186
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				86	100	186

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	104	104	104	93	83	83	83	93	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Φορτίο Λανθάνον	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Σύνολο	223	223	223	201	179	179	179	201	223	223	223	223	223	223	223	223	223

Επίπεδο 2  
Χώρος 2  
Όνομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W						
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο						

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	177	177	159	141	141	141	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
Άτομα (Αισθητό)	104	104	104	93	83	83	83	93	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Άτομα (Λανθάνον)	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Άτομα (Σύνολο)	223	223	223	201	179	179	179	201	223	223	223	223	223	223	223	223	223
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Επίπεδο 2  
Χώρος 2  
Ονομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.15	0.32	0.31	0.30	0.28	0.30	0.33	0.44	0.55	0.63	0.67	0.68	0.65	0.45	0.43	0.41	0.38
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	0.27	0.44	0.43	0.40	0.38	0.40	0.42	0.55	0.67	0.75	0.79	0.80	0.77	0.57	0.55	0.53	0.50

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-10.70	-9.30	-8.11	0.69	9.49	19.63	29.76	40.46	51.16	55.81	51.16	47.33	43.49	33.21	22.92	13.10	3.27
Λανθάνον	2.69	4.90	6.78	20.84	36.89	55.47	74.83	96.13	119.44	129.58	119.44	111.09	102.74	81.40	61.76	43.47	25.56
Σύνολο	-8.00	-4.41	-1.33	21.53	46.38	75.10	104.60	136.60	170.60	185.39	170.60	158.42	146.24	114.61	84.68	56.57	28.83

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 56  
Λανθάνον : 130  
Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h) : 22.98

Επίπεδο 2  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα.	k (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
T1	B	0.52	3.30	2.80	9.24	1	9.24		9.24			
T1	A	0.52	3.40	2.80	9.52	1	9.52	0.96	8.56			
A3	A	2.76	0.80	1.20	0.96	1	0.96		0.96	0.5		
T1	N	0.52	2.65	2.80	7.42	1	7.42	3.19	4.23			
A2	N	2.76	1.45	2.20	3.19	1	3.19		3.19	0.5		
O1		0.43	3.30	3.40	11.22	1	11.22		11.22			

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	9.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	4.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	11.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Επίπεδο 2  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	9.24	-20	-20	-23	-20	-16	-12	-8	3	14	21	28	33	37	37	37	29	21
T1	8.56	-13	-13	-11	47	72	75	76	46	35	33	32	35	39	36	34	29	25
A3	0.96	263	361	368	326	225	105	44	48	52	51	47	41	28	16	9	5	1
T1	4.23	-6	-9	-11	-9	-7	5	12	24	30	32	34	31	27	21	17	13	10
A2	3.19	22	63	87	195	343	498	559	526	398	268	165	138	94	44	30	17	4
O1	11.22	25	21	14	18	21	33	52	74	93	107	122	134	138	134	126	119	107
		271	403	424	557	638	704	733	720	621	514	429	412	362	287	253	213	169

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	32	40
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			40

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	48	48	43	38	38	38	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

Επίπεδο 2  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	1	58	42	100
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				58	42	100

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Φορτίο Λαμβάνον	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Σύνολο	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Επίπεδο 2  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευε	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W	465.20	232.60	1	465	233	698
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο				465	233	698

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	48	48	43	38	38	38	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Άτομα (Αισθητό)	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Άτομα (Λανθάνον)	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Άτομα (Σύνολο)	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Συσκευές (Αισθητό)	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558
Συσκευές (Λανθάνον)	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279
Συσκευές (Σύνολο)	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837	837
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Επίπεδο 2  
Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.90	1.08	1.10	1.22	1.29	1.36	1.39	1.39	1.30	1.19	1.11	1.09	1.04	0.96	0.93	0.89	0.85
Λανθάνον	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Σύνολο	1.23	1.41	1.43	1.55	1.61	1.68	1.71	1.71	1.63	1.52	1.43	1.42	1.37	1.29	1.26	1.22	1.17

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-14.62	-12.71	-11.09	0.94	12.97	26.83	40.69	55.31	69.93	76.29	69.93	64.69	59.45	45.39	31.33	17.90	4.48
Λανθάνον	3.68	6.69	9.26	28.49	50.43	75.82	102.29	131.41	163.27	177.13	163.27	151.86	140.44	111.28	84.42	59.42	34.93
Σύνολο	-10.94	-6.02	-1.82	29.43	63.40	102.65	142.98	186.72	233.20	253.41	233.20	216.55	199.90	156.67	115.75	77.33	39.41

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 76  
Λανθάνον : 177  
Συνολικός όγκος αέρα (m³/h) : 31.42

Επίπεδο 2  
Χώρος 4  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα.	k (Kcal/)	Μήκος (m)	Υψος Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκία.	Σκία. Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκία.
T1	Δ	0.52	1.80	2.80	5.04	1	5.04	0.54	4.50			
A4	Δ	2.76	0.60	0.90	0.54	1	0.54		0.54	0.5		
T1	A	0.52	2.90	2.80	8.12	1	8.12		8.12			
O1		0.43	3.60	2.05	7.38	1	7.38		7.38			
T1	N	0.52	3.20	2.85	9.12	1	9.12		9.12			

## Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ	
T1	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	7.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Watt )

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
T1	4.50	-3	-4	-6	-5	-5	-2	2	7	12	26	37	48	57	59	52	40	22
A4	0.54	4	11	13	17	20	22	25	64	136	196	220	216	160	7	5	3	1
T1	8.12	-12	-12	-10	44	68	71	72	44	33	31	31	34	37	34	32	28	24
O1	7.38	17	14	9	12	14	21	34	48	61	71	80	88	91	88	83	78	71
T1	9.12	-14	-20	-23	-20	-16	11	26	52	65	70	74	67	59	44	36	29	21
		-8	-11	-16	48	81	124	158	214	307	394	442	452	404	233	208	177	138

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 51 -

© 4M s/n : 58785498

Επίπεδο 2  
Χώρος 4  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Δεδομένα Φωτισμού ( Watt )

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Από Φθορισμό	1.25	21	26
Από Πυράκτωση	1.00		
Σύνολο			26

## Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	0	31	31	28	25	25	25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

## Δεδομένα Ατόμων ( Watt )

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36	41.66	1	58	42	100
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία						
Καθισμένοι, τρώγοντας						
Δουλειά Γραφείου						
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά						
Καθιστική εργασία (εργοστάσιο)						
Ελαφρά εργασία (εργοστάσιο)						
Μέτριος Χορός						
Βαρειά εργασία (εργοστάσιο)						
Βαρειά εργασία (γυμναστήριο)						
Σύνολο				58	42	100

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 52 -

© 4M s/n : 58785498

Επίπεδο 2  
Χώρος 4  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Φορτίο Λανθάνον	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Σύνολο	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120

## Δεδομένα Συσκευών ( Watt )

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευε	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Μικρή αερίου						
Μεγάλη αερίου						
Ηλεκτρική 300 W						
Ηλεκτρική 1 kW						
Ηλεκτρική 2 kW						
Ηλεκτρική 3 kW						
Κινητήρας 1/4 HP						
Κινητήρας 1 HP						
Κινητήρας 5 HP						
Άλλο Αισθητό Φορτίο			1			
Άλλο Λανθάνον Φορτίο			1			
Σύνολο						

Επίπεδο 2  
Χώρος 4  
Όνομασία ΛΟΥΤΡΟ

## Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Φωτισμός	0	31	31	28	25	25	25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Άτομα (Αισθητό)	70	70	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Άτομα (Λανθάνον)	50	50	50	45	40	40	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Άτομα (Σύνολο)	120	120	120	108	96	96	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.06	0.09	0.09	0.14	0.16	0.21	0.24	0.31	0.41	0.50	0.54	0.55	0.51	0.33	0.31	0.28	0.24
Λανθάνον	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	0.11	0.14	0.14	0.18	0.20	0.25	0.28	0.35	0.46	0.55	0.59	0.60	0.56	0.38	0.36	0.33	0.29

## Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα ( Watt )

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	-9.59	-8.34	-7.27	0.62	8.51	17.60	26.69	36.28	45.87	50.04	45.87	42.44	39.00	29.78	20.55	11.74	2.94
Λανθάνον	2.41	4.39	6.08	18.69	33.08	49.74	67.10	86.20	107.10	116.19	107.10	99.62	92.13	72.99	55.38	38.98	22.92
Σύνολο	-7.18	-3.95	-1.20	19.30	41.59	67.34	93.79	122.48	152.98	166.23	152.98	142.05	131.13	102.77	75.93	50.72	25.85

## Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Watt )

Αισθητό : 50  
Λανθάνον : 116  
Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h) : 20.61

## Συνολικές Απώλειες Χώρων Χωρίς Αερισμό ( kWatt ) 23 ΙΟΥΛ.

Επίπεδο 1

Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.71	0.82	0.83	1.01	1.20	1.42	1.54	1.57	1.51	1.41	1.32	1.29	1.24	1.15	1.09	1.03	0.97
Λανθάνον	0.38	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Σύνολο	1.09	1.20	1.21	1.38	1.56	1.78	1.90	1.94	1.89	1.79	1.69	1.67	1.62	1.52	1.47	1.41	1.35

Χώρος 2  
Ονομασία ΛΟΥΤΡΟ

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	1.01	1.05	1.05	1.06	1.06	1.08	1.10	1.13	1.16	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.07
Λανθάνον	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	1.06	1.10	1.10	1.10	1.10	1.12	1.14	1.18	1.21	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.16	1.14	1.12

Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΥΖΙΝΑ-ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	3.11	3.77	3.79	4.03	4.26	4.66	4.90	5.29	5.44	5.45	5.34	5.31	5.14	4.28	4.10	3.91	3.68
Λανθάνον	1.09	1.09	1.09	1.06	1.02	1.02	1.02	1.06	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Σύνολο	4.20	4.86	4.88	5.08	5.28	5.69	5.92	6.35	6.53	6.54	6.43	6.40	6.23	5.37	5.20	5.00	4.77

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 55 -

© 4M s/n : 58785498

## Συνολικές Απώλειες Χώρων Χωρίς Αερισμό ( kWatt ) 23 ΙΟΥΛ.

Επίπεδο 2

Χώρος 1  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 1

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.65	0.74	0.76	0.87	1.02	1.21	1.31	1.42	1.48	1.50	1.49	1.49	1.37	1.04	0.99	0.94	0.86
Λανθάνον	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Σύνολο	0.98	1.07	1.08	1.19	1.34	1.53	1.63	1.75	1.81	1.83	1.82	1.82	1.69	1.36	1.32	1.26	1.19

Χώρος 2  
Ονομασία ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.15	0.32	0.31	0.30	0.28	0.30	0.33	0.44	0.55	0.63	0.67	0.68	0.65	0.45	0.43	0.41	0.38
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	0.27	0.44	0.43	0.40	0.38	0.40	0.42	0.55	0.67	0.75	0.79	0.80	0.77	0.57	0.55	0.53	0.50

Χώρος 3  
Ονομασία ΚΟΙΤΩΝ 2

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.90	1.08	1.10	1.22	1.29	1.36	1.39	1.39	1.30	1.19	1.11	1.09	1.04	0.96	0.93	0.89	0.85
Λανθάνον	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Σύνολο	1.23	1.41	1.43	1.55	1.61	1.68	1.71	1.71	1.63	1.52	1.43	1.42	1.37	1.29	1.26	1.22	1.17

Χώρος 4  
Ονομασία ΛΟΥΤΡΟ

	6 πμ	7 πμ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ	9 μμ	10 μμ
Αισθητό	0.06	0.09	0.09	0.14	0.16	0.21	0.24	0.31	0.41	0.50	0.54	0.55	0.51	0.33	0.31	0.28	0.24
Λανθάνον	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	0.11	0.14	0.14	0.18	0.20	0.25	0.28	0.35	0.46	0.55	0.59	0.60	0.56	0.38	0.36	0.33	0.29

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 56 -

© 4M s/n : 58785498



## ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ ( KW )

ΩΡΕΣ	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
20 ΑΠΡ.	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	13	12	11	10	10	9	9
21 ΜΑΙΟΥ	8	9	9	9	10	11	12	12	13	13	13	13	12	10	10	9	9
21 ΙΟΥΝ.	9	10	10	10	11	11	12	13	13	13	13	13	13	11	11	10	10
23 ΙΟΥΛ.	9	10	10	11	11	12	13	14	14	14	14	14	13	12	11	11	10
24 ΑΥΓ.	8	10	11	12	13	14	14	15	16	15	14	14	13	12	11	11	10
22 ΣΕΠΤ.	7	9	11	12	13	14	15	15	16	15	14	13	11	11	11	10	10

## ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ ( KW )

ΩΡΕΣ	6πμ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ	10μμ
20 ΑΠΡ.																	
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																	
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-2	-1	-0	1	3	4	4	5	5	5	4	3	2	1	1	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	4	6	6	8	9	10	10	11	12	11	10	10	9	8	7	7	6
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																	
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	-1	-1	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	-1	-1	-0	-0	0	0	1	1	1	0	0	0	-0	-0	-1
ΣΥΝΟΛΟ :	5	7	7	9	11	12	13	14	15	14	13	12	11	10	9	8	8
21 ΜΑΙΟΥ																	
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																	
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-1	-0	-0	1	2	3	3	4	4	4	4	4	3	1	1	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	5	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10	8	8	7	7
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																	
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-1	-1	-1	-0	-0	-0	0	0	1	1	1	0	0	0	-0	-0	-0
ΣΥΝΟΛΟ :	6	8	8	9	10	11	12	13	14	14	13	13	12	10	10	9	8

## 21 ΙΟΥΝ.

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	11	11	11	9	8	8	7
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ :	8	9	9	10	11	12	13	14	15	15	15	15	14	12	11	10	10

## 23 ΙΟΥΛ.

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	1	1	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	4	3	2	2	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	7	8	8	9	9	10	11	12	12	12	12	12	11	9	9	9	8
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 59 -

© 4M s/n : 58785498

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ :	9	10	10	11	12	13	14	15	16	16	16	16	15	13	12	12	11

## 24 ΑΥΓ.

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	1	2	3	5	5	6	6	7	6	5	4	4	3	2	2	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	6	8	8	9	11	11	12	13	13	13	12	11	10	9	9	8	8
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ :	8	10	10	12	14	14	15	16	18	17	16	15	14	13	12	11	11

## 22 ΣΕΠΤ.

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-1	0	2	3	5	5	6	6	7	6	5	4	2	2	2	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 60 -

© 4M s/n : 58785498

ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	-0
ΣΥΝΟΛΟ :	7	9	10	12	13	14	15	16	17	17	15	14	12	11	11	9

## ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ KW

ΩΡΕΣ 6πμ 7πμ 8πμ 9πμ 10πμ 11πμ 12πμ 1μμ 2μμ 3μμ 4μμ 5μμ 6μμ 7μμ 8μμ 9μμ 10μμ

## 20 ΑΠΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-1	-0	-0	1	1	2	2	2	3	2	2	2	1	0	0	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	5	5	5	4	4	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	2	3	4	4	5	6	6	7	8	7	7	6	6	5	5	4	4
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 20 ΑΠΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-1	-0	0	1	2	2	2	2	3	2	1	1	1	0	0	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ :	1	2	2	3	4	4	4	5	5	4	4	3	3	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	2	2	3	4	5	5	5	6	6	5	5	4	4	3	3	3	3
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 20 ΑΠΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 21 ΜΑΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	7	5	5	5
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 21 ΜΑΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 63 -

© 4M s/n : 58785498

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	0	0	1	1	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 21 ΜΑΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 21 ΙΟΥΝ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Τεύχος Μελέτης

- Σελ. 64 -

© 4M s/n : 58785498

ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	3	4	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6	5	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	4	5	5	5	5	6	6	7	8	8	8	8	7	6	6	5

## 21 ΙΟΥΝ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4

## 21 ΙΟΥΝ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1

## 23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ																
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	8	8	8	7	6	6

## 23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ																
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6	5	5	5	4	4	4

## 23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1

## 24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	1	1	1	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	3	4	4	5	5	5	6	6	7	6	6	5	5	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	4	5	5	6	7	7	7	8	9	9	8	8	7	7	6	6	5
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	0	0	1	2	2	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	3	4	4	5	6	6	6	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 22 ΣΕΠΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	0	1	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	2	4	4	5	5	5	6	6	7	7	6	5	4	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	3	4	5	6	6	7	7	8	8	8	8	7	6	6	5	5
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 22 ΣΕΠΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	0	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	2	2	3	4	5	5	6	5	5	5	4	3	3	3	3	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	2	3	4	5	6	6	7	7	7	6	6	5	4	4	4	3
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## 22 ΣΕΠΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

## ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ :	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ΦΩΤΙΣΜΟΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

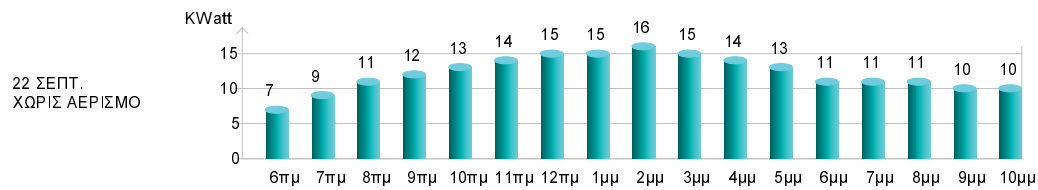
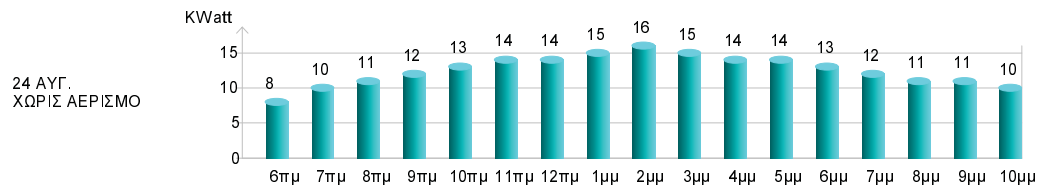
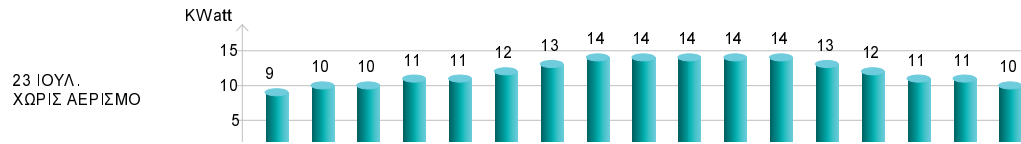
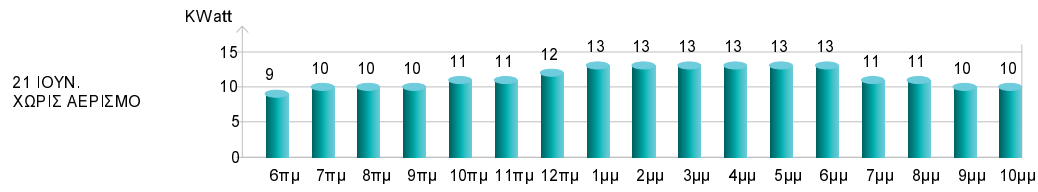
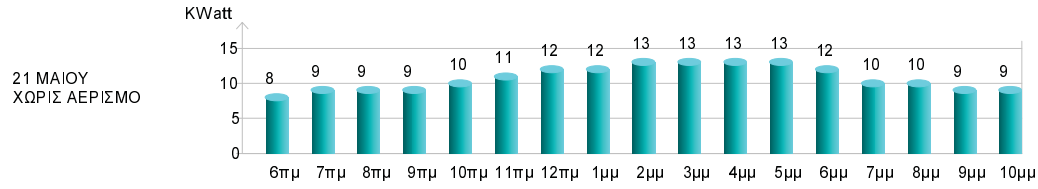
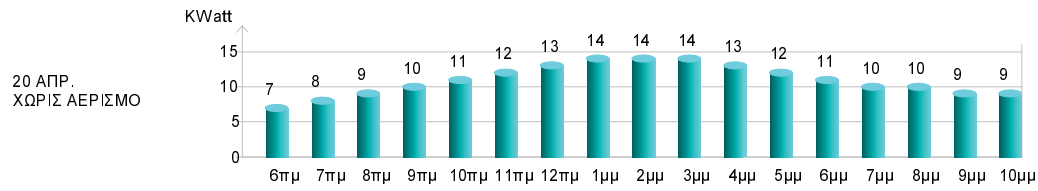
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ. :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. :	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0

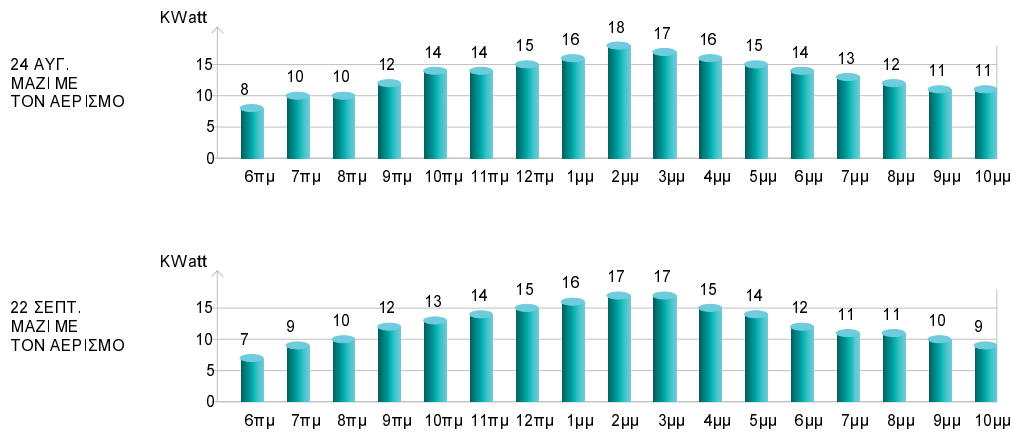
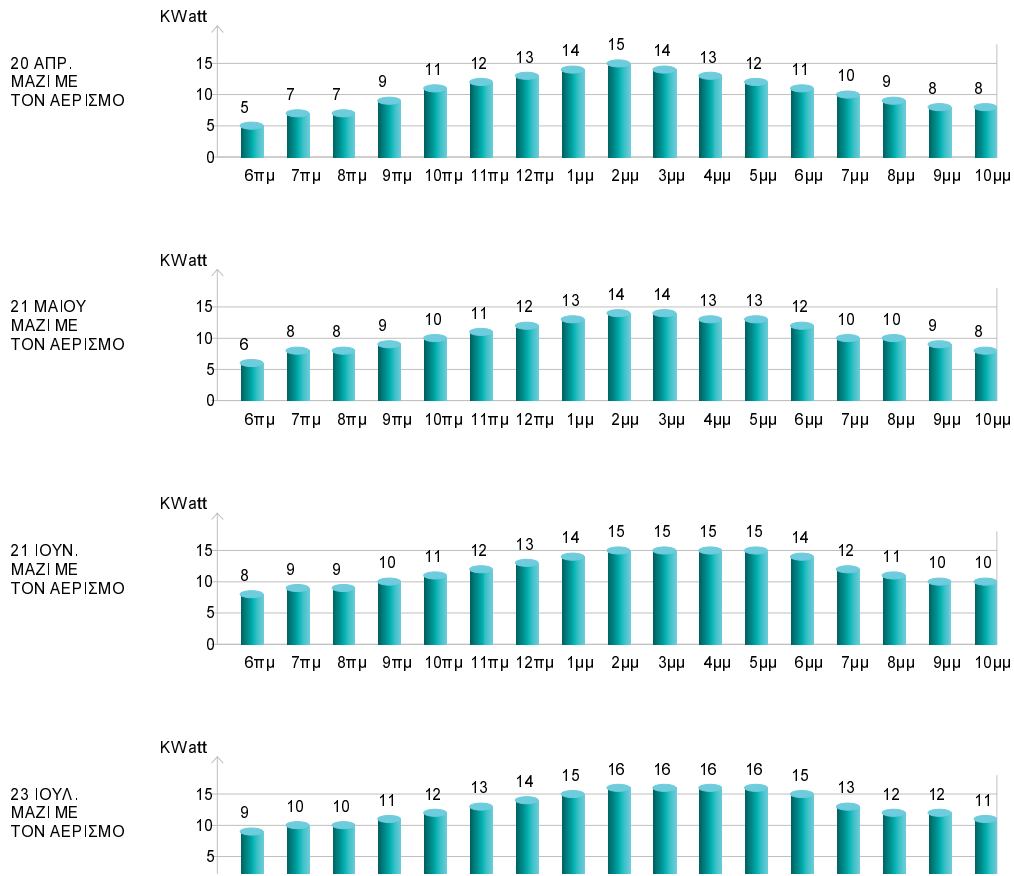
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Διαγράμματα Συγκ/κών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό

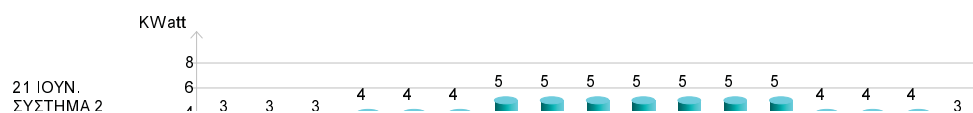
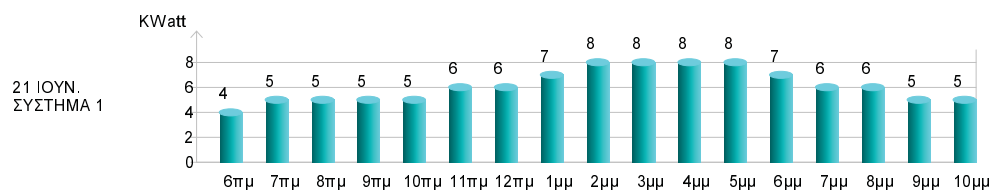
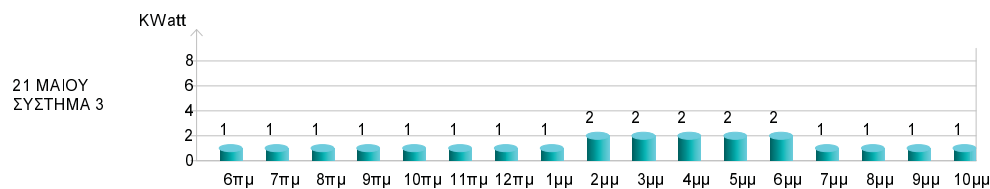
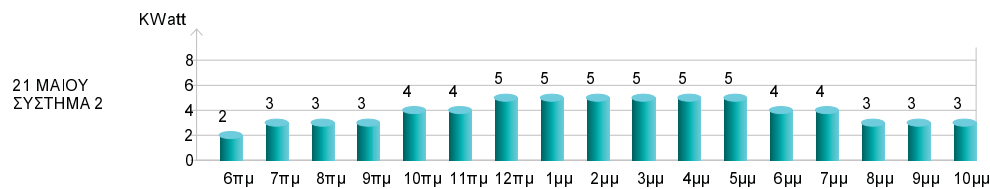
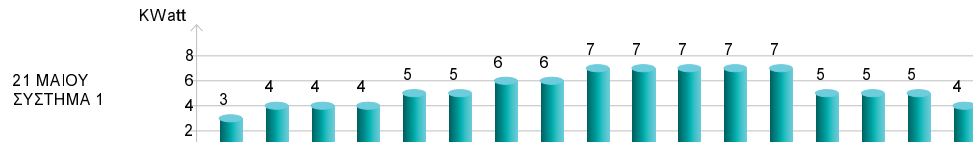
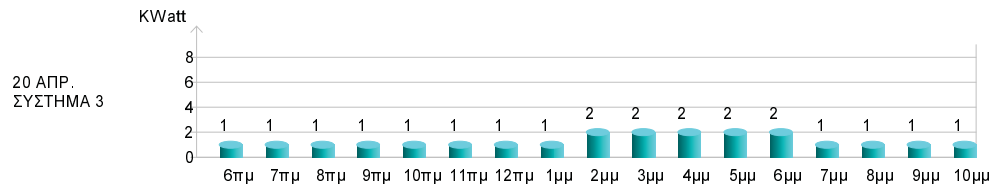
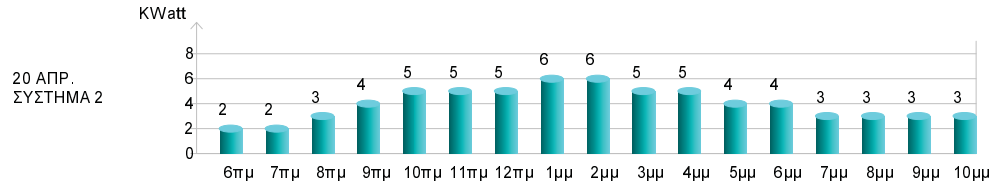
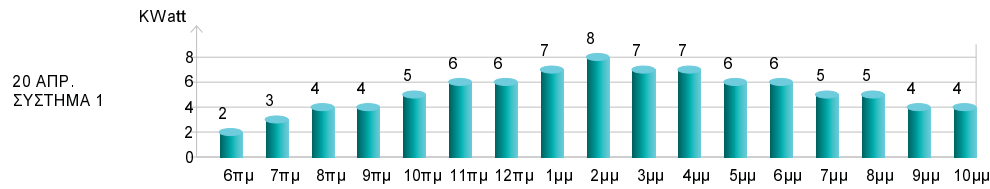


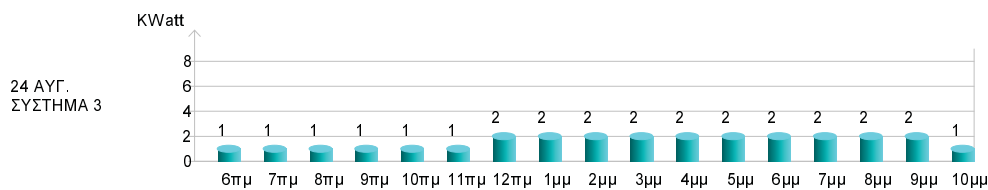
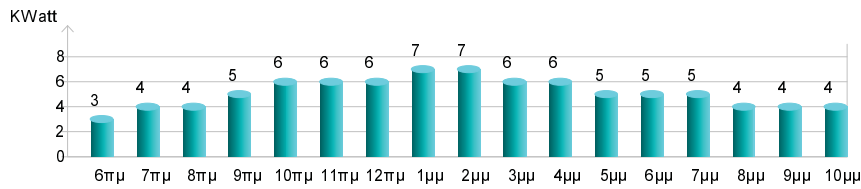
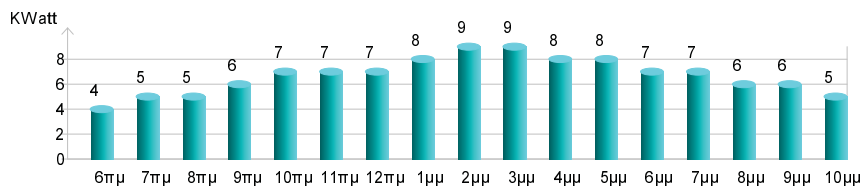
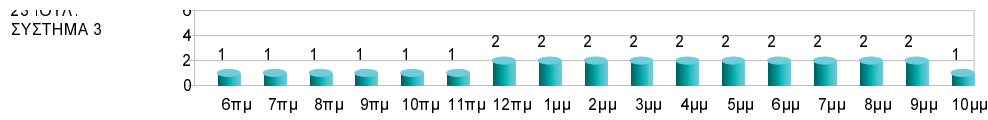
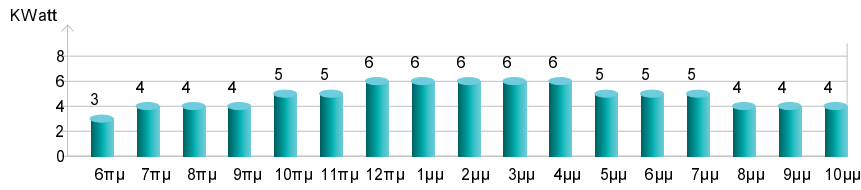
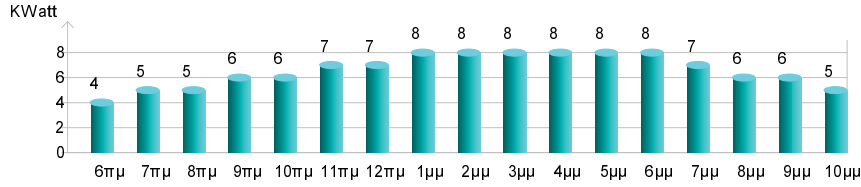
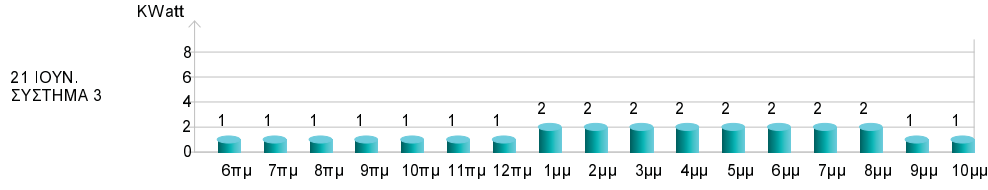


## Διαγράμματα Συγκ/κών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό

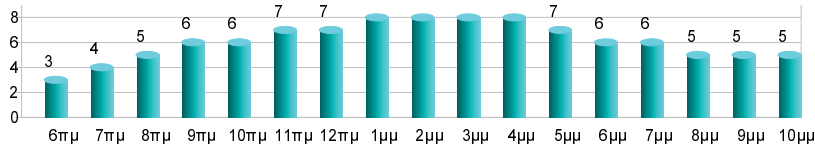


## Διαγράμματα Συστημάτων

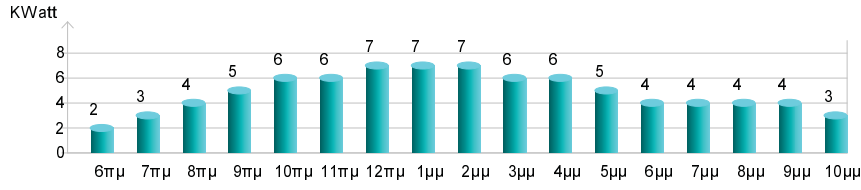




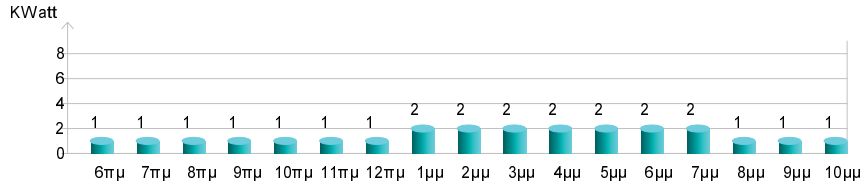
22 ΣΕΠΤ.  
ΣΥΣΤΗΜΑ 1



22 ΣΕΠΤ.  
ΣΥΣΤΗΜΑ 2



22 ΣΕΠΤ.  
ΣΥΣΤΗΜΑ 3



# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε΄ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**



## Κτίριο: 1η Περίπτωση

## Ζώνη: Ζώνη 1

Ολική επιφάνεια, m <sup>2</sup>	111,52
Ειδική θερμοχωρητικότητα, kJ/m <sup>2</sup> K	260
Συνολικές απώλειες απο κτιριακό κέλυφος, W/m <sup>2</sup> K	511
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης, °C	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης, °C	26

## Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, W	858,7
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού, hours	400
Χρόνος μη χρήσης φυσικού φωτισμού, hours	200
Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού, -	1
Συντελεστής επίδρασης χρηστών, -	1
Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη, -	1
Σύστημα εφεδρείας	yes
Σύστημα ασφαλείας	no
Επένδυση	0

## Εσωτερικά κέρδη / Συντελεστής χρόνου

Χρήστες, W/m <sup>2</sup>	10,97
Συντελεστής παρουσίας χρηστών, -	0,65
Συσκευές, W/m <sup>2</sup>	56,6
Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία, -	0,2

## Κυκλοφορία αέρα

Διείσδυση, m <sup>3</sup> /s	0,08
Φυσικός αερισμός, m <sup>3</sup> /s	0,27
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, -	0,015

## Ζεστό νερό χρήσης

Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /year	0,78
Θερμοκρασία δεξαμενής, °C	50
Θερμοκρασία νερού δικτύου, °C	17,5

## Μη διαφανείς επιφάνειες

Όνομα	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R_se, m <sup>2</sup> K/W	F_h, -	F_o, -	F_f, -	Κόστος επένδυσης/m <sup>2</sup>
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Β)	38,1	6,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	0,740	1,000	0,00
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Α)	36,9	96,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	0,900	1,000	0,00
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Ν)	58,2	186,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	0,900	1,000	0,00
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Δ)	34,9	276,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	0,900	1,000	0,00
ΟΡΟΦΗ	91,2	0,0	0,0	0,500	0,40	0,04	1,000	1,000	0,800	0,00

## Διαφανείς επιφάνειες

Όνομα	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	U_s, W/m <sup>2</sup> K	G_g, -	G_g_s, -	F_s, -	F_with, -	F_h, -	F_o, -	F_f, -	Κόστος επένδυσης/m <sup>2</sup>
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (Β)	4,5	6,0	90,0	3,200	3,200	0,500	0,20	0,100	0,200	1,000	0,740	1,000	0,00
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (Α)	1,9	96,0	90,0	3,200	3,200	0,500	0,20	0,100	0,200	1,000	0,900	1,000	0,00
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (Ν)	15,2	186,0	90,0	3,200	3,200	0,500	0,20	0,100	0,200	1,000	0,900	1,000	0,00
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (Δ)	3,0	276,0	90,0	3,200	3,200	0,500	0,20	0,100	0,200	1,000	0,900	1,000	0,00

## Λάπεδο

Όνομα	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> K	B_g_h, -	B_g_c, -	Κόστος επένδυσης/m <sup>2</sup>
ΔΑΠΕΔΟ	82,7	1,500	0,50	0,30	0,00

## Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες

Διαχωρισμός με ζώνη	Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο - Αποθήκες (1)
Κυκλοφορία αέρα, m <sup>3</sup> /s	0
Συντελεστής μείωσης b, -	0,692

## Μη διαφανείς επιφάνειες

Όνομα	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R_se, m <sup>2</sup> K/W	Κόστος επένδυσης/m <sup>2</sup>
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Β)	37,4	6,0	90,0	1,500	0,00	0,04	0,00
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Α)	6,7	96,0	90,0	1,500	0,00	0,04	0,00
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Δ)	5,2	276,0	90,0	1,500	0,00	0,04	0,00

## Διαφανείς επιφάνειες

Όνομα	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	G_g, -	F_s, -	Κόστος επένδυσης/m <sup>2</sup>
ΠΟΡΤΑ (Δ)	1,5	276,0	90,0	3,200	0,000	0,000	0,00

## Νέο σύστημα θέρμανσης (1)

Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου, -	1
Χρήση ηλιακού συλλέκτη	No

## Βοηθητική ενέργεια και συντελεστής χρόνου

Όνομα	p_pump, W/m <sup>2</sup>	f_contr, -	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Βοηθητική ενέργεια θέρμανσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Απόδοση συστήματος και ποσοστό κάλυψης φορτίου

Όνομα	Απόδοση, -	COP, -	Καύσιμα	Επένδυση	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Split Units	1	4,17	Electricity	0	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	1	1	1

## Λιανομή

Name	Απόδοση, -	Επένδυση
	0,9	0

## Εκπομπή

Name	Απόδοση, -	Επένδυση
	0,9	0

Νέο σύστημα ψύξης (1)																
Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου, -	1															
Βοηθητική ενέργεια και συντελεστής χρόνου λειτουργίας																
Όνομα	p_pump, W/m²	f_contr, -	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ		
Βοηθητική ενέργεια ψύξης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Απόδοση συστήματος και ποσοστό κάλυψης φορτίου																
Όνομα	Απόδοση, -	COP, -	Καύσιμα	Επένδυση	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Split Units	1	3,84	Electricity	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	0	0	0
Λιανομή																
Name	Απόδοση, -					Επένδυση										
	0,9					0										
Εκπομπή																
Name	Απόδοση, -					Επένδυση										
	0,9					0										
Νέο σύστημα ZNX (1)																
Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου, -	1															
Χρήση ηλιακού συλλέκτη	No															
Απόδοση συστήματος και ποσοστό κάλυψης φορτίου																
Όνομα	Απόδοση, -	Καύσιμα	Επένδυση	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
Λιανομή																
Name	Απόδοση, -					Επένδυση										
Εκπομπή																
Name	Απόδοση, -					Επένδυση										
Μη θερμαινόμενος χώρος: Λεβητοστάσιο - Αντλιοστάσιο - Αποθήκες (1)																
Ολική επιφάνεια, m²	30,47															
Φωτισμός																
Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, W	101,4															
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού, hours	20															
Χρόνος μη χρήσης φυσικού φωτισμού, hours	42															
Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού, -	1															
Συντελεστής επίδρασης χρηστών, -	1															
Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη, -	1															
Σύστημα εφεδρείας	no															
Σύστημα ασφαλείας	no															
Επένδυση	0															
Εσωτερικά κέρδη / Συντελεστής χρόνου																
Χρήστες, W/m²	6,7															
Συντελεστής παρουσίας χρηστών, -	0,05															
Συσκευές, W/m²	320															
Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία, -	0,2															
Κυκλοφορία αέρα																
Διείσδυση αέρα, m³/s	0,08															

Μη διαφανείς επιφάνειες											
Όνομα	Επιφάνεια, m²	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m²K	Alpha, -	R_se, m²K/W	F_h, -	F_o, -	F_f, -	Κόστος επένδυσης/m²	
ΤΟΙΧΟΣ (B)	26,1	6,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	1,000	1,000	0,00	
ΤΟΙΧΟΣ (A)	9,2	96,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	1,000	1,000	0,00	
ΤΟΙΧΟΣ (Δ)	7,0	276,0	90,0	0,600	0,40	0,04	1,000	1,000	1,000	0,00	
ΟΡΟΦΗ	25,9	0,0	14,8	0,500	0,40	0,04	1,000	1,000	1,000	0,00	

Διαφανείς επιφάνειες													
Όνομα	Επιφάνεια, m²	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m²K	U_s, W/m²K	G_g, -	G_g_s, -	F_s, -	F_with, -	F_h, -	F_o, -	F_f, -	Κόστος επένδυσης/m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (B)	1,9	6,0	90,0	3,200	3,200	0,500	0,50	0,100	0,200	1,000	0,900	1,000	0,00
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ (Δ)	2,2	276,0	90,0	3,200	2,200	0,500	0,50	0,100	0,200	1,000	0,900	1,000	0,00



Ζώνη 1													
Ενεργειακές απαιτήσεις, Θέρμανση, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Μεταφορά	2,32	2,04	1,87	0,93	-0,12	-1,28	-1,93	-1,93	-1,05	-0,09	0,82	1,84	3,42
Αερισμός	0,58	0,51	0,47	0,23	-0,03	-0,32	-0,48	-0,48	-0,26	-0,02	0,21	0,46	0,86
Συνολικές απώλειες	2,90	2,55	2,34	1,17	-0,15	-1,61	-2,41	-2,41	-1,31	-0,11	1,02	2,30	4,28
Ηλιακά κέρδη	0,49	0,53	0,70	0,79	0,90	0,89	0,92	0,92	0,86	0,77	0,64	0,52	8,93
Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Εσωτερικά θερμικά φορτία	2,03	1,84	2,03	1,97	2,03	1,97	2,03	2,03	1,97	2,03	1,97	2,03	23,94
Συνολικά θερμικά κέρδη	2,52	2,36	2,73	2,76	2,93	2,85	2,95	2,95	2,83	2,80	2,61	2,56	32,87
Συντελεστής χρήσης	0,542	0,527	0,467	0,301	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,285	0,480	
Ενεργειακές απαιτήσεις	1,54	1,31	1,06	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,07	5,60
Ενεργειακές απαιτήσεις, Ψύξη, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Μεταφορά	3,88	3,45	3,45	2,52	1,58	0,44	-0,11	-0,11	0,66	1,61	2,41	3,42	23,20
Αερισμός	1,04	0,92	0,92	0,67	0,42	0,12	-0,03	-0,03	0,18	0,43	0,64	0,92	6,21
Συνολικές απώλειες	4,91	4,37	4,38	3,19	2,01	0,56	-0,14	-0,14	0,83	2,04	3,05	4,34	29,41
Ηλιακά κέρδη	0,55	0,59	0,78	0,88	0,99	0,98	1,02	1,02	0,96	0,86	0,72	0,59	9,93
Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Εσωτερικά θερμικά φορτία	2,03	1,84	2,03	1,97	2,03	1,97	2,03	2,03	1,97	2,03	1,97	2,03	23,94
Συνολικά θερμικά κέρδη	2,58	2,42	2,81	2,85	3,03	2,95	3,05	3,05	2,92	2,89	2,68	2,62	33,87
Συντελεστής χρήσης	0,448	0,466	0,517	0,632	0,796	0,973	1,000	1,000	0,944	0,779	0,627	0,495	
Ενεργειακές απαιτήσεις	0,38	0,39	0,55	0,83	1,43	2,41	3,19	3,19	2,14	1,30	0,77	0,47	17,05
Energy Use, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Θέρμανση	0,45	0,39	0,31	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,32	1,66
- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,77	1,03	1,03	0,69	0,00	0,00	0,00	3,74
Υγραση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Φωτισμός	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,63
Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	0,51	0,44	0,37	0,15	0,28	0,83	1,08	1,08	0,74	0,05	0,13	0,37	6,03

1η Περίπτωση													
Ενεργειακές απαιτήσεις, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Θέρμανση	1,54	1,31	1,06	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,07	5,60
Ψύξη	0,38	0,39	0,55	0,83	1,43	2,41	3,19	3,19	2,14	1,30	0,77	0,47	17,05
Υγραση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Κατανάλωση ενέργειας, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Θέρμανση	0,45	0,39	0,31	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,32	1,66
- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,77	1,03	1,03	0,69	0,00	0,00	0,00	3,74
Υγραση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Φωτισμός	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,63
Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	0,51	0,44	0,37	0,15	0,28	0,83	1,08	1,08	0,74	0,05	0,13	0,37	6,03
Κατανάλωση καυσίμου, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Electricity	0,51	0,44	0,37	0,15	0,28	0,83	1,08	1,08	0,74	0,05	0,13	0,37	6,03
Σύνολο	0,51	0,44	0,37	0,15	0,28	0,83	1,08	1,08	0,74	0,05	0,13	0,37	6,03
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, MWh	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Electricity	1,42	1,22	1,03	0,42	0,79	2,31	3,03	3,03	2,07	0,15	0,38	1,04	16,89
Σύνολο	1,42	1,22	1,03	0,42	0,79	2,31	3,03	3,03	2,07	0,15	0,38	1,04	16,89
Κατανάλωση καυσίμου	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Electricity, kWh	508,15	436,47	367,61	151,66	282,96	825,19	1080,52	1080,50	739,27	53,40	134,41	371,32	6031,46
Εκπομπές CO2, kg/year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Electricity	532,29	457,21	385,08	158,87	296,41	864,40	1131,86	1131,84	774,40	55,94	140,79	388,96	6318,05
Σύνολο	532,29	457,21	385,08	158,87	296,41	864,40	1131,86	1131,84	774,40	55,94	140,79	388,96	6318,05

- MODERNES DESIGN
- LOW NOISE LEVEL
- IR REMOTE CONTROL
- LOW WEIGHT



## COMPACT HI-WALL UNIT

Super Modular Multi System

### Features

The high-wall unit is the most wanted and mainly installed indoor type. Also in commercial applications it is very important - especially because of the easy installation and maintenance. The new high-wall units with their compact and elegant design fit in any room interior.

### Key features

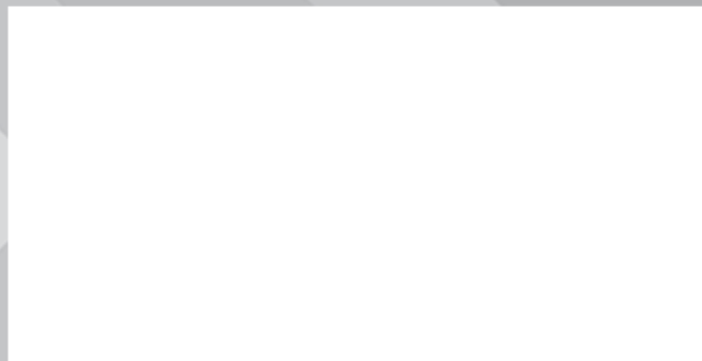
- CFC-free refrigerant R410A
- Compact, elegant design fits in any room interior
- Quick and easy installation
- Auto swing louver (over 70°) ensures an even air distribution
- Refrigerant piping can be installed from three different directions
- Wireless remote control included
- All TCC-Link control options available



Heat pump		
Cooling capacity	(kW)	2,20
Heating power	(kW)	2,50
Power supply	(V)	230
Power consumption [cooling]	(kW)	0,017
Operational current [cooling]	(A)	0,17
Dimensions (H/W/D)	(mm)	275/790/208
Net weight	(kg)	11
Air flow volume	(m <sup>3</sup> /h)	360/420/480
Power output of fan motor	(W)	30
Sound pressure level, cooling	(dB(A))	29/32/35
	(mm")	6,4
	(mm")	9,5
	(Ø Innen mm)	17
Outdoor temperature, cooling	(°C)	-5 - +43
Outdoor temperature, heating	(°C)	-20 - +16

**TOSHIBA** Leading Innovation >>>

Retailing specialist:



- COMPACT DESIGN
- DEPTH: ONLY 210 MM
- EASY INSTALLATION
- FLEXIBLE PIPING



## HI-WALL UNIT

### Super Modular Multi System

#### Features

The high-wall unit is the most wanted and mainly installed indoor type. Also in commercial applications it is very important &ndash; especially because of the easy installation and maintenance. The new high-wall units with their compact and elegant design fit in any room interior.

#### Key features

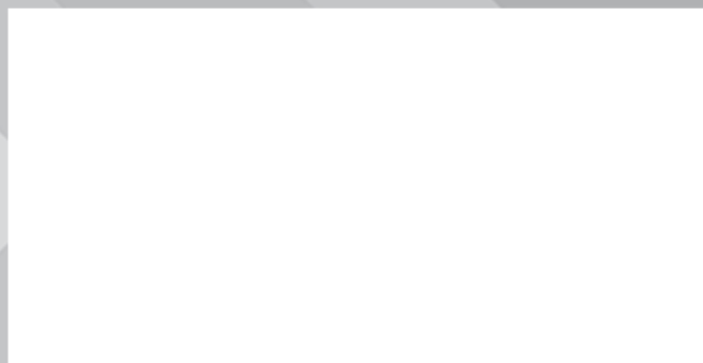
- CFC-free refrigerant R410A
- Compact, elegant design fits in any room interior
- Quick and easy installation
- Auto swing louver (over 70°) ensures an even air distribution
- Refrigerant piping can be installed from three different directions

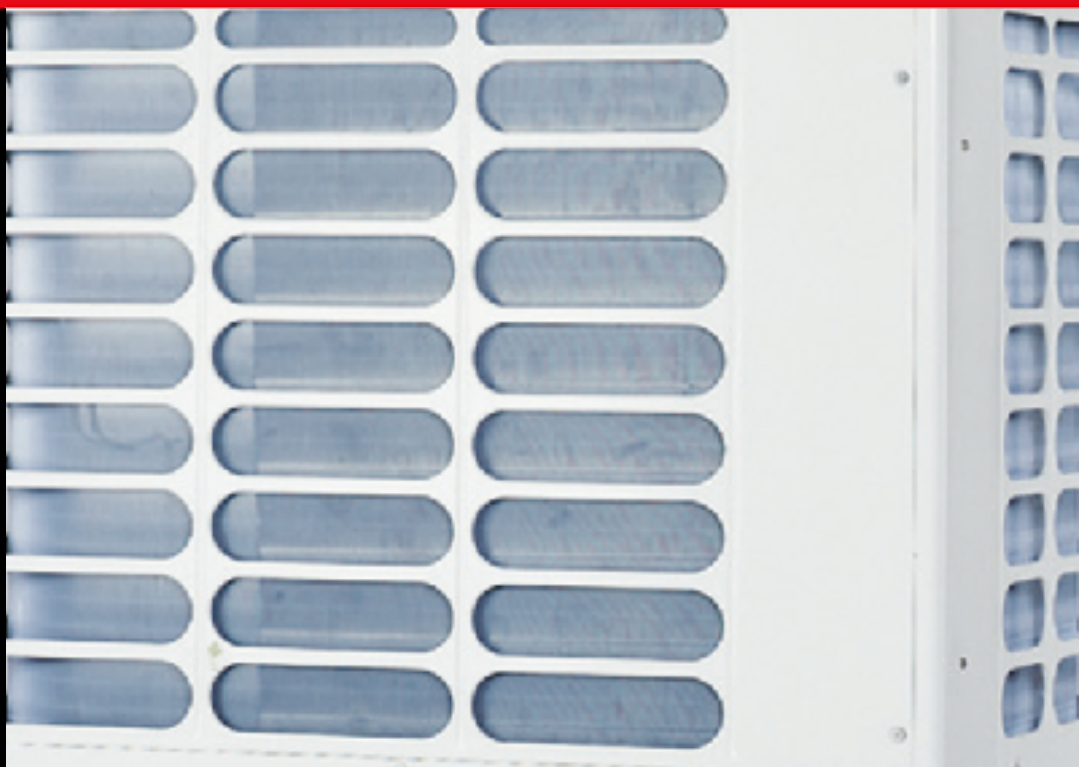


Heat pump		
Cooling capacity	(kW)	5,60
Heating power	(kW)	6,30
Power supply	(V)	230
Power consumption [cooling]	(kW)	0,037
Operational current [cooling]	(A)	0,28
Dimensions (H/W/D)	(mm)	368/1055/210
Net weight	(kg)	19,00
Air flow volume	(m <sup>3</sup> /h)	600/660/780
Power output of fan motor	(W)	60
Sound pressure level, cooling	(dB(A))	35/38/42
	(mm")	6,4
	(mm")	12,7
	(Ø Innen mm)	20
Outdoor temperature, cooling	(°C)	-5 - +43
Outdoor temperature, heating	(°C)	-20 - +16

**TOSHIBA** Leading Innovation >>>

Retailing specialist:





- 2-PIPE SYSTEM
- TWIN ROTARY COMPRESSOR
- TOP EFFICIENCY
- R-410A



## **SUPER MODULAR MULTI SYSTEM** OUTDOOR UNIT - HEATPUMP

### **Features**

With its sophisticated technology Toshiba's R410A Super MMS offers superior application flexibility and unrivalled capabilities.

Unique for Toshiba's outdoor units is the incorporation of two new DC twin rotary compressors and dual inverter drives. The inverter control operates with more and smaller steps (increase in control steps) and ensures a more precise and stable temperature desired by the occupant.

A sequence control ensures that operating hours of all compressors are even. This increases reliability, since the starting and operating loads are spread evenly.

### **Key features**

- CFC-free refrigerant R410A
- Two inverter controls in each outdoor unit ensure higher energy efficiency of up to 50%
- New DC twin rotary compressors
- Superior energy efficiency ratio (EER) of up to 4,1
- A new design of the heat exchanger increases energy efficiency
- Power input reduced by up to 30%
- Upgraded fan design for accurate airflow and little vibration
- Extended piping capabilities for greater application flexibility
- Lower noise level
- Higher reliability because of new sequenced operation (even spreading of operating hours between all compressors)
- Fail safe - in case one compressor drops out, the second one can continue the operation
- Compact and light design of the outdoor units guarantee easy manoeuvrability on location

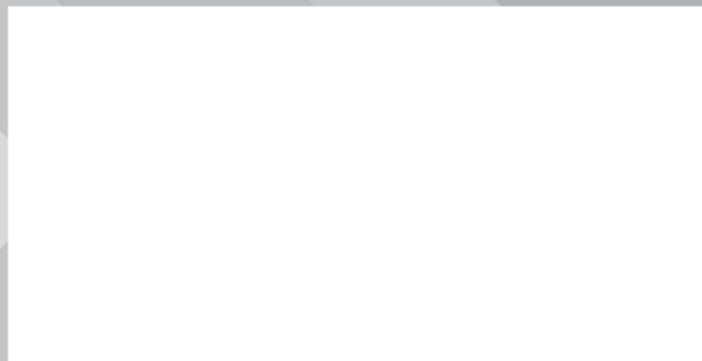


**SUPER**  
SUPER MODULAR MULTI SYSTEM

Heat pump				
Cooling capacity	(kW)	14,00		
Heating power	(kW)	16,00		
EER, cooling		3,84		
COP, heating		4,17		
Part load coefficient, cooling (80% - 60% - 40%)	(EER)	4,67	5,64	5,83
Part load coefficient, heating (80% - 60% - 40%)	(COP)	4,89	5,68	6,21
Power supply	(V)	400		
Power consumption [cooling]	(kW)	3,65		
Power consumption [heating]	(kW)	3,84		
Operational current [cooling]	(A)	5,85		
Operational current [heating]	(A)	6,09		
Dimensions (H/W/D)	(mm)	1800/990/750		
Net weight	(kg)	228		
Air flow volume	(m <sup>3</sup> /h)	9000		
Sound pressure level, cooling	(dB(A))	55		
	(mm")	9,5		
	(mm")	15,9		
Pipe length, maximum	(m)	300		
Refrigerant, charged	(kg)	8,50		
Height difference (outdoor unit higher/lower)	(m)	50		
Outdoor temperature, cooling	(°C)	-5 - +43		
Outdoor temperature, heating	(°C)	-20 - +16		

**TOSHIBA** Leading Innovation >>>

Retailing specialist:



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ' – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ  
ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**







**ΩΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Φωτισμός : Χώρου υποδοχής (το Επίπεδο)		Ισχύς : 64.0 W											
		Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 32,07 kWh											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Συνολ	Δεκ
Ημέρες Λειτουργίας:													
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ώρα :	1,70	1,70	1,40	1,20	1,05	1,05	1,05	1,40	1,50	1,70	1,70	1,70	1,70
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	52,70	47,80	43,40	36,00	32,55	31,50	32,55	42,00	46,50	51,00	62,70	40,00	62,70
Ημέρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	0,109	0,109	0,090	0,077	0,067	0,067	0,067	0,090	0,096	0,109	0,109	0,109	0,109
Μην. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	3,373	3,046	2,778	2,304	2,083	2,016	2,083	2,688	2,976	3,264	3,373		3,373

Χρονοδιάγραμμα χρήσης φορτίου (Hours)													
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Δεκ	
00:00-01:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
01:00-02:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
02:00-03:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
03:00-04:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
04:00-05:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
05:00-06:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
06:00-07:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
07:00-08:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
08:00-09:00													
09:00-10:00													
10:00-11:00													
11:00-12:00													
12:00-13:00													
13:00-14:00													
14:00-15:00													
15:00-16:00													
16:00-17:00													
17:00-18:00	0,10	0,10							0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
18:00-19:00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
19:00-20:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:00-21:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
21:00-22:00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
22:00-23:00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
23:00-24:00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Σύνολο :	1,70	1,70	1,40	1,20	1,05	1,05	1,05	1,40	1,50	1,70	1,70		1,70

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (kWh)													
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Δεκ	
00:00-01:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
01:00-02:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
02:00-03:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
03:00-04:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
04:00-05:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
05:00-06:00	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
06:00-07:00	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
07:00-08:00	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
08:00-09:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
09:00-10:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10:00-11:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00-12:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00-13:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00-14:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00-15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15:00-16:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00-17:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00-18:00	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
18:00-19:00	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
19:00-20:00	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
20:00-21:00	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
21:00-22:00	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
22:00-23:00	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
23:00-24:00	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Σύνολο :	0,109	0,109	0,090	0,077	0,067	0,067	0,067	0,090	0,096	0,109	0,109		0,109

Φωτισμός : Διαβόριου (το Επίπεδο)		Ισχύς : 40.0 W											
		Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 28,42 kWh											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Συνολ	Δεκ
Ημέρες Λειτουργίας:													
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ώρα :	2,45	2,45	1,95	1,70	1,45	1,45	1,45	1,95	2,20	2,45	2,45		2,45
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	75,95	68,80	60,45	51,00	44,95	43,50	44,95	58,50	68,20	75,50	75,95		75,95
Ημέρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	0,098	0,098	0,078	0,068	0,058	0,058	0,058	0,078	0,088	0,098	0,098		0,098
Μην. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	3,038	2,744	2,418	2,040	1,798	1,740	1,798	2,340	2,728	2,940	3,038		3,038

Χρονοδιάγραμμα χρήσης φορτίου (Hours)													
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Δεκ	
00:00-01:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
01:00-02:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
02:00-03:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
03:00-04:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
04:00-05:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
05:00-06:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
06:00-07:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
07:00-08:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
08:00-09:00													
09:00-10:00													
10:00-11:00													
11:00-12:00													
12:00-13:00													
13:00-14:00													
14:00-15:00													
15:00-16:00													
16:00-17:00													
17:00-18:00	0,25	0,25							0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
18:00-19:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
19:00-20:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
20:00-21:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
21:00-22:00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
22:00-23:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
23:00-24:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Σύνολο :	2,45	2,45	1,95	1,70	1,45	1,45	1,45	1,95	2,20	2,45	2,45		2,45

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (kWh)													
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Δεκ	
00:00-01:00	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
01:00-02:00	0,002	0,002	0,002										







ΟΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Συνολικό Ηλεκτρικό Φορτίο Εσωτερικού Φωτισμού												
Συνολικής Ισχύος : 856.7 W												
Συνολική Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 650,43 kWh												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Ημέρες Λειτουργίας:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Συνολ. Ώρες Λειτουργ. / Ημέρα:	2,56	2,47	2,10	1,87	1,84	1,80	1,80	1,86	2,08	2,25	2,53	2,58
Συνολ. Ώρες Λειτουργ. / Μήνα:	79,23	69,21	65,25	56,07	50,99	47,96	49,56	51,40	62,34	69,62	75,95	79,88
Ημέρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	2,195	2,122	1,808	1,605	1,412	1,373	1,373	1,424	1,784	1,929	2,174	2,213
Μην. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	68,033	59,426	56,033	48,148	43,783	41,185	42,557	44,134	53,528	59,784	65,221	68,593

Συντελεστής ζήτησης επί του συνολικού φορτίου												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
01:00 - 02:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
02:00 - 03:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
03:00 - 04:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
04:00 - 05:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
05:00 - 06:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
06:00 - 07:00	0,20	0,20	0,19	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17	0,19	0,20	0,20
07:00 - 08:00	0,20	0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17	0,19	0,19
08:00 - 09:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
09:00 - 10:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10:00 - 11:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
11:00 - 12:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
12:00 - 13:00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
13:00 - 14:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
14:00 - 15:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
15:00 - 16:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
16:00 - 17:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
17:00 - 18:00	0,19	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17	0,23	0,24	0,24
18:00 - 19:00	0,32	0,32	0,24	0,18	0,02	0,02	0,02	0,24	0,22	0,28	0,30	0,30
19:00 - 20:00	0,37	0,37	0,37	0,37	0,31	0,26	0,26	0,32	0,37	0,37	0,37	0,37
20:00 - 21:00	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
21:00 - 22:00	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
22:00 - 23:00	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
23:00 - 24:00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Μέσος Όρος :	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,11	0,11
Σύνολος :	2,56	2,47	2,10	1,87	1,84	1,80	1,80	1,86	2,08	2,25	2,53	2,58

Ημερήσιο χρονοδιάγραμμα συνολικής ζήτησης ενέργειας (kWh)												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
01:00 - 02:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
02:00 - 03:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
03:00 - 04:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
04:00 - 05:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
05:00 - 06:00	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
06:00 - 07:00	0,173	0,173	0,166	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,143	0,166	0,173	0,173
07:00 - 08:00	0,168	0,152	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,146	0,164	0,164	0,164
08:00 - 09:00	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
09:00 - 10:00	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
10:00 - 11:00	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
11:00 - 12:00	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
12:00 - 13:00	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
13:00 - 14:00	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
14:00 - 15:00	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
15:00 - 16:00	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
16:00 - 17:00	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
17:00 - 18:00	0,167	0,110	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,144	0,200	0,206	0,206
18:00 - 19:00	0,274	0,274	0,207	0,156	0,013	0,013	0,013	0,207	0,192	0,242	0,257	0,257
19:00 - 20:00	0,314	0,314	0,314	0,314	0,264	0,225	0,225	0,276	0,314	0,314	0,314	0,314
20:00 - 21:00	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
21:00 - 22:00	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226
22:00 - 23:00	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166
23:00 - 24:00	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
Σύνολος :	2,195	2,122	1,808	1,605	1,412	1,373	1,373	1,424	1,784	1,929	2,174	2,213









ΟΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΝΧ

Ηλεκτρικό φορτίο: Εξωτερική κεντρική μονάδα κλιματισμού											Τεμάχια : 1	
Ενδεικτικό Μοντέλο: TOSHIBA MMV-MAP0501HTS-E											Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 266,76 kWh	
Ισχύς (ανά τμή.) : 3540,0 W											Συνολικές Ισχύες : 3540,0 W	
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
Ημέρες Λειτουργίας :	31	28	31	30	31	31	31	30	31	30	31	31
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ημέρα :	0,60	0,58	0,44	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,43	
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	18,75	2,28	13,64	4,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	13,33	
Ημέρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	2,322	0,216	1,690	0,533	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,426	1,652	
Μην. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	21,995	62,397	52,397	15,993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	12,784	51,204	

Χρονοδιάγραμμα χρήσης φορτίου (Hours)											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
01:00 - 02:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
02:00 - 03:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
03:00 - 04:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
04:00 - 05:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
05:00 - 06:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
06:00 - 07:00	0,08	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
07:00 - 08:00											
08:00 - 09:00											
09:00 - 10:00											
10:00 - 11:00											
11:00 - 12:00											
12:00 - 13:00											
13:00 - 14:00											
14:00 - 15:00											
15:00 - 16:00											
16:00 - 17:00											
17:00 - 18:00											
18:00 - 19:00											
19:00 - 20:00											
20:00 - 21:00											
21:00 - 22:00											
22:00 - 23:00	0,08	0,07	0,08	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
23:00 - 24:00	0,08	0,07	0,08	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,60</b>	<b>0,58</b>	<b>0,44</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>	<b>0,43</b>

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (kWh)											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
01:00 - 02:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
02:00 - 03:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
03:00 - 04:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
04:00 - 05:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
05:00 - 06:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
06:00 - 07:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
07:00 - 08:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
08:00 - 09:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
09:00 - 10:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10:00 - 11:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00 - 12:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00 - 13:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00 - 14:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00 - 15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15:00 - 16:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00 - 17:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00 - 18:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18:00 - 19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00 - 20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20:00 - 21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00 - 22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00 - 23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
23:00 - 24:00	0,290	0,279	0,200	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,206
<b>Σύνολο:</b>	<b>2,322</b>	<b>2,228</b>	<b>1,690</b>	<b>0,533</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,426</b>	<b>1,652</b>

Ηλεκτρικό φορτίο: Εξωτερική κεντρική μονάδα κλιματισμού (Καθιστά)											Τεμάχια : 3	
Ενδεικτικό Μοντέλο: TOSHIBA MMK-AP0721H											Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 73,85 kWh	
Ισχύς (ανά τμή.) : 17,0 W											Συνολικές Ισχύες : 51,0 W	
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
Ημέρες Λειτουργίας :	31	28	31	30	31	31	31	30	31	30	31	31
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ημέρα :	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	8,00
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	248,00	224,00	248,00	240,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240,00	248,00	248,00
Ημέρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	4,408	4,408	4,408	4,408	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,408	4,408	4,408
Μην. Ζήτ. Ενέργειας (kWh) :	12,648	11,424	12,648	12,240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	12,240	12,648	

Χρονοδιάγραμμα χρήσης φορτίου (Hours)											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
01:00 - 02:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
02:00 - 03:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
03:00 - 04:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
04:00 - 05:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
05:00 - 06:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
06:00 - 07:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
07:00 - 08:00											
08:00 - 09:00											
09:00 - 10:00											
10:00 - 11:00											
11:00 - 12:00											
12:00 - 13:00											
13:00 - 14:00											
14:00 - 15:00											
15:00 - 16:00											
16:00 - 17:00											
17:00 - 18:00											
18:00 - 19:00											
19:00 - 20:00											
20:00 - 21:00											
21:00 - 22:00											
22:00 - 23:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23:00 - 24:00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Σύνολο:</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (kWh)											
ιν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλι	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
01:00 - 02:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
02:00 - 03:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
03:00 - 04:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
04:00 - 05:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
05:00 - 06:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
06:00 - 07:00	0,051	0,051	0,051	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,051
07:00 - 08:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
08:00 - 09:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
09:00 - 10:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10:00 - 11:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00 - 12:00	0,000	0,00									





ΩΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΨΥΞΗΣ & ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Ηλεκτρικό φορτίο: Αντιστάθιος οροφής 52' (4 θέσεις λαμπτήρα)										Τεμάχια : 1	
Ενδεικτικό Μοντέλο:										Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 139,56 kWh	
Ισχύς (ανά τηγ)										Συνολικές Ισχύες : 60,0 W	
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Ημέρες Λειτουργίας:											
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ημέρα :	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	15,00	16,00	16,00	15,00	0,00	0,00
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	0,00	0,00	0,00	0,00	434,00	450,00	496,00	496,00	450,00	0,00	0,00
Μέτρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	0,000	0,000	0,000	0,000	0,840	0,900	0,960	0,960	0,900	0,000	0,000
Μέτρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	0,000	0,000	0,000	0,000	28,040	27,000	29,760	29,760	27,000	0,000	0,000

Χρονοδιάγραμμα χρήσης φορτίου (Hours)											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00											
01:00 - 02:00											
02:00 - 03:00											
03:00 - 04:00											
04:00 - 05:00											
05:00 - 06:00											
06:00 - 07:00											
07:00 - 08:00											
08:00 - 09:00						1,00	1,00				
09:00 - 10:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
10:00 - 11:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
11:00 - 12:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
12:00 - 13:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
13:00 - 14:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
14:00 - 15:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
15:00 - 16:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
16:00 - 17:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
17:00 - 18:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
18:00 - 19:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
19:00 - 20:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
20:00 - 21:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
21:00 - 22:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
22:00 - 23:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
23:00 - 24:00					1,00	1,00	1,00	1,00			
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>14,00</b>	<b>15,00</b>	<b>16,00</b>	<b>16,00</b>	<b>15,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (kWh)											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
01:00 - 02:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
02:00 - 03:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
03:00 - 04:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
04:00 - 05:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
05:00 - 06:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
06:00 - 07:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
07:00 - 08:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
08:00 - 09:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,000	0,000
09:00 - 10:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
10:00 - 11:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
11:00 - 12:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
12:00 - 13:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
13:00 - 14:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
14:00 - 15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
15:00 - 16:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
16:00 - 17:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
17:00 - 18:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
18:00 - 19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
19:00 - 20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
20:00 - 21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
21:00 - 22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
22:00 - 23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
23:00 - 24:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,840</b>	<b>0,960</b>	<b>0,960</b>	<b>0,960</b>	<b>0,960</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Συνολικό Ηλεκτρικό Φορτίο Ψύξης - Δροσίσιμου										Συνολικές Ισχύες : 4000,0 W	
Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 2753,10 kWh											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Ημέρες Λειτουργίας:											
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ημέρα :	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	4,18	6,12	6,12	3,77	0,00	0,00
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	0,00	0,00	0,00	0,00	70,07	125,43	189,80	189,80	113,17	0,00	0,00
Μέτρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	0,000	0,000	0,000	0,000	9,041	16,725	24,490	24,490	15,089	0,000	0,000
Μέτρ. Ζήτ. Ενέργειας (kWh):	0,000	0,000	0,000	0,000	280,285	501,738	759,204	759,204	452,673	0,000	0,000

Συνεταλέτες ζήτησης επί του συνολικού φορτίου											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
01:00 - 02:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
02:00 - 03:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
03:00 - 04:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
04:00 - 05:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
05:00 - 06:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
06:00 - 07:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
07:00 - 08:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,16	0,16	0,09	0,00	0,00
08:00 - 09:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,18	0,18	0,04	0,00	0,00
09:00 - 10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,13	0,13	0,10	0,00	0,00
10:00 - 11:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,24	0,24	0,10	0,00	0,00
11:00 - 12:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,23	0,28	0,28	0,21	0,00	0,00
12:00 - 13:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,35	0,43	0,43	0,32	0,00	0,00
13:00 - 14:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,35	0,43	0,43	0,32	0,00	0,00
14:00 - 15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,35	0,43	0,43	0,32	0,00	0,00
15:00 - 16:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,35	0,43	0,43	0,32	0,00	0,00
16:00 - 17:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,24	0,43	0,43	0,22	0,00	0,00
17:00 - 18:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,24	0,30	0,30	0,22	0,00	0,00
18:00 - 19:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,24	0,30	0,30	0,22	0,00	0,00
19:00 - 20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,24	0,24	0,10	0,00	0,00
20:00 - 21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,24	0,24	0,10	0,00	0,00
21:00 - 22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,24	0,24	0,10	0,00	0,00
22:00 - 23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,21	0,26	0,26	0,20	0,00	0,00
23:00 - 24:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,21	0,26	0,26	0,20	0,00	0,00
<b>Μέσος Όρος :</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>0,16</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Σύνολο :</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,26</b>	<b>4,18</b>	<b>6,12</b>	<b>6,12</b>	<b>3,77</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα συνολικής ζήτησης ενέργειας (kWh)											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,659	0,659	0,350	0,000
01:00 - 02:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,659	0,659	0,350	0,000	0,000
02:00 - 03:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,659	0,659	0,350	0,000	0,000
03:00 - 04:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,659	0,659	0,350	0,000	0,000
04:00 - 05:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,659	0,659	0,350	0,000	0,000
05:00 - 06:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,427	0,				















ΟΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

**Συνολικό Ηλεκτρικό Φορτίο Ηλεκτρικών Συσκευών** Συνολικής Ισχύος : **26379,5 W**

	Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια :											
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Ημέρες/Λειτουργίας:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Συνολ. Ώρες λειτουργ. / Ημέρα:	0,65	0,65	0,65	0,64	0,39	0,40	0,41	0,41	0,40	0,68	0,65	0,64
Συνολ. Ώρες λειτουργ. / Μήνα:	20,06	18,12	20,24	19,26	12,07	11,97	12,71	12,71	11,97	20,55	19,58	19,99
Ημέρ. Ζητ. Ενέργειας (KWh):	17,069	17,069	17,220	16,935	10,269	10,524	10,819	10,819	10,524	17,484	17,219	17,013
Μην. Ζητ. Ενέργειας (KWh):	529,151	477,943	533,832	508,062	318,351	315,732	335,401	335,401	315,732	542,016	516,582	527,415

**Συντελεστής ζήτησης επί του συνολικού φορτίου**

	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01:00 - 02:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02:00 - 03:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03:00 - 04:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04:00 - 05:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05:00 - 06:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
06:00 - 07:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07:00 - 08:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
08:00 - 09:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
09:00 - 10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00 - 11:00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
11:00 - 12:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05
12:00 - 13:00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,14	0,14	0,14
13:00 - 14:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
14:00 - 15:00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
15:00 - 16:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00 - 17:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00 - 18:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
18:00 - 19:00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
19:00 - 20:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
20:00 - 21:00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,09	0,09	0,09
21:00 - 22:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
22:00 - 23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00 - 24:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέσος Όρος :	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63
Σύνολο :	0,65	0,65	0,65	0,64	0,39	0,40	0,41	0,41	0,40	0,68	0,65	0,64

**Ορισία χρονολογίσματος συνολικής ζήτησης ενέργειας (KWh)**

	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,037	0,037	0,041	0,041	0,047	0,053	0,063	0,063	0,053	0,047	0,041	0,037
01:00 - 02:00	0,037	0,037	0,041	0,041	0,047	0,053	0,063	0,063	0,053	0,047	0,041	0,037
02:00 - 03:00	0,037	0,037	0,041	0,041	0,047	0,053	0,063	0,063	0,053	0,047	0,041	0,037
03:00 - 04:00	0,037	0,037	0,041	0,041	0,047	0,053	0,063	0,063	0,053	0,047	0,041	0,037
04:00 - 05:00	0,037	0,037	0,041	0,041	0,047	0,053	0,063	0,063	0,053	0,047	0,041	0,037
05:00 - 06:00	0,202	0,202	0,233	0,261	0,295	0,328	0,366	0,366	0,328	0,295	0,261	0,202
06:00 - 07:00	0,040	0,040	0,044	0,044	0,051	0,057	0,067	0,067	0,057	0,051	0,044	0,040
07:00 - 08:00	0,893	0,893	0,897	0,897	0,710	0,720	0,730	0,730	0,720	0,893	0,893	0,893
08:00 - 09:00	0,892	0,892	0,896	0,896	0,709	0,719	0,729	0,729	0,719	0,902	0,892	0,888
09:00 - 10:00	0,042	0,042	0,046	0,046	0,052	0,062	0,072	0,072	0,062	0,052	0,046	0,038
10:00 - 11:00	0,789	0,789	0,793	0,453	0,459	0,469	0,479	0,479	0,469	0,799	0,789	0,785
11:00 - 12:00	1,315	1,315	1,319	1,319	0,325	0,335	0,345	0,345	0,335	1,325	1,315	1,311
12:00 - 13:00	3,716	3,716	3,720	3,720	0,226	0,236	0,246	0,246	0,236	3,726	3,716	3,712
13:00 - 14:00	0,666	0,666	0,670	0,670	0,676	0,686	0,696	0,696	0,686	0,676	0,666	0,662
14:00 - 15:00	2,409	2,409	2,413	2,413	2,314	2,324	2,334	2,334	2,324	2,419	2,409	2,405
15:00 - 16:00	0,042	0,042	0,046	0,046	0,052	0,062	0,072	0,072	0,062	0,052	0,046	0,038
16:00 - 17:00	0,042	0,042	0,046	0,046	0,052	0,062	0,072	0,072	0,062	0,052	0,046	0,038
17:00 - 18:00	0,328	0,328	0,332	0,332	0,250	0,260	0,270	0,270	0,260	0,338	0,328	0,324
18:00 - 19:00	1,529	1,529	1,533	1,533	1,452	1,462	1,472	1,472	1,462	1,539	1,529	1,525
19:00 - 20:00	0,256	0,256	0,260	0,260	0,268	0,278	0,288	0,288	0,278	0,268	0,256	0,252
20:00 - 21:00	2,292	2,292	2,323	2,351	0,782	0,819	0,857	0,857	0,819	2,387	2,347	2,288
21:00 - 22:00	1,358	1,358	1,362	1,362	1,263	1,269	1,279	1,279	1,269	1,368	1,362	1,358
22:00 - 23:00	0,038	0,038	0,042	0,042	0,048	0,054	0,064	0,064	0,054	0,048	0,042	0,038
23:00 - 24:00	0,038	0,038	0,042	0,042	0,048	0,054	0,064	0,064	0,054	0,048	0,042	0,038
Σύνολο :	17,069	17,069	17,220	16,935	10,269	10,524	10,819	10,819	10,524	17,484	17,219	17,013













**ΩΡΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

Συνολικό Ηλεκτρικό Φορτίο Ηλεκτρικών Συσκευών												Συνολικής Ισχύος :		
												<b>37729,2 W</b>		
												Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια :		
												<b>12082,24 kWh</b>		
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ		
Ημέρες Λειτουργίας :	31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	31		
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Ημέρα :	0,81	0,80	0,77	0,73	0,77	0,99	1,21	1,22	0,96	0,73	0,75	0,78		
Συνολ. Ώρες Λεπ. / Μήνα :	24,98	22,41	23,99	21,88	23,84	29,82	37,40	37,75	28,78	22,65	22,48	24,27		
Ημερ. Ζητ. Ενέργειας (KWh) :	30,404	30,203	29,192	27,513	29,010	37,501	45,522	45,942	36,190	27,567	28,266	29,538		
Μην. Ζητ. Ενέργειας (KWh) :	942,513	845,688	904,954	825,391	899,307	1125,036	1411,170	1424,217	1085,714	854,581	847,988	915,679		

**Μέση ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας: 33,102 kWh**

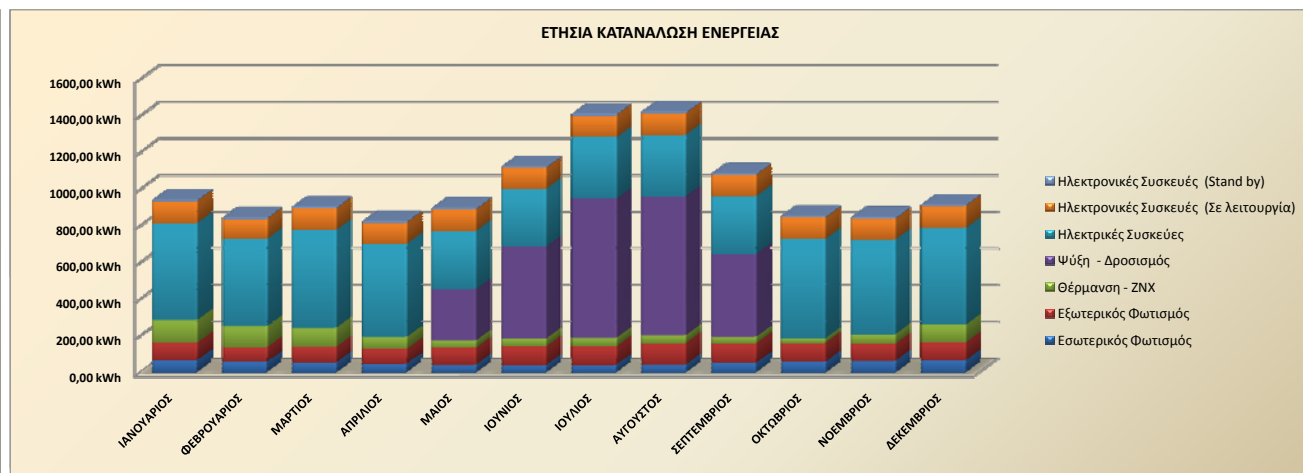
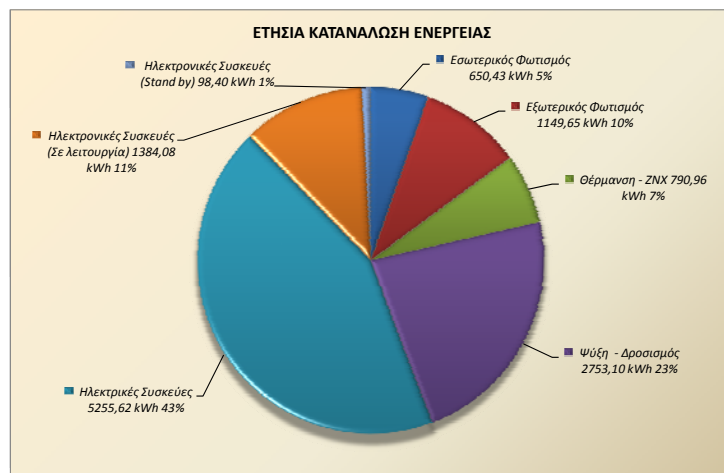
Συντελεστές ζήτησης επί του συνολικού φορτίου												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
01:00 - 02:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
02:00 - 03:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
03:00 - 04:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
04:00 - 05:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
05:00 - 06:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02
06:00 - 07:00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
07:00 - 08:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
08:00 - 09:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
09:00 - 10:00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
10:00 - 11:00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
11:00 - 12:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
12:00 - 13:00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,11	0,11	0,11
13:00 - 14:00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,02	0,02	0,02
14:00 - 15:00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,07	0,07	0,07
15:00 - 16:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01
16:00 - 17:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01
17:00 - 18:00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
18:00 - 19:00	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09	0,06	0,06	0,07
19:00 - 20:00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04
20:00 - 21:00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,09	0,09	0,09
21:00 - 22:00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06
22:00 - 23:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02
23:00 - 24:00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
<b>Σύνολο :</b>	<b>0,81</b>	<b>0,80</b>	<b>0,77</b>	<b>0,73</b>	<b>0,77</b>	<b>0,99</b>	<b>1,21</b>	<b>1,22</b>	<b>0,96</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>
<b>Μέσος Όρος :</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ενέργειας (KWh)												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	0,575	0,563	0,489	0,355	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
01:00 - 02:00	0,575	0,563	0,489	0,355	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
02:00 - 03:00	0,575	0,563	0,489	0,355	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
03:00 - 04:00	0,575	0,563	0,489	0,355	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
04:00 - 05:00	0,575	0,563	0,489	0,355	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
05:00 - 06:00	0,762	0,750	0,703	0,585	0,630	0,872	1,166	1,214	0,897	0,514	0,584	0,678
06:00 - 07:00	0,753	0,742	0,611	0,282	0,376	0,650	0,892	0,857	0,645	0,361	0,520	0,669
07:00 - 08:00	1,270	1,219	1,054	1,043	1,059	1,325	1,567	1,555	1,224	1,011	1,134	1,232
08:00 - 09:00	1,022	1,034	1,020	1,025	0,963	1,052	1,616	1,605	1,027	1,043	1,009	0,998
09:00 - 10:00	0,177	0,200	0,186	0,193	0,412	0,632	0,737	0,737	0,601	0,181	0,148	0,155
10:00 - 11:00	1,190	1,213	1,201	0,857	1,145	1,296	1,864	1,852	1,264	1,185	1,183	1,182
11:00 - 12:00	1,817	1,829	1,817	1,810	1,139	1,737	1,986	1,986	1,662	1,801	1,799	1,797
12:00 - 13:00	4,086	4,104	4,092	4,097	1,432	1,999	2,348	2,348	1,890	4,076	4,074	4,070
13:00 - 14:00	0,926	0,944	0,932	0,937	1,749	2,339	2,688	2,688	2,230	0,916	0,920	0,910
14:00 - 15:00	2,657	2,676	2,664	2,669	3,376	3,966	4,315	4,315	3,856	2,648	2,652	2,642
15:00 - 16:00	0,285	0,297	0,285	0,290	0,847	1,703	2,052	2,041	1,594	0,280	0,285	0,277
16:00 - 17:00	0,276	0,276	0,287	0,282	0,847	1,281	2,041	2,041	1,198	0,246	0,251	0,256
17:00 - 18:00	0,830	0,630	0,497	0,490	0,992	1,426	1,650	1,639	1,343	0,741	0,900	0,934
18:00 - 19:00	2,507	2,507	2,354	2,177	2,445	2,891	3,116	3,116	3,259	2,450	2,436	2,468
19:00 - 20:00	1,422	1,424	1,431	1,459	1,862	1,738	2,296	2,640	1,962	1,457	1,383	1,400
20:00 - 21:00	3,352	3,354	3,388	3,444	2,271	2,568	3,033	3,153	2,397	3,471	3,371	3,330
21:00 - 22:00	2,282	2,284	2,291	2,319	2,617	2,889	3,439	3,439	2,718	2,317	2,250	2,264
22:00 - 23:00	0,889	0,891	0,905	0,936	1,547	2,040	2,222	2,222	1,841	0,931	0,864	0,878
23:00 - 24:00	1,027	1,015	1,031	0,830	1,289	1,712	1,900	1,900	1,582	0,719	0,794	0,943
<b>Σύνολο :</b>	<b>30,404</b>	<b>30,203</b>	<b>29,192</b>	<b>27,513</b>	<b>29,010</b>	<b>37,501</b>	<b>45,522</b>	<b>45,942</b>	<b>36,190</b>	<b>27,567</b>	<b>28,266</b>	<b>29,538</b>
<b>Μέσος Όρος :</b>	<b>2,510</b>	<b>2,493</b>	<b>2,412</b>	<b>2,278</b>	<b>2,399</b>	<b>3,097</b>	<b>3,755</b>	<b>3,790</b>	<b>2,991</b>	<b>2,287</b>	<b>2,341</b>	<b>2,441</b>
<b>33,071</b>												

Ωριαίο χρονοδιάγραμμα ζήτησης ισχύος (KW)												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
00:00 - 01:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	1,076	4,964	4,964
01:00 - 02:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	1,076	4,964	4,964
02:00 - 03:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	1,076	4,964	4,964
03:00 - 04:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	1,076	4,964	4,964
04:00 - 05:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	1,076	4,964	4,964
05:00 - 06:00	5,961	5,961	5,961	5,961	5,939	5,939	5,939	5,939	5,939	2,073	5,961	5,961
06:00 - 07:00	5,682	5,682	5,682	4,640	4,618	4,618	4,618	4,618	5,629	1,793	5,682	5,682
07:00 - 08:00	14,486	14,486	13,444	13,444	17,265	17,265	17,265	17,265	13,399	14,486	14,486	14,486
08:00 - 09:00	13,444	13,444	13,444	13,444	17,100	17,100	17,234	17,234	17,100	13,399	13,444	13,444
09:00 - 10:00	0,794	0,794	0,794	0,794	4,338	4,398	4,398	4,398	4,398	0,614	0,794	0,794
10:00 - 11:00	4,024	4,024	4,024	4,024	7,628	7,628	7,628	7,628	7,628	3,844	4,024	4,024
11:00 - 12:00	4,424	4,424	4,424	4,424	6,028	6,028	6,028	6,028	6,028	4,244	4,424	4,424
12:00 - 13:00	6,206	6,206	6,206	6,206	6,528	6,528	6,528	6,528	6,528	6,206	6,206	6,206
13:00 - 14:00	3,567	3,567	3,567	3,567	7,387	7,387	7,387	7,387	7,387	3,567	3,567	3,567
14:00 - 15:00	7,943	7,943	7,943	7,943	11,763	11,763	11,763	11,763	11,763	7,763	7,943	7,943
15:00 - 16:00	1,093	1,093	1,093	1,093	4,913	4,913	4,913	4,913	4,913	0,913	1,093	1,093
16:00 - 17:00	1,093	1,093	1,093	1,093	4,913	4,913	4,913	4,913	4,913	0,913	1,093	1,093
17:00 - 18:00	6,112	6,112	5,042	5,042	8,862	8,862	8,862	8,862	5,932	6,112	6,112	6,112
18:00 - 19:00	8,800	8,800	8,800	8,800	11,510	11,510	11,510	11,510	8,620	8,800	8,800	8,800
19:00 - 20:00	4,629	4,629	4,629	4,629	8,370	8,235	8,235	8,235	4,586	4,629	4,629	4,629
20:00 - 21:00	10,756	10,756	10,756	10,756	13,042	12,862	12,862	12,862	10,758	10,756	10,756	10,756
21:00 - 22:00	8,283	8,283	8,283	8,283	12,069	12,024	11,889	11,889	12,024	8,285	8,283	

### ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΓΚΑΤ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Εσωτερικός Φωτισμός	858,7 W	68,03 kWh 2,19 kWh	59,43 kWh 2,12 kWh	56,03 kWh 1,81 kWh	48,15 kWh 1,60 kWh	43,78 kWh 1,41 kWh	41,18 kWh 1,37 kWh	42,56 kWh 1,37 kWh	44,13 kWh 1,42 kWh	53,53 kWh 1,78 kWh	59,78 kWh 1,93 kWh	65,22 kWh 2,17 kWh	68,59 kWh 2,21 kWh	650,43 kWh
Εξωτερικός Φωτισμός	911,0 W	94,88 kWh 3,06 kWh	80,51 kWh 2,88 kWh	84,94 kWh 2,74 kWh	81,81 kWh 2,73 kWh	91,55 kWh 2,95 kWh	101,40 kWh 3,38 kWh	101,80 kWh 3,28 kWh	116,12 kWh 3,75 kWh	106,38 kWh 3,55 kWh	100,99 kWh 3,26 kWh	92,18 kWh 3,07 kWh	97,11 kWh 3,13 kWh	1149,65 kWh
Θέρμανση - ΖΝΧ	4375,0 W	124,54 kWh 4,02 kWh	114,08 kWh 4,07 kWh	104,24 kWh 3,36 kWh	65,53 kWh 2,18 kWh	39,43 kWh 1,27 kWh	43,14 kWh 1,44 kWh	46,30 kWh 1,49 kWh	43,45 kWh 1,40 kWh	35,55 kWh 1,19 kWh	25,89 kWh 0,84 kWh	52,16 kWh 1,74 kWh	96,65 kWh 3,12 kWh	790,96 kWh
Ψύξη - Δροσισμός	4000,0 W	0,00 kWh 0,00 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	280,28 kWh 9,04 kWh	501,74 kWh 16,72 kWh	759,20 kWh 24,49 kWh	759,20 kWh 24,49 kWh	452,67 kWh 15,09 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	0,00 kWh 0,00 kWh	2753,10 kWh
Ηλεκτρικές Συσσκευές	26379,5 W	529,15 kWh 17,07 kWh	477,94 kWh 17,07 kWh	533,83 kWh 17,22 kWh	508,06 kWh 16,94 kWh	318,35 kWh 10,27 kWh	315,73 kWh 10,52 kWh	335,40 kWh 10,82 kWh	335,40 kWh 10,82 kWh	315,73 kWh 10,52 kWh	542,02 kWh 17,48 kWh	516,58 kWh 17,22 kWh	527,42 kWh 17,01 kWh	5255,62 kWh
Ηλεκτρονικές Συσσκευές (Σε λειτουργία)	1193,0 W	117,55 kWh 3,79 kWh	106,18 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	113,76 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	113,76 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	113,76 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	113,76 kWh 3,79 kWh	117,55 kWh 3,79 kWh	1384,08 kWh
Ηλεκτρονικές Συσσκευές (Stand by)	12,0 W	8,36 kWh 0,27 kWh	7,55 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	8,09 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	8,09 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	8,09 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	8,09 kWh 0,27 kWh	8,36 kWh 0,27 kWh	98,40 kWh
<b>ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ :</b>		<b>942,51 kWh</b>	<b>845,69 kWh</b>	<b>904,95 kWh</b>	<b>825,39 kWh</b>	<b>899,31 kWh</b>	<b>1125,04 kWh</b>	<b>1411,17 kWh</b>	<b>1424,22 kWh</b>	<b>1085,71 kWh</b>	<b>854,58 kWh</b>	<b>847,99 kWh</b>	<b>915,68 kWh</b>	<b>12082,24 kWh</b>
<b>ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ :</b>		<b>30,40 kWh</b>	<b>30,20 kWh</b>	<b>29,19 kWh</b>	<b>27,51 kWh</b>	<b>29,01 kWh</b>	<b>37,50 kWh</b>	<b>45,52 kWh</b>	<b>45,94 kWh</b>	<b>36,19 kWh</b>	<b>27,57 kWh</b>	<b>28,27 kWh</b>	<b>29,54 kWh</b>	<b>33,102 kWh</b>



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ' – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**



## ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ

Τεύχος Υπολογισμών Εγκατάστασης

**Εργοδότης** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:  
**Έργο** : Εξοχική Διόροφη Κατοικία  
:  
:  
**Θέση** : Παλαιά Εθνική Οδός Ηρακλείου.  
:  
:  
**Ημερομηνία** : Σεπτέμβριος 2011  
**Μελετητές** : Παυλίδης Ηλίας  
:  
:

**Παρατηρήσεις** :  
:

**1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το DIN και τον κανονισμό εσωτερικών Ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Electrical Installations handbook, Vol 1 & 2, SIEMENS*  
 β) *Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εσωτερικών Εγκαταστάσεων*  
 γ) *Κανονισμοί ΔΕΗ*  
 δ) *Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκ/κών εγκαταστάσεων και Δικτύων, Δ. Τσανάκα*  
 ε) *Τεχνικό Εγχειρίδιο FULGOR*  
 στ) *Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Μ. Μόσχοβιτς*

**2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ****(α) Βασικές σχέσεις:**

$$U = I \times R \quad (\text{νόμος του } \Omega\mu)$$

$$W = I \times R \times t \quad (\text{θερμότητα ρεύματος})$$

$$R = \frac{2 l}{K \times A} \quad (\text{Αντίσταση Κυκλώματος})$$

$$P = U \times I \quad (\text{ισχύς στο συνεχές ρεύμα})$$

$$P = U \times I \times \cos\phi \quad (\text{ισχύς στο εναλλασσόμενο μονοφασικό})$$

$$P = 1.73 \times U \times I \times \cos\phi \quad (\text{ισχύς στο τριφασικό})$$

(β) Πτώση τάσης και διατομή καλωδίων

(β1) Πτώση τάσης u (V)

- Μονοφασικό

$$\cos\phi$$

$$u = 2 \times \left( \frac{\cos\phi}{K \times A} + \omega \times L \times \sin\phi \right) \times l \times I$$

- Τριφασικό

$$u = 1.73 \times \left( \frac{\cos\phi}{K \times A} + \omega \times L \times \sin\phi \right) \times l \times I$$

όπου:

U: Τάση δικτύου σε V σε σύστημα 2 αγωγών μεταξύ των αγωγών, σε σύστημα συνεχούς 3 αγωγών μεταξύ των 2 κυρίων αγωγών, σε τριφασικά συστήματα μεταξύ δύο κυρίως αγωγών

u: Πτώση τάσης σε V από την αρχή μέχρι το τέλος του κυκλώματος

I: Ενταση ρεύματος σε A

R: Αντίσταση σε Ωμ

W: Ενέργεια σε W x s

P: Ισχύς σε W

K: Αγωγιμότητα

cosφ: συντελεστής Ισχύος

A: Διατομή καλωδίου σε mm<sup>2</sup>

l: Μήκος της γραμμής σε m

t: χρονική διάρκεια σε s

L: Έπαγωγική αντίσταση του καλωδίου σε H/m ( $\omega=2\pi f$ ,  $f=50$  Hz)

**(β2) Διατομή A (mm<sup>2</sup>)**

Επιλέγεται καλώδιο τέτοιο, ώστε το ρεύμα που περνάει από τη γραμμή να είναι μικρότερο από το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου και ταυτόχρονα η προκύπτουσα πτώση τάσης να είναι μικρότερη από την επιθυμητή (προκύπτει από τις σχέσεις της παραγράφου β1).

Για την εύρεση του επιτρεπόμενου ρεύματος λαμβάνονται υπόψη το είδος του καλωδίου, το μέσο οδευσης, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καλωδίου, και ο τρόπος διάταξης και λειτουργίας.

**(β3) Όργανα προστασίας**

Ο υπολογισμός γίνεται σε κάθε γραμμή με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους:

Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής

Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής, και το μέγεθός του να είναι το αμέσως μικρότερο της



επιτρεπόμενης έντασης του καλωδίου

#### (β4) Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως

το επιτρεπόμενο ρεύμα βραχυκυκλώσεως υπολογίζεται από την σχέση:

$$I = \frac{0.115 A}{\sqrt{t}}$$

όπου I σε kA, A διατομή καλωδίου και t διάρκεια βραχυκυκλώματος

Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως στους πίνακες υπολογίζεται με την σχέση:

$$I = \frac{V}{Z}$$

όπου z η συνολική αντίσταση σε όλη την διαδρομή του καλωδίου.

H παραπάνω σχέση υπερκαλύπτει και την σχέση  $I = (\sqrt{3} V)/2z$  που ισχύει για την περίπτωση τριφασικού βραχυκυκλώματος.

### 3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των γραμμών του δικτύου παρουσιάζονται πινακοποιημένα με τις ακόλουθες στήλες:

Τμήμα Γραμμής  
Μήκος Γραμμής (m)  
Φορτίο (kw)  
Είδος Φορτίου  
Cosφ  
Φάση  
Πτώση Τάσης (V)  
Διατομή Καλ. (mm<sup>2</sup>)  
Ασφάλεια (A)

Επίσης, για κάθε πίνακα της εγκατάστασης πραγματοποιείται αναλυτικός υπολογισμός, με αποτελέσματα που εμφανίζονται όπως ακολούθως:

Στο επάνω μέρος εμφανίζεται πινακάκι με τις ακόλουθες στήλες:

Είδος Φορτίου  
Εγκατ. Πραγμ. Ισχύς (kw)  
Cosφ (KVxA)  
Εγκατ. Φαιν. Ισχύς (KVxA)  
Ετεροχρονισμός  
Μέγιστη πιθανή ζήτηση

Τα στοιχεία αυτά αναγράφονται ανά είδος φορτίου (συγκεντρωτικά) και στο κάτω μέρος αναγράφεται το σύνολο της μέγιστης πιθανής ζήτησης. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά αναγράφονται πιο κάτω τα εξής:

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΑΣΕΩΝ R S T  
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ενταση (A)  
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης  
Ενταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)  
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ενταση (A)  
ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ  
Λόγω Εφεδρείας (%)  
Λόγω Κινητήρων (A)  
Λόγω Εναυσης Λαμπτήρων (A)  
ΤΕΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ (A)  
τύπος καλωδίου  
επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου σε Κ.Σ. (A)  
συντελεστής διόρθωσης  
επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου (A)  
Γενικός Διακόπτης (A)  
Ασφάλεια ή Αυτ. Διακόπτης (A)  
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm<sup>2</sup>)  
Βαθμός Προστασίας πίνακα

## Στοιχεία Δικτύου

Φασική Τάση Δικτύου (V)

230

Τύπος Καλωδίων

Χαλκός

Συντελεστής Αγωγιμότητας (S m/mm<sup>2</sup>)

57.14

## Δίκτυο Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Τμ. Δικτ.	Μήκ. Γραμ. (m)	Φορτ. Γραμ. (KW)	Εδ. Φορτ.	Cos Φ	Φάση	Πίωση Τάσης (V)	Εδ. Γραμ.	Επιθ. Δικτ. (mm <sup>2</sup> )	Υπολ. Δικτ. (mm <sup>2</sup> )	Μέγ. Αισθ. (A)
A.Π	50	20.76	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.956	123		3		16	50
A.1	0	0	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	1	0.000	1		1.5	10
A.2	50	0.26	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩ	0.85	1	1.319	1		1.5	10
A.3	50	0.12	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩ	0.85	2	0.609	1		1.5	10
A.4	50	0.28	ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓ.	0.87	3	0.852	1		2.5	16
A.5	25	0.22	ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓ.	0.87	1	0.335	1		2.5	16
A.6	12	0.11	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	2	0.134	1		1.5	10
A.7	22	0.09	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	2	0.201	1		1.5	10
A.8	25	0.07	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	3	0.178	1		1.5	10
A.9	12	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	2	2.191	1		2.5	16
A.10	22	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	3	4.018	1		2.5	16
A.11	25	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	1	4.565	1		2.5	16
A.12	5	0.23	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ	0.90	2	0.117	1		1.5	10
A.13	5	0.05	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ	0.90	3	0.025	1		1.5	10
A.14	7	0.14	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΡΕ	1.00	3	0.099	1		1.5	10
A.15	6	0.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΑ	0.97	1	0.061	1		1.5	10
A.16	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	3	0.000	1		1.5	10
A.17	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	3	0.000	1		1.5	10
B.Π	10	16.90	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.962	123	0.000	3		10	35
B.1	35	0.404	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	3	1.435	1		1.5	10
B.2	32	0.359	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	2	1.166	1		1.5	10
B.3	15	0.148	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙ	0.95	1	0.225	1		1.5	10
B.4	12	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	1	2.191	1		2.5	16
B.5	22	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	2	4.018	1		2.5	16
B.6	10	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	3	1.826	1		2.5	16
B.7	16	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	1	2.922	1		2.5	16
B.8	18	3.00	ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	0.90	2	3.287	1		2.5	16
B.9	4	2.15	ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟ	0.87	1	0.524	1		2.5	16
B.10	13	1.10	ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΠΙ	0.88	2	0.870	1		2.5	16
B.11	19	3.50	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟ	1.00	123	1.170	3		2.5	16

Τμ. Διπτ.	Μήκ. Γραμ. (m)	Φορτ. Γραμ. (KW)	Είδ. Φορτ.	Cos Φ	Φάση	Πίση η Τάσης (V)	Είδ. Γραμ.	Επιθ. Διπτ. (mm <sup>2</sup> )	Υπολ. Διπτ. (mm <sup>2</sup> )	Μέγ. Αρρ. (A)
B.12	19	0.32	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡ	0.88	3	0.370	1		2.5	16
B.13	13	0.07	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	3	0.055	1		2.5	16
B.14	6	0.07	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	3	0.026	1		2.5	16
B.15	14	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	3	0.034	1		2.5	16
B.16	15	3.84	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝ	0.85	123	1.013	3		2.5	16
B.17	5	4.00	ΜΠΟΙΛΕΡ	1.00	3	0.761	1		4	20
B.18	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	1	0.000	1		1.5	10
B.19	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	2	0.000	1		1.5	10
B.20	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	3	0.000	1		1.5	10
Γ.Π	10	2.072	ΠΙΝΑΚΑΣ	1.000	123		3		4	20
Γ.1	12	0.10	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	1	0.122	1		1.5	10
Γ.2	15	0.11	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	2	0.167	1		1.5	10
Γ.3	13	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	3	2.374	1		2.5	16
Γ.4	5	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	1	0.913	1		2.5	16
Γ.5	16	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	2	2.922	1		2.5	16
Γ.6	11	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	3	0.027	1		2.5	16
Γ.7	8	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	3	0.019	1		2.5	16
Γ.8	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	1	0.000	1		1.5	10
Γ.9	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	2	0.000	1		1.5	10
Γ.10	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	3	0.000	1		1.5	10
Δ.Π	40	0.550	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.750	3		1		4	20
Δ.1	7	0.55	ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ	0.75	3	0.234	1		2.5	16
A.B	10	16.90	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.962	123	0.743	3		10	35
A.Δ	40	0.550	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.750	3	0.837	1		4	20
B.Γ	10	2.072	ΠΙΝΑΚΑΣ	1.000	123	0.228	3		4	20

## Υπολογισμοί Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Τμ. Διπτ.	Μήκ. Γραμ. (m)	Φορτ. Γραμ. (KW)	Είδ. Φορτ.	Cos Φ	Είδ. Καλ.	Αρρ. Πρωτ. Καλ.	Υπολ. Διπτ. (mm <sup>2</sup> )	Επιθ. Διπτ. (mm <sup>2</sup> )	Επιρρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διορθ.	Επιρρ. Ρεύμα (A).	Μέγ. Αρρ. (A)	Ρεύμα Γραμ. (A)
A.Π	50	20.76	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.956	ΝΥΜ		16		65.00	0.820	53.30	50	38.99
A.1	0	0	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
A.2	50	0.26	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩ	0.85	ΝΥΜ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	1.330
A.3	50	0.12	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩ	0.85	ΝΥΜ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.614
A.4	50	0.28	ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓ.	0.87	ΝΥΜ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	1.399
A.5	25	0.22	ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓ.	0.87	ΝΥΜ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	1.099
A.6	12	0.11	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.503
A.7	22	0.09	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.412
A.8	25	0.07	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.320
A.9	12	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
A.10	22	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
A.11	25	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
A.12	5	0.23	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ	0.90	ΝΥΜ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	1.111
A.13	5	0.05	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ	0.90	ΝΥΜ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.242
A.14	7	0.14	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΡΕ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.609
A.15	6	0.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΑ	0.97	ΝΥΜ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.448
A.16	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
A.17	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
B.Π	10	16.90	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.962	ΝΥΜ		10		48.00	0.820	39.36	35	29.53
B.1	35	0.404	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	1.849
B.2	32	0.359	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	1.643
B.3	15	0.148	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.677
B.4	12	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
B.5	22	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
B.6	10	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
B.7	16	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	0.95	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.73
B.8	18	3.00	ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	14.49
B.9	4	2.15	ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟ	0.87	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	10.74
B.10	13	1.10	ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΠΙ	0.88	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	5.435
B.11	19	3.50	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟ	1.00	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	5.072

Τμ. Διτ.	Μήκ. Γραμ. (m)	Φορτ. Γραμ. (KW)	Είδ. Φορτ.	CosΦ	Είδ. Καλ.	Αρθ. Παρσ. Καλ.	Υπολ. Διατ. (mm <sup>2</sup> )	Επιθ. Διατ. (mm <sup>2</sup> )	Επιρρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διαρθ.	Επιρρ. Ρεύμα (Α).	Μέγ. Ασφ. (Α)	Ρεύμα Γραμ. (Α)
B.12	19	0.32	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡ	0.88	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	1.581
B.13	13	0.07	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	0.338
B.14	6	0.07	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	0.338
B.15	14	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	0.193
B.16	15	3.84	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝ	0.85	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	6.547
B.17	5	4.00	ΜΠΟΙΛΕΡ	1.00	ΝΥΜ		4		27.00	0.820	22.14	20	17.39
B.18	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
B.19	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
B.20	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1.00	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
Γ.Π	10	2.072	ΠΙΝΑΚΑΣ	1.000	ΝΥΜ		4		27.00	0.820	22.14	20	3.324
Γ.1	12	0.10	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.458
Γ.2	15	0.11	ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤ	0.95	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	0.503
Γ.3	13	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.04
Γ.4	5	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.04
Γ.5	16	3.00	ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖ	1	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	13.04
Γ.6	11	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	0.193
Γ.7	8	0.04	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ F	0.90	ΝΥΑ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	0.193
Γ.8	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
Γ.9	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
Γ.10	0	0.00	ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑ	1	ΝΥΑ		1.5		16.00	0.820	13.12	10	
Δ.Π	40	0.550	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.750	ΝΥΜ		4		27.00	0.820	22.14	20	3.188
Δ.1	7	0.55	ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ	0.75	ΝΥΜ		2.5		21.00	0.820	17.22	16	3.188
A.B	10	16.90	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.962			10						
A.Δ	40	0.550	ΠΙΝΑΚΑΣ	0.750			4						
B.Γ	10	2.072	ΠΙΝΑΚΑΣ	1.000			4						

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα  
Όνομα Πίνακα

: Α.Π  
: Γ.Π.Χ.Τ.

Είδος Φορτίου	Εγκατεσ. Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμεν. Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονι σμός	Μεγιστη Ζήτηση (kVA)
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ	0.38	0.85	0.45	1.00	0.45
ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓ. ΓΚΑΡΑΖΟΠ	0.50	0.87	0.57	0.75	0.43
ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	1.39	0.95	1.46	1.00	1.46
ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖΩΝ	30.00	0.96	31.11	0.20	6.22
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	0.28	0.90	0.31	0.75	0.23
ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ PELLETS	0.14	1.00	0.14	0.80	0.11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ	0.10	0.97	0.10	1.00	0.10
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑ	3.00	0.90	3.33	0.20	0.67
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟΥΧΩΝ	2.15	0.87	2.47	0.20	0.49
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΠΙΑΤΩΝ	1.10	0.88	1.25	0.20	0.25
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟΥΖΙΝΑ (3)	3.50	1.00	3.50	0.60	2.10
ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ	0.32	0.88	0.36	0.75	0.27
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ FAN COILS	0.26	0.90	0.29	0.75	0.22
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΛΙΜ	3.84	0.85	4.52	1.00	4.52
ΜΠΟΙΛΕΡ	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ	0.55	0.75	0.73	1.00	0.73
ΣΥΝΟΛΑ	51.51	0.96	53.87		21.71

Κατανομή Φάσεων		
R (KVA)	:	18.54
S (KVA)	:	17.67
T (KVA)	:	18.39
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	80.61
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης	:	0.40
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)	:	31.47
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	32.49
Προσαυξήσεις		
Λόγω Εφεδρείας (%)	:	20
Λόγω Κινητήρων (A)	:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	
Τελικό Ρεύμα (A)	:	38.99
Τύπος Καλωδίου	:	NYM
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)	:	65.00
Συντελεστής Διόρθωσης	:	0.82
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)	:	53.30
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	1.31
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	2.60
Επιλέγεται		
Γενικός Διακόπτης (A)	:	63
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	50
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm <sup>2</sup> )	:	16.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα	:	IP44
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα	:	NAI

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα : Β.Π  
 Ονομα Πίνακα : ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

Είδος Φορτίου	Εγκατεσ Ισχύς (kW)	cosΦ	Φαινόμεν Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονι σμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	1.12	0.95	1.18	1.00	1.18
ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖΩΝ	21.00	0.97	21.63	0.20	4.33
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑ	3.00	0.90	3.33	0.20	0.67
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟΥΧΩΝ	2.15	0.87	2.47	0.20	0.49
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΠΙΑΤΩΝ	1.10	0.88	1.25	0.20	0.25
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟΥΖΙΝΑ (3)	3.50	1.00	3.50	0.60	2.10
ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ	0.32	0.88	0.36	0.75	0.27
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ FAN COILS	0.26	0.90	0.29	0.75	0.22
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΛΙΜ	3.84	0.85	4.52	1.00	4.52
ΜΠΟΙΛΕΡ	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
ΣΥΝΟΛΑ	40.29	0.96	41.90		17.58

Κατανομή Φάσεων		
R (KVA)	:	14.72
S (KVA)	:	13.91
T (KVA)	:	13.91
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	64.00
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης	:	0.42
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)	:	25.47
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	26.85
Προσαυξήσεις		
Λόγω Εφεδρείας (%)	:	10
Λόγω Κινητήρων (A)	:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	
Τελικό Ρεύμα (A)	:	29.53
Τύπος Καλωδίου	:	NYM
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)	:	48.00
Συντελεστής Διόρθωσης	:	0.82
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)	:	39.36
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	1.19
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	1.63
Επιλέγεται		
Γενικός Διακόπτης (A)	:	40
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	35
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm <sup>2</sup> )	:	10.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα	:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα	:	Όχι

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα : Γ.Π  
 Ονομα Πίνακα : ΠΙΝΑΚΑΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ

Είδος Φορτίου	Εγκατεσ Ισχύς (kW)	cosΦ	Φαινόμενο Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονι σμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	0.21	0.95	0.22	1.00	0.22
ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΙΖΩΝ	9.00	1.00	9.00	0.20	1.80
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ FAN COILS	0.08	0.90	0.09	0.75	0.07
ΣΥΝΟΛΑ	9.29	1.00	9.29		2.07

Κατανομή Φάσεων		
R (KVA)	:	3.11
S (KVA)	:	3.12
T (KVA)	:	3.09
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	13.55
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης	:	0.22
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)	:	3.00
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	3.02
Προσαυξήσεις		
Λόγω Εφεδρείας (%)	:	10
Λόγω Κινητήρων (A)	:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	
Τελικό Ρεύμα (A)	:	3.32
Τύπος Καλωδίου	:	NYM
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)	:	27.00
Συντελεστής Διόρθωσης	:	0.82
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)	:	22.14
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	0.97
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)	:	0.65
Επιλέγεται		
Γενικός Διακόπτης (A)	:	25
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	20
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm <sup>2</sup> )	:	4.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα	:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα	:	Όχι

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα : Δ.Π  
 Όνομα Πίνακα :

Είδος Φορτίου	Εγκατεσ Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενι Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονη σμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ	0.55	0.75	0.73	1	0.73
ΣΥΝΟΛΑ	0.55	0.75	0.73		0.73

## Κατανομή Φάσεων

R (KVA) :  
 S (KVA) :  
 T (KVA) : 0.73

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) : 3.19  
 Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης : 1.00  
 Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A) : 1.06  
 Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) : 3.19

## Προσαυξήσεις

Λόγω Εφεδρείας (%) :  
 Λόγω Κινητήρων (A) :  
 Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A) :

Τελικό Ρεύμα (A) : 3.19  
 Τύπος Καλωδίου : NYM  
 Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A) : 27.00  
 Συντελεστής Διόρθωσης : 0.82  
 Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A) : 22.14  
 Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA) : 0.66  
 Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA) : 0.65

## Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 25  
 Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 20  
 Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm<sup>2</sup>) : 4.00  
 Βαθμός Προστασίας Πίνακα : IP  
 Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα : Όχι

## Υπολογισμός Υποσταθμού

Επιλογή Μετασηματιστή	
Απαιτούμενο Φορτίο (KVA)	21.72
Τύπος Μετασηματιστή	MEC ENEL 50KVA
Ονομαστική Ισχύς Μετασηματιστή (KVA)	50
Μέγιστη Τάση (V)	20000
Χαμηλή Τάση (V)	380
Τύπος	
Είδος	ΛΑΔΙΟΥ
Τάση Βραχυκυκλ. Μεταχ/στή (%)	4
Απώλειες Κενής Λειτουργίας (W)	190
Απώλειες Φορτίου (W)	1100
Κόστος (χιλ. δρχ.)	
Υπολογισμός Ρεύματος Βραχυκυκλώσεως	
Ονομαστικό Ρεύμα (KA)	0.08
Συνεχές Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως XT (KA)	1.90
Μέγιστη Ισχύς Βραχυκυκλώσεως (MVA)	250
Συνεχές Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως MT (KA)	7.23

## Πτώση Τάσης στις Γραμμές του Δικτύου

Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.1 :	0.000	V ( 0.000%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.2 :	1.319	V ( 0.573%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.3 :	0.609	V ( 0.265%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.4 :	0.852	V ( 0.370%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.5 :	0.335	V ( 0.146%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.6 :	0.134	V ( 0.058%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.7 :	0.201	V ( 0.087%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.8 :	0.178	V ( 0.077%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.9 :	2.191	V ( 0.953%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.10 :	4.018	V ( 1.747%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.11 :	4.565	V ( 1.985%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.12 :	0.117	V ( 0.051%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.13 :	0.025	V ( 0.011%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.14 :	0.099	V ( 0.043%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.15 :	0.061	V ( 0.027%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.16 :	0.000	V ( 0.000%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.17 :	0.000	V ( 0.000%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.1 :	1.864	V ( 0.811%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.2 :	1.595	V ( 0.694%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.3 :	0.654	V ( 0.285%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.4 :	2.620	V ( 1.139%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.5 :	4.447	V ( 1.934%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.6 :	2.255	V ( 0.981%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.7 :	3.351	V ( 1.457%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.8 :	3.716	V ( 1.616%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.9 :	0.953	V ( 0.415%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.10 :	1.299	V ( 0.565%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.11 :	1.913	V ( 0.811%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.12 :	0.799	V ( 0.348%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.13 :	0.484	V ( 0.211%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.14 :	0.455	V ( 0.198%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.15 :	0.463	V ( 0.202%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.16 :	1.756	V ( 0.441%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.17 :	1.190	V ( 0.518%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.18 :	0.429	V ( 0.187%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.19 :	0.429	V ( 0.187%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->B.20 :	0.429	V ( 0.187%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.1 :	0.683	V ( 0.297%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.2 :	0.728	V ( 0.317%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.3 :	2.935	V ( 1.276%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.4 :	1.474	V ( 0.641%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.5 :	3.483	V ( 1.514%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.6 :	0.588	V ( 0.256%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.7 :	0.580	V ( 0.252%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.8 :	0.561	V ( 0.244%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.9 :	0.561	V ( 0.244%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Γ.10 :	0.561	V ( 0.244%)

Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->Δ.1 :	1.071	V ( 0.466%)
Δυσμενέστερη γραμμή	A-->A.11 :	4.565	V ( 1.985%)



**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

<b>Εργοδότης</b>	: Παυλίδης Ηλίας
<b>Έργο</b>	: Εξοχική Διόροφη Κατοικία
<b>Θέση</b>	: Παλαιά Εθνική Οδός Ηρακλείου.
<b>Ημερομηνία Μελετητής</b>	: Σεπτέμβριος 2011 : Παυλίδης Ηλίας
<b>Παρατηρήσεις</b>	:

**0. Γενικά**

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων και πρόκειται να κατασκευασθεί σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.

**1. Τροφοδοσία Δ.Ε.Η. - Μετρητές**

Η τροφοδοσία θα γίνει από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. 220/380 V-50Hz. Στον χώρο που φαίνεται στα σχέδια θα τοποθετηθούν τα μπαροκιβώτια και οι μετρητές. Προβλέπεται ένας μετρητής για κάθε ιδιοκτησία και ένας επιπλέον μετρητής για τους κοινόχρηστους χώρους.

Κοντά στους μετρητές θα κατασκευασθεί άμεση γείωση η οποία θα συνδεθεί με αγωγό γείωσης σε χαλυβδοσωλήνα η γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα με την μπάρα γείωσης των μπαροκιβωτίων. Η είσοδος του καλωδίου της Δ.Ε.Η. και ο τρόπος μηχανικής προστασίας του θα υποδειχθούν από την Δ.Ε.Η.

**2. Καλωδιώσεις-Σωληνώσεις.**

α. Οι παροχές των πινάκων θα γίνουν με καλώδια ΝΥΥ ή ΝΥΜ και όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή θα χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες.

β. Όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή και όχι στεγανή θα χρησιμοποιηθούν καλώδια ΝΥΑ μέσα σε πλαστικούς σωλήνες. Αντίστοιχα, όπου η εγκατάσταση είναι

β. Όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή και όχι στεγανή θα χρησιμοποιηθούν καλώδια ΝΥΑ μέσα σε πλαστικούς σωλήνες. Αντίστοιχα, όπου η εγκατάσταση είναι στεγανή (χωνευτή ή ορατή) θα χρησιμοποιηθούν καλώδια ΝΥΜ ή ΝΥΑ και χαλυβδοσωλήνες. Σε περίπτωση χρήσης καλωδίων ΝΥΑ οι χαλυβδοσωλήνες θα έχουν εσωτερική μόνωση. Σαν στεγανοί χώροι θεωρούνται μεταξύ των άλλων χώροι υγιεινής, λεβητοστάσιο, κλπ.

γ. Ειδικά όταν η εγκατάσταση είναι ενσωματωμένη στο μπετόν, θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες τύπου HELIFLEX.

δ. Τα μεγέθη των σωληνών, ανάλογα με την διατομή του καλωδίου, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Καλώδια	Σωλήνας
3x1.5 mm	Φ 13.5mm
3x2.5 mm, 5x1.5 mm	Φ 16 mm
3x4 mm, 5x2.5 mm	Φ 21 ή Φ 23mm
3x6 mm, 5x4 mm	Φ 21 ή Φ 23mm
3x10 mm, 5x6 mm	Φ 29mm
3x16 mm, 5x10 mm	Φ 36mm

Για μεγαλύτερες διατομές καλωδίων θα χρησιμοποιηθούν γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες ή και υδραυλικοί πλαστικοί σωλήνες για διαδρομές στο έδαφος.

ε. Όλες οι γραμμές θα φέρουν αγωγό γείωσης.

στ. Οι οριζόντιες διαδρομές σωληνώσεων θα βρίσκονται κατά το δυνατόν σε ύψος μεγαλύτερο από 2.5 m.

ζ. Για τις γραμμές φωτισμού τα καλώδια θα έχουν διατομή 1.5 mm, ενώ για τις αντίστοιχες ρευματοδοτών, διατομή 2.5 mm.

**3. Πίνακες διανομής**

Οι πίνακες διανομής θα είναι μεταλλικοί προστασίας IP54 ή εναλλακτικά μονοφασικοί (ή τριφασικοί) τυποποιημένοι πίνακες από θερμοπλαστικό υλικό. Κάθε πίνακας θα φέρει ξεχωριστές μπάρες φάσεων, ουδέτερου και γείωσης. Μεταξύ των άλλων, ο πίνακας θα περιλαμβάνει:

Γενικές συντηκτικές ασφάλειες.  
Γενικό διακόπτη.  
Ηλεκτρονόμο διαφυγής 30mA.  
Αναχωρήσεις σύμφωνα με το σχέδιο πινάκων.

**4. Προσωρινή παροχή**

Η προσωρινή παροχή θα γίνει σύμφωνα με τα άρθρα 75,76,77 του 1073/81 Π.Δ/τος μερίμνη του ιδιοκτήτη και με ευθύνη του ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη.

Τα άρθρα αυτά προβλέπουν η προσωρινή παροχή να είναι τοποθετημένη σε στεγανό μεταλλικό κουτί καλά γειωμένο το οποίο να φέρει κλειδαριά, ώστε να

ασφαλίζεται κατά τις μη εργάσιμες ώρες, με μέριμνα του ιδιοκτήτη.

Επίσης προβλέπεται και θα τοποθετηθεί οπωσδήποτε αυτόματος προστατευτικός διακόπτης διαφυγής (διαφορικής προστασίας-αντιηλεκτροπληξιακός αυτόματος). Προτού η παροχή αυτή χρησιμοποιηθεί, θα κληθεί για έλεγχο ο επιβλέπων μηχανικός, άλλως ουδεμία ευθύνη θα φέρει σε περίπτωση ατυχήματος. Οι μπαλαντζές που θα χρησιμοποιηθούν να φέρουν αγωγό γείωσης, έστω και αν τροφοδοτούν εργαλεία που δεν απαιτούν γείωση. Ο τρόπος που θα απλώνονται να είναι τέτοιος ώστε να αποκλείεται φθορά και συνεπώς κίνδυνος ατυχήματος (μακράν από συνήθεις διακινήσεις προσωπικού, οχημάτων-μηχανημάτων κ.α.).

#### 5. Παρατηρήσεις

- α. Οι ρευματοδότες θα φέρουν αγωγό γείωσης και θα τοποθετούνται σε ύψος 50 cm από το δάπεδο.
- β. Οι διακόπτες θα τοποθετηθούν σε ύψος 80 cm από το δάπεδο.
- γ. Οι θέσεις φωτιστικών σημείων δείχνονται στα σχέδια. Τύποι φωτιστικών που έχουν προκαθορισθεί στο στάδιο της μελέτης, δείχνονται επίσης στα σχέδια.
- δ. Όταν σε κάποιο χώρο η εγκατάσταση είναι στεγανή, αντίστοιχα στεγανοί θα είναι οι ρευματοδότες, οι διακόπτες και τα φωτιστικά σώματα.

#### 6. Πρόσθετα στοιχεία προστασίας

Γεφύρωση των ειδών υγιεινής και σύνδεση των μεταλλικών παροχών ύδρευσης με την μπάρα γείωσης των μπαροκιβωτίων.

#### 7. Δοκιμές εγκατάστασης

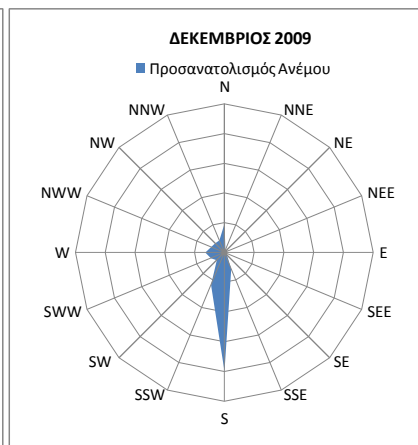
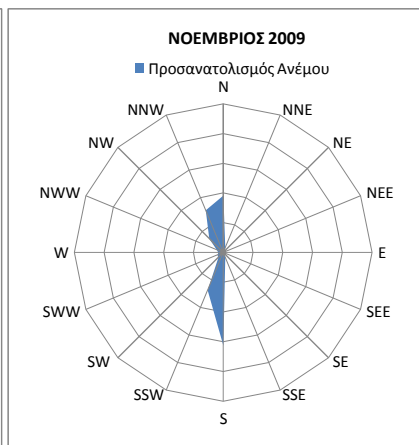
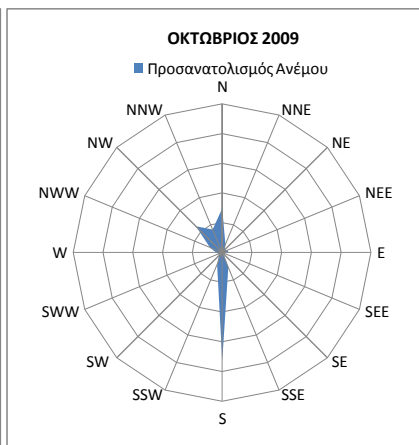
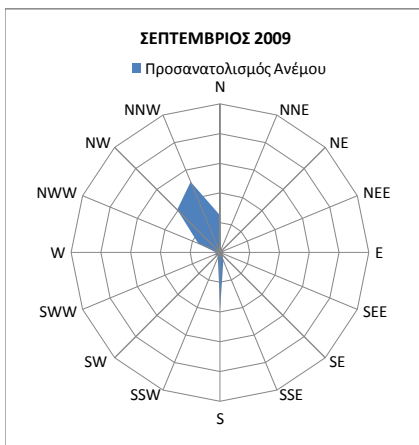
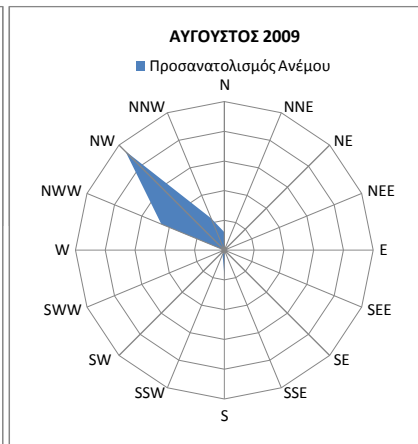
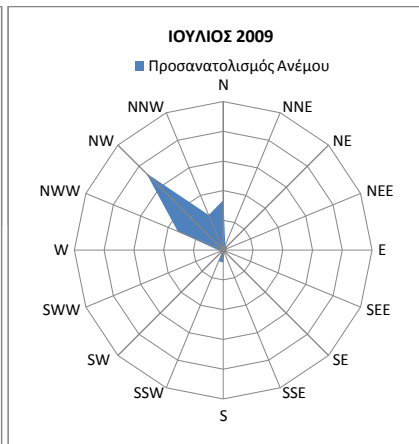
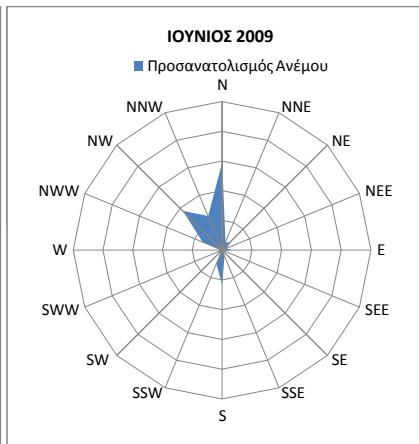
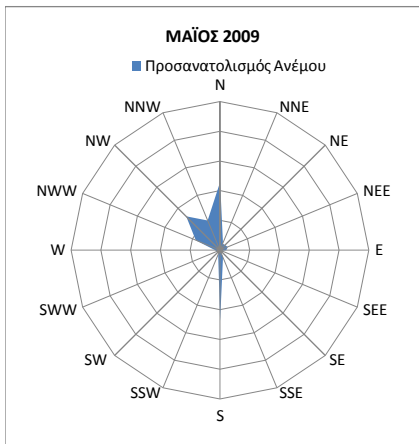
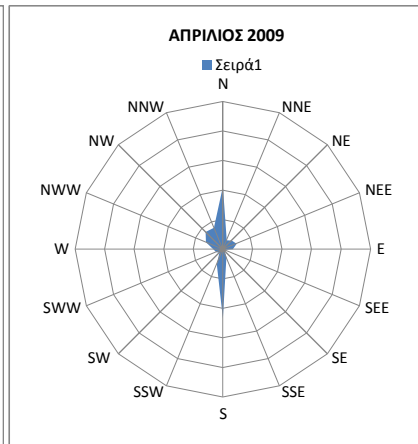
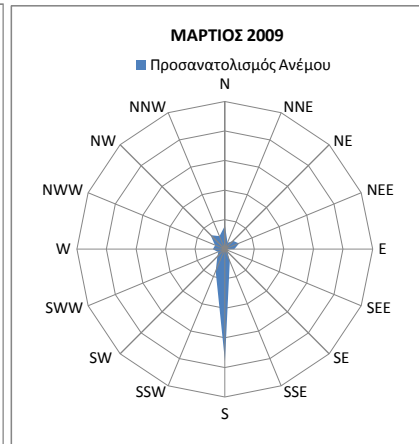
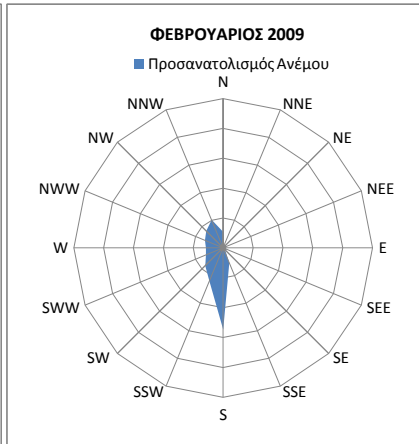
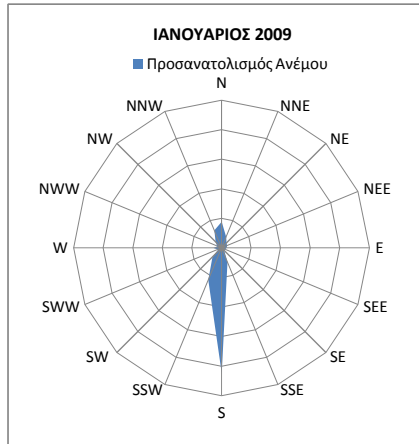
Επισημαίνεται η δοκιμή αντίστασης μόνωσης. Η τιμή θα υπερβαίνει τα 250 MΩ.

Ο Συντάξας

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η' – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ  
ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



# Ο ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ



## Ετήσια Διανομή Πυκνότητας Πιθανότητας Ανεμολογικών Μετρήσεων & Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Σε Υψόμετρο Ανεμόμετρου (Ηράκλειο, Κρήτης)

Ū : 4,24 m/s Μέση ταχύτητα ανέμου  
N : 8760 Πληθος μετρήσεων

Sv : 2,959 Τυπική Απόκλιση-Διασπορά μετρήσεων  
Cv : 0,69844 Συντελεστής μεταβολής των μετρήσεων

ρ : 1,225 kg/m<sup>3</sup> Η πυκνότητα του αέρα  
h<sub>0</sub> : 39,00 m Το υψόμετρο του ανεμόμετρου

d<sub>r</sub> : 4,50 m Η διάμετρος της πτερωτής  
A<sub>r</sub> : 15,90 m<sup>2</sup> Η μεταπτική επιφάνεια του δρομέα

Σταθερές Καμπύλης Weibull :	A = -2,28290	B = 1,46586
Βέλτιστη Καμπύλη Weibull :	Y = 2,2829 + 1,4658X	
Σταθερές Διανομής Weibull :	C = 4,74635	k = 1,46586

V<sub>mean</sub> : 4,297 m/s Η μέση τιμή της κατανομής  
σ<sub>v</sub> : 1,389 Η διακύμανση της διανομής  
I : 0,323 Η ένταση της ανατάραξης

P<sub>AG</sub> : 3000,0 W Η ονομαστική ηλεκτρική ισχύ της A/G  
P<sub>mean</sub> : 591,3 W Η μέση ηλεκτρική ισχύ της A/G  
Capacity Factor : 19,71% Συντελεστής εκμετάλλευσης ονομαστ. ισχύος  
E<sub>m</sub>/E<sub>μηκ</sub> : 27,22% Αξιοποίηση μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική

Ορια μίτων (m/s)	f	f%	V <sub>x</sub> (m/s)	F	x	y	x <sup>2</sup>	y·x	V (m/s)	F(%) [Weibull]	Μέση. Αιολ. Ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]	Διαθέσ. Αιολ. Ενέργεια (Χωρίς αναταράξεις) [kWh/m <sup>2</sup> /year]	Διαθέσ. Αιολ. Ενέργεια (Με αναταράξεις) [kWh/m <sup>2</sup> /year]	Μηχανική Ισχύς A/G [KW]	Μηχανική Ενέργεια A/G [KWh/year]	Παραγ. Ηλεκτρ. Ενέργεια A/G (Whisper 500) [kWh/year]
0-1	824	9,41%	0-1	0,0941	0,0000	-2,315	0,000	0,000	0,50	10,432%	0,01	0,07	0,09	0,13	1,11	0,00
1-2	1328	15,16%	0-2	0,2457	0,6931	-1,266	0,480	-0,878	1,50	15,012%	0,31	2,72	3,57	4,94	43,23	0,00
2-3	1337	15,26%	0-3	0,3983	1,0986	-0,677	1,207	-0,744	2,50	15,500%	1,48	12,99	17,07	23,59	206,67	0,00
3-4	1269	14,49%	0-4	0,5432	1,3863	-0,244	1,922	-0,338	3,50	14,133%	3,71	32,51	42,70	59,03	517,07	183,23
4-5	1037	11,84%	0-5	0,6615	1,6094	0,080	2,590	0,129	4,50	11,948%	6,67	58,42	76,73	106,06	929,09	431,22
5-6	849	9,69%	0-6	0,7584	1,7918	0,351	3,210	0,629	5,50	9,562%	9,74	85,36	112,11	154,97	1357,51	600,56
6-7	636	7,26%	0-7	0,8311	1,9459	0,576	3,787	1,120	6,50	7,324%	12,32	107,92	141,76	195,94	1716,47	685,24
7-8	472	5,39%	0-8	0,8849	2,0794	0,771	4,324	1,604	7,50	5,408%	13,97	122,41	160,78	222,24	1946,82	697,79
8-9	334	3,81%	0-9	0,9231	2,1972	0,942	4,828	2,069	8,50	3,866%	14,54	127,40	167,34	231,31	2026,24	655,38
9-10	232	2,65%	0-10	0,9495	2,3026	1,094	5,302	2,519	9,50	2,686%	14,11	123,57	162,31	224,35	1965,29	569,68
10-11	160	1,83%	0-11	0,9678	2,3979	1,234	5,750	2,960	10,50	1,818%	12,89	112,92	148,32	205,02	1795,96	458,51
11-12	106	1,21%	0-12	0,9799	2,4849	1,363	6,175	3,387	11,50	1,201%	11,19	98,02	128,75	177,96	1558,94	336,61
12-13	64	0,73%	0-13	0,9872	2,5649	1,472	6,579	3,776	12,50	0,776%	9,28	81,32	106,82	147,65	1293,39	225,90
13-14	50	0,57%	0-14	0,9929	2,6391	1,600	6,965	4,221	13,50	0,491%	7,40	64,80	85,12	117,65	1030,66	141,91
14-15	23	0,26%	0-15	0,9955	2,7081	1,689	7,334	4,574	14,50	0,304%	5,68	49,79	65,40	90,40	791,92	85,41
15-16	19	0,22%	0-16	0,9977	2,7726	1,805	7,687	5,006	15,50	0,185%	4,22	37,01	48,61	67,19	588,60	49,36
16-17	9	0,10%	0-17	0,9987	2,8332	1,899	8,027	5,381	16,50	0,111%	3,05	26,68	36,08	48,44	424,31	27,80
17-18	4	0,05%	0-18	0,9992	2,8904	1,965	8,354	5,678	17,50	0,065%	2,13	18,69	24,56	33,94	297,33	15,17
18-19	4	0,05%	0-19	0,9997	2,9444	2,077	8,670	6,115	18,50	0,038%	1,46	12,76	16,76	23,16	202,91	8,05
19-20	3	0,03%	0-20	1,0000	2,9957	2,220	8,974	6,652	19,50	0,021%	0,97	8,49	11,16	15,42	135,09	4,13
20-21	0	0,00%	0-21	1,0000	3,0445	2,220	9,269	6,760	20,50	0,012%	0,63	5,52	7,26	10,03	87,85	2,01
21-22	0	0,00%	0-22	1,0000	3,0910	2,220	9,555	6,863	21,50	0,007%	0,40	3,51	4,62	6,38	55,88	0,93
22-23	0	0,00%	0-23	1,0000	3,1355	2,220	9,831	6,962	22,50	0,004%	0,25	2,19	2,87	3,97	34,81	0,40
23-24	0	0,00%	0-24	1,0000	3,1781	2,220	10,100	7,056	23,50	0,002%	0,15	1,34	1,76	2,43	21,25	0,16
<b>Σ</b>	<b>8760</b>	<b>100,00%</b>			<b>54,78</b>	<b>25,52</b>	<b>140,92</b>	<b>81,50</b>		<b>100,90%</b>	<b>136,58 W/m<sup>2</sup></b>	<b>1196,43 kWh/m<sup>2</sup>/year</b>	<b>1571,52 kWh/m<sup>2</sup>/year</b>	<b>2172,19 W</b>	<b>19028,41 kWh/year</b>	<b>5179,45 kWh/year</b>

## Ετήσια Διανομή Πυκνότητας Πιθανότητας Ανεμολογικών Μετρήσεων & Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Σε Υψόμετρο Ανεμογεννήτριας (Ηράκλειο, Κρήτης)

Ū : 3,53 m/s Μέση ταχύτητα ανέμου  
N : 8760 Πληθος μετρήσεων

Sv : 2,465 Τυπική Απόκλιση-Διασπορά μετρήσεων  
Cv : 0,69844 Συντελεστής μεταβολής των μετρήσεων

ρ : 1,225 kg/m<sup>3</sup> Η πυκνότητα του αέρα  
h<sub>1</sub> : 12,80 m Το υψόμετρο της ανεμογεννήτριας

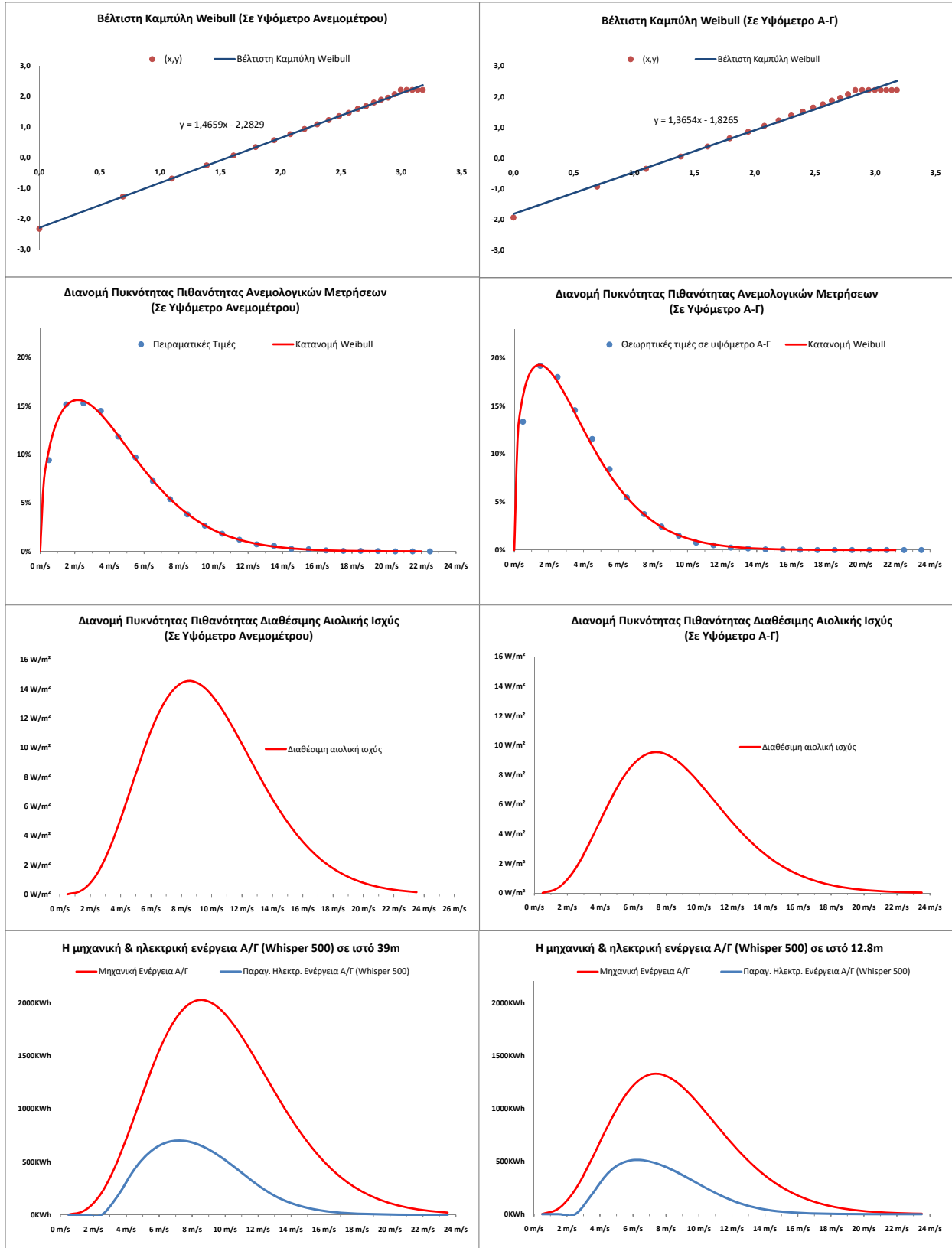
d<sub>r</sub> : 4,50 m Η διάμετρος της πτερωτής  
A<sub>r</sub> : 15,90 m<sup>2</sup> Η μεταπτική επιφάνεια του δρομέα

Σταθερές Καμπύλης Weibull :	A = -1,82654	B = 1,36536
Βέλτιστη Καμπύλη Weibull :	Y = -1,8265 + 1,3654X	
Σταθερές Διανομής Weibull :	C = 3,81053	k = 1,36536

V<sub>mean</sub> : 3,487 m/s Η μέση τιμή της κατανομής  
σ<sub>v</sub> : 1,127 Η διακύμανση της διανομής  
I : 0,323 Η ένταση της ανατάραξης  
Z<sub>0</sub> : 0,100 Η τραχύτητα του εδάφους

P<sub>AG</sub> : 3000,0 W Η ονομαστική ηλεκτρική ισχύ της A/G  
P<sub>mean</sub> : 391,8 W Η μέση ηλεκτρική ισχύ της A/G  
Capacity Factor : 13,06% Συντελεστής εκμετάλλευσης ονομαστ. ισχύος  
E<sub>m</sub>/E<sub>μηκ</sub> : 30,09% Αξιοποίηση μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική

Ορια μίτων (m/s)	f	f%	V <sub>x</sub> (m/s)	F	x	y	x <sup>2</sup>	y·x	V (m/s)	F(%) [Weibull]	Μέση. Αιολ. Ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]	Διαθέσ. Αιολ. Ενέργεια (Χωρίς αναταράξεις) [kWh/m <sup>2</sup> /year]	Διαθέσ. Αιολ. Ενέργεια (Με αναταράξεις) [kWh/m <sup>2</sup> /year]	Μηχανική Ισχύς A/G [W]	Μηχανική Ενέργεια A/G [KWh/year]	Παραγ. Ηλεκτρ. Ενέργεια A/G (Whisper 500) [kWh/year]
0-1	1170	13,36%	0-1	0,1336	0,0000	-1,942	0,000	0,000	0,50	16,028%	0,01	0,11	0,14	0,20	1,71	0,00
1-2	1679	19,17%	0-2	0,3252	0,6931	-0,933	0,480	-0,647	1,50	19,263%	0,40	3,49	4,58	6,33	55,48	0,00
2-3	1577	18,00%	0-3	0,5053	1,0986	-0,351	1,207	-0,386	2,50	17,503%	1,68	14,67	19,27	26,84	233,38	0,00
3-4	1275	14,55%	0-4	0,6508	1,3863	0,051	1,922	0,070	3,50	14,258%	3,74	32,80	43,08	59,55	521,68	184,86
4-5	1013	11,56%	0-5	0,7664	1,6094	0,375	2,590	0,603	4,50	10,855%	6,06	53,08	69,71	96,36	844,13	391,79
5-6	737	8,41%	0-6	0,8506	1,7918	0,642	3,210	1,151	5,50	7,865%	8,01	70,21	92,21	127,47	1116,65	494,00
6-7	479	5,47%	0-7	0,9053	1,9459	0,857	3,787	1,668	6,50	5,477%	9,21	80,71	106,00	146,53	1283,62	512,44
7-8	327	3,73%	0-8	0,9426	2,0794	1,050	4,324	2,183	7,50	3,690%	9,53	83,52	109,69	151,63	1328,29	476,09
8-9	214	2,44%	0-9	0,9670	2,1972	1,227	4,828	2,696	8,50	2,414%	9,08	79,56	104,49	144,45	1265,34	409,27
9-10	130	1,48%	0-10	0,9818	2,3026	1,389	5,302	3,197	9,50	1,540%	8,09	70,84	93,04	128,81	1126,62	326,57
10-11	67	0,76%	0-11	0,9895	2,3979	1,516	5,750	3,636	10,50	0,959%	6,80	59,59	78,27	108,19	947,75	241,96
11-12	43	0,49%	0-12	0,9944	2,4849	1,646	6,175	4,090	11,50	0,585%	5,45	47,75	62,71	86,68	759,36	163,96
12-13	22	0,25%	0-13	0,9969	2,5649	1,755	6,579	4,501	12,50	0,350%	4,18	36,66	48,15	66,56	583,04	101,83
13-14	14	0,16%	0-14	0,9985	2,6391	1,874	6,965	4,945	13,50	0,205%	3,09	27,10	35,60	49,21	431,07	59,35
14-15	6	0,07%	0-15	0,9992	2,7081	1,965	7,334	5,320	14,50	0,118%	2,21	19,37	25,44	35,17	308,08	33,23
15-16	5	0,06%	0-16	0,9998	2,7726	2,082	7,687	5,773	15,50	0,067%	1,53	13,42	17,63	24,37	213,51	17,90
16-17	2	0,02%	0-17	1,0000	2,8332	2,220	8,027	6,291	16,50	0,038%	1,03	9,05	11,88	16,42	143,86	9,43
17-18	0	0,00%	0-18	1,0000	2,8904	2,220	8,354	6,418	17,50	0,021%	0,68	5,94	7,80	10,78	94,45	4,82
18-19	0	0,00%	0-19	1,0000	2,9444	2,220	8,670	6,538	18,50	0,011%	0,43	3,81	5,00	6,91	60,54	2,40
19-20	0	0,00%	0-20	1,0000	2,9957	2,220	8,974	6,652	19,50	0,006%	0,27	2,39	3,13	4,33	37,94	1,16
20-21	0	0,00%	0-21	1,0000	3,0445	2,220	9,269	6,760	20,50	0,003%	0,17	1,46	1,92	2,66	23,28	0,53
21-22	0	0,00%	0-22	1,0000	3,0910	2,220	9,555	6,863	21,50	0,002%	0,10	0,88	1,16	1,60	14,01	0,23
22-23	0	0,00%	0-23	1,0000	3,1355	2,220	9,831	6,962	22,50	0,001%	0,06	0,52	0,68	0,94	8,27	0,10
23-24	0	0,00%	0-24	1,0000	3,1781	2,220	10,100	7,056	23,50	0,000%	0,03	0,30	0,40	0,55	4,80	0,04
<b>Σ</b>	<b>8760</b>	<b>100,00%</b>			<b>54,78</b>	<b>30,96</b>	<b>140,92</b>	<b>92,34</b>		<b>101,26%</b>	<b>81,87 W/m<sup>2</sup></b>	<b>717,22 kWh/m<sup>2</sup>/year</b>	<b>942,00 kWh/m<sup>2</sup>/year</b>	<b>1302,15 W</b>	<b>11406,83 kWh/year</b>	<b>3431,97 kWh/year</b>



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ' – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ  
ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**





### Definition of a geographical site

**Geographical Site**

**Iraklion**

**Country Greece**

File Iraklion.SIT of 08/11/10 18h02

**Situation**

Time defined as

Latitude 35.2°N  
 Legal Time Time zone UT+2

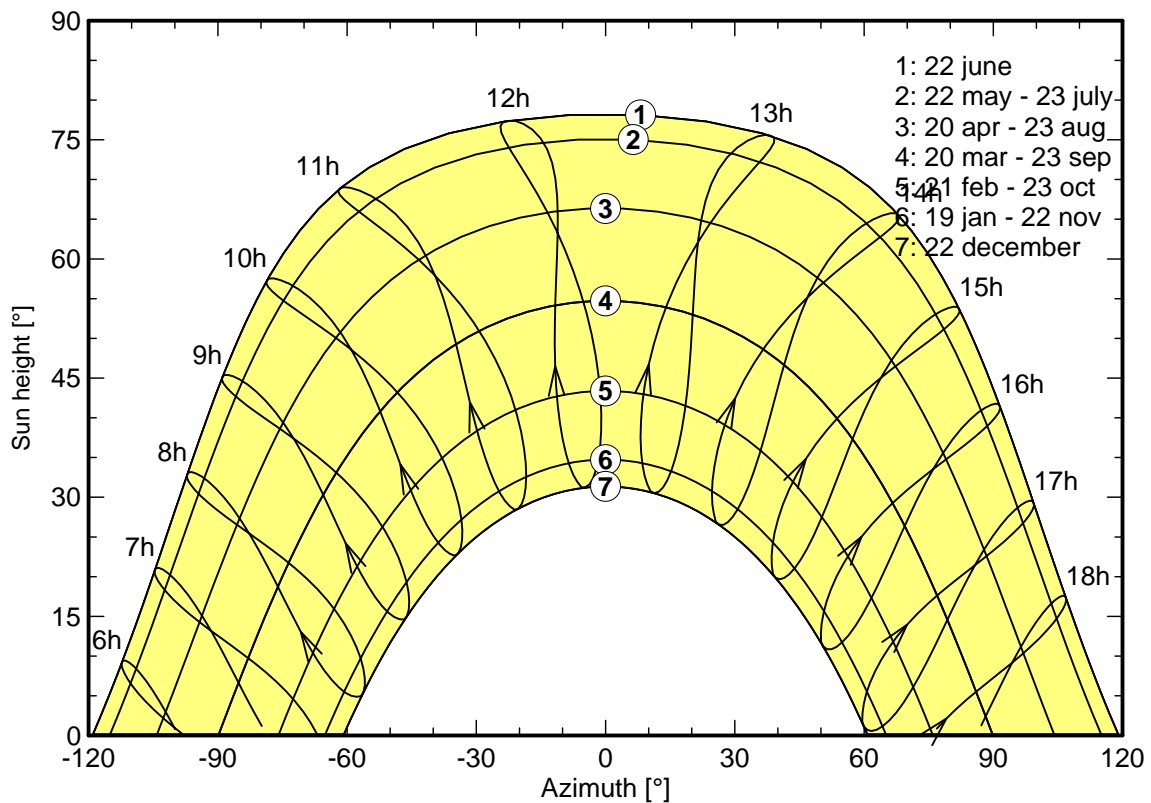
Longitude 25.1°E  
 Altitude 39 m

**Monthly Meteo Values**

Source Meteonorm, hourly values

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Hor. global	64.6	72.2	107.2	149.3	185.1	201.4	210.7	195.9	153.4	104.0	64.8	51.9	1560.6	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Hor. diffuse	37.1	44.9	63.5	81.1	88.3	82.3	78.2	82.2	59.7	52.5	37.1	33.2	740.0	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Extraterrestrial	157.6	183.2	255.7	299.2	344.1	346.4	351.6	324.0	268.2	221.5	164.5	144.5	3060.5	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Clearness Index	0.410	0.394	0.419	0.499	0.538	0.581	0.599	0.605	0.572	0.470	0.394	0.359	0.510	
Amb. temper.	12.0	12.2	13.6	16.6	20.3	24.3	26.1	25.9	23.5	19.9	16.6	13.8	18.7	°C
Wind velocity	4.8	5.1	4.7	4.0	3.1	3.3	4.5	4.6	3.9	3.9	4.2	4.8	4.2	m/s

### Solar paths at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)



### Hourly meteorological data

**Meteo data :** Iraklion, Meteororm SYN File (8-11-2010)

File Iraklion.MET of 08/11/10 18h03

**Data range**

**Situation**

Time defined as

Latitude 35.2°N  
 Legal Time Time zone UT+2

Longitude 25.1°E  
 Altitude 39 m

**Source file characteristics**

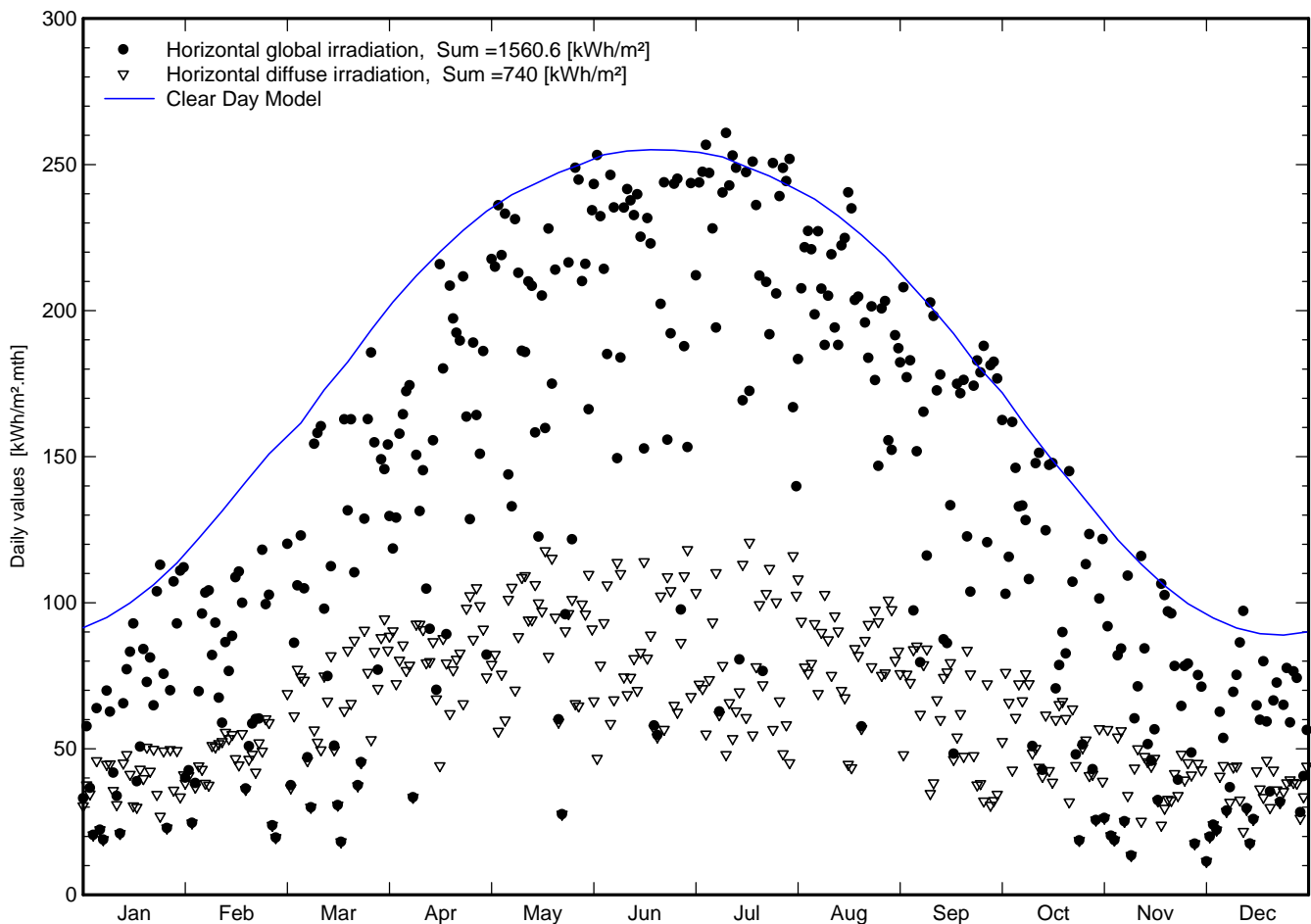
Synthetic Data generation

**Monthly Meteo Values**

Source Meteororm, hourly values

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Hor. global	64.6	72.2	107.2	149.3	185.1	201.4	210.7	195.9	153.4	104.0	64.8	51.9	1560.6	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Hor. diffuse	37.1	44.9	63.5	81.1	88.3	82.3	78.2	82.2	59.7	52.5	37.1	33.2	740.0	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Extraterrestrial	157.6	183.2	255.7	299.2	344.1	346.4	351.6	324.0	268.2	221.5	164.5	144.5	3060.5	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Clearness Index	0.410	0.394	0.419	0.499	0.538	0.581	0.599	0.605	0.572	0.470	0.394	0.359	0.510	
Amb. temper.	12.0	12.2	13.6	16.6	20.3	24.3	26.1	25.9	23.5	19.9	16.6	13.8	18.7	°C
Wind velocity	4.8	5.1	4.7	4.0	3.1	3.3	4.5	4.6	3.9	3.9	4.2	4.8	4.2	m/s

### Meteo for Iraklion, Reference year



### Horizon line at Iraklion

File Iraklion.HOR of 06/09/11 01h54

**Geographical Site**

**Iraklion**

**Country Greece**

**Situation**

Latitude 35.2°N

Longitude 25.1°E

Time defined as

Solar Time

Altitude 39 m

**Horizon**

Average Height 2.5°

Diffuse Factor 0.98

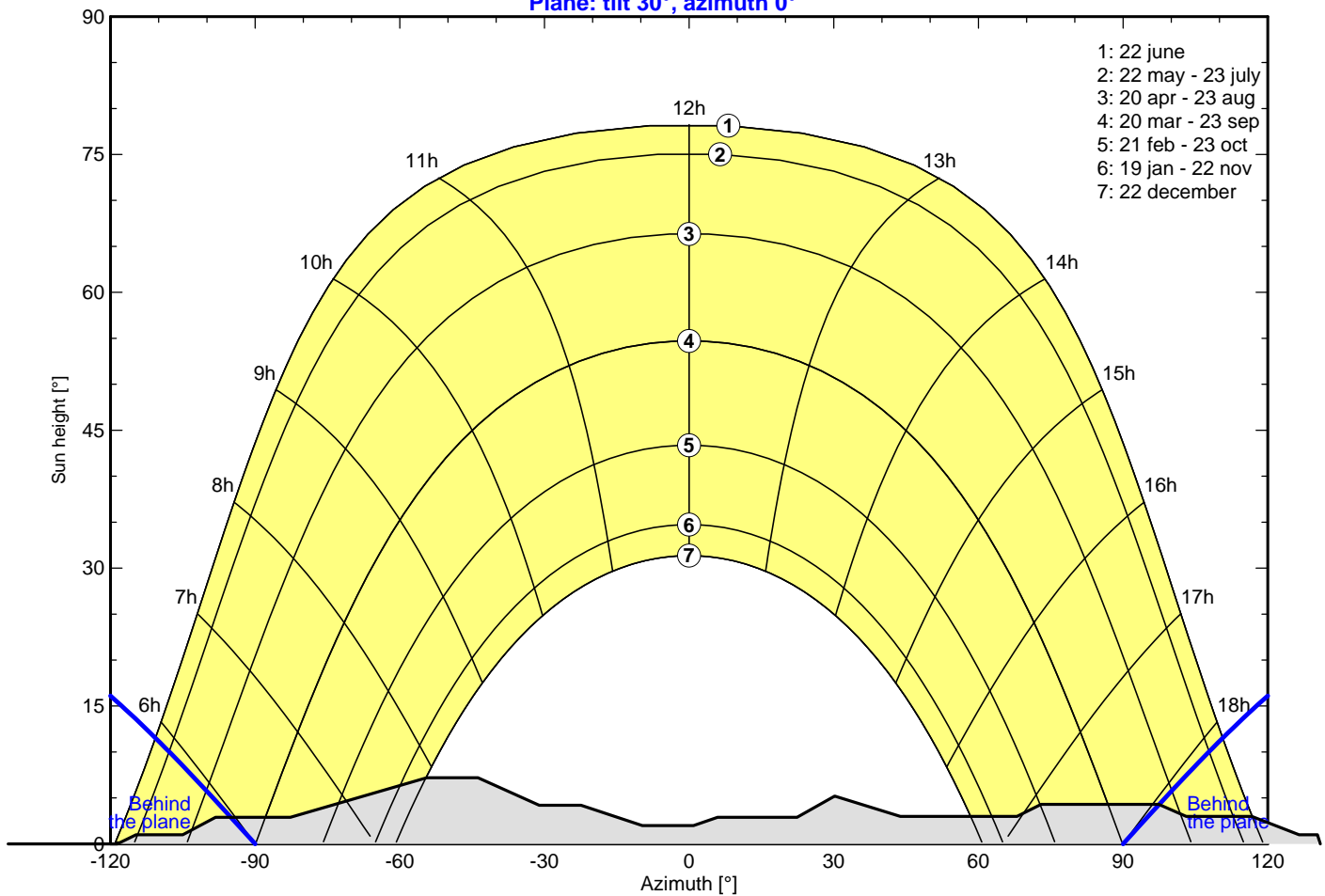
Albedo Factor 100 %

Albedo Fraction 0.81

Height [°]	0.0	0.0	1.0	1.0	2.9	2.9	7.2	7.2	4.2	4.2	2.0	2.0	2.9
Azimuth [°]	-180	-119	-115	-105	-98	-83	-54	-44	-31	-22	-10	1	6
Height [°]	2.9	5.2	3.0	3.0	4.3	4.3	3.0	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	
Azimuth [°]	22	30	44	68	73	97	103	117	127	151	156	180	

### Horizon line at Iraklion

Plane: tilt 30°, azimuth 0°



## Transposition Factors as function of the plane orientation

<b>Geographical Site</b>	<b>Iraklion</b>	<b>Country Greece</b>
<b>Situation</b>	Latitude 35.2°N	Longitude 25.1°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude 39 m

**Monthly Meteo Values** Source Meteonorm, hourly values

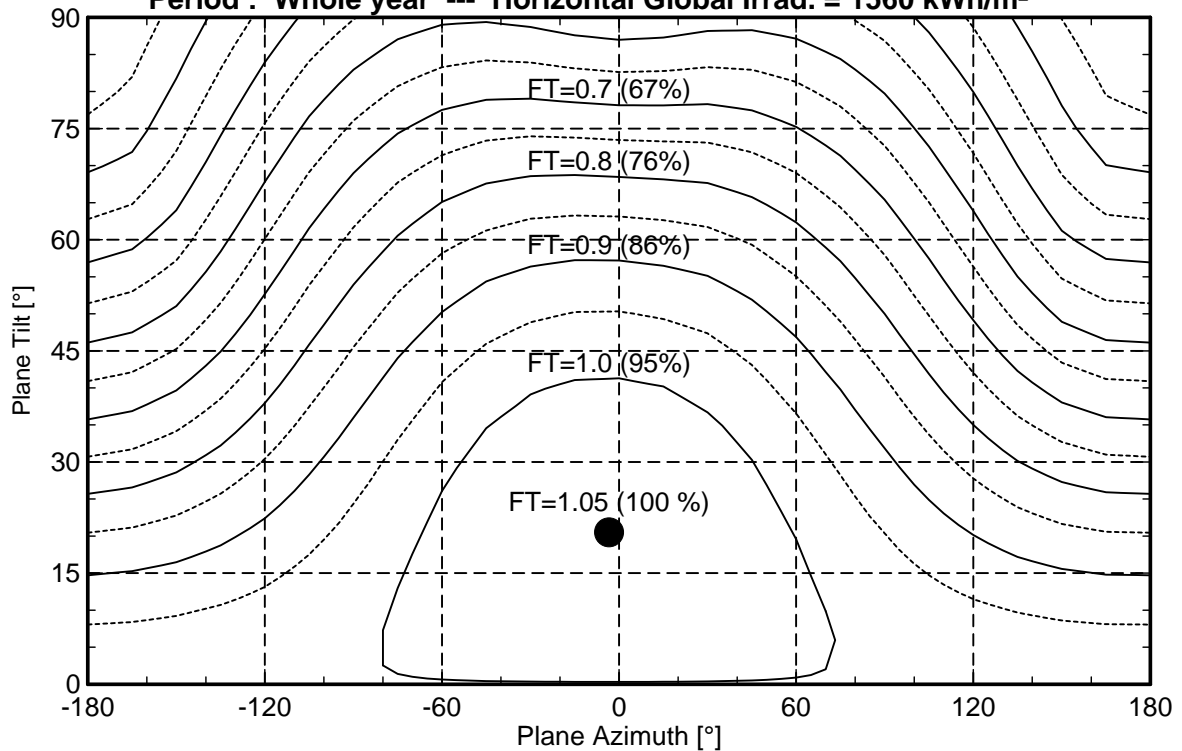
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Hor. global	64.6	72.1	107.1	149.2	185.0	201.4	210.7	195.8	153.3	104.0	64.6	51.8	1559.7	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Hor. diffuse	37.1	44.9	63.5	81.1	88.3	82.3	78.2	82.2	59.7	52.5	37.1	33.2	740.0	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Extraterrestrial	157.6	183.2	255.7	299.2	344.1	346.4	351.6	324.0	268.2	221.5	164.5	144.5	3060.5	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Clearness Index	0.410	0.394	0.419	0.499	0.538	0.581	0.599	0.604	0.572	0.470	0.393	0.359	0.510	
Amb. temper.	12.0	12.2	13.6	16.6	20.3	24.3	26.1	25.9	23.5	19.9	16.6	13.8	18.7	°C
Wind velocity	4.8	5.1	4.7	4.0	3.1	3.3	4.5	4.6	3.9	3.9	4.2	4.8	4.2	m/s

Source meteo file : Iraklion, Meteonorm SYN File (8-11-2010)  
 : Horizon line at Iraklion

<b>Horizon</b>	Average Height 2.5°	Diffuse Factor 0.99
	Albedo Factor 100 %	Albedo Fraction 0.97

### Transposition Factors for Iraklion, Average Horizon Height

Period : Whole year --- Horizontal Global Irrad. = 1560 kWh/m<sup>2</sup>



<b>Tracking planes :</b>	Tracking two axes :	TF = 1.36 ( 130 % of fixed plane's optimum)
	East-West horizontal axis :	TF = 1.11 ( 106 % of fixed plane's optimum)
	N-S axis, Tilt = Lat. - 10° :	TF = 1.33 ( 127 % of fixed plane's optimum)
	N-S axis, Tilt = Latitude :	TF = 1.32 ( 126 % of fixed plane's optimum)

## Transposition Factors as function of the plane orientation

**Geographical Site** **Iraklion** **Country** **Greece**

**Situation** Latitude 35.2°N Longitude 25.1°E  
 Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 39 m

**Monthly Meteo Values** Source Meteonorm, hourly values

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Hor. global	64.6	72.1	107.1	149.2	185.0	201.4	210.7	195.8	153.3	104.0	64.6	51.8	1559.7	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Hor. diffuse	37.1	44.9	63.5	81.1	88.3	82.3	78.2	82.2	59.7	52.5	37.1	33.2	740.0	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Extraterrestrial	157.6	183.2	255.7	299.2	344.1	346.4	351.6	324.0	268.2	221.5	164.5	144.5	3060.5	kWh/m <sup>2</sup> .mth
Clearness Index	0.410	0.394	0.419	0.499	0.538	0.581	0.599	0.604	0.572	0.470	0.393	0.359	0.510	
Amb. temper.	12.0	12.2	13.6	16.6	20.3	24.3	26.1	25.9	23.5	19.9	16.6	13.8	18.7	°C
Wind velocity	4.8	5.1	4.7	4.0	3.1	3.3	4.5	4.6	3.9	3.9	4.2	4.8	4.2	m/s

Source meteo file : Iraklion, Meteonorm SYN File (8-11-2010)

: Horizon line at Iraklion

**Horizon** Average Height 2.5° Diffuse Factor 0.99  
Albedo Factor 100 % Albedo Fraction 0.97

### Transposition Factors for Iraklion, Average Horizon Height

Tilt	Azimuth	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
0°	+/- 0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15°	+/- 0°	1.19	1.12	1.07	1.02	0.99	0.97	0.98	1.02	1.08	1.13	1.18	1.19	1.05
15°	+/- 30°	1.16	1.10	1.06	1.02	0.99	0.97	0.98	1.01	1.07	1.11	1.16	1.16	1.04
15°	+/- 60°	1.08	1.05	1.02	1.00	0.98	0.97	0.98	1.00	1.03	1.05	1.08	1.08	1.01
15°	+/- 90°	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
30°	+/- 0°	1.32	1.19	1.09	1.00	0.93	0.89	0.91	0.98	1.11	1.20	1.31	1.32	1.04
30°	+/- 30°	1.26	1.15	1.06	0.99	0.93	0.90	0.92	0.98	1.08	1.16	1.26	1.26	1.03
30°	+/- 60°	1.11	1.05	1.00	0.96	0.93	0.91	0.92	0.96	1.02	1.06	1.11	1.12	0.98
30°	+/- 90°	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92
45°	+/- 0°	1.38	1.20	1.05	0.93	0.83	0.78	0.80	0.89	1.08	1.21	1.37	1.39	0.98
45°	+/- 30°	1.30	1.15	1.02	0.92	0.84	0.80	0.82	0.90	1.04	1.15	1.29	1.31	0.97
45°	+/- 60°	1.10	1.02	0.95	0.90	0.85	0.83	0.84	0.88	0.96	1.02	1.10	1.10	0.92
45°	+/- 90°	0.85	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.83	0.84	0.84	0.86	0.87	0.86	0.84
60°	+/- 0°	1.36	1.15	0.97	0.82	0.70	0.63	0.65	0.77	0.98	1.16	1.35	1.38	0.88
60°	+/- 30°	1.27	1.09	0.94	0.82	0.72	0.67	0.68	0.78	0.95	1.09	1.26	1.29	0.87
60°	+/- 60°	1.03	0.94	0.86	0.80	0.75	0.72	0.73	0.78	0.87	0.95	1.04	1.04	0.83
60°	+/- 90°	0.76	0.77	0.75	0.75	0.74	0.73	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.78	0.75
90°	+/- 0°	1.13	0.90	0.68	0.50	0.37	0.29	0.30	0.42	0.65	0.87	1.12	1.17	0.57
90°	+/- 30°	1.02	0.83	0.66	0.53	0.43	0.37	0.39	0.48	0.65	0.81	1.01	1.06	0.58
90°	+/- 60°	0.78	0.71	0.62	0.56	0.51	0.48	0.48	0.53	0.62	0.71	0.80	0.81	0.58
90°	+/- 90°	0.55	0.57	0.54	0.54	0.53	0.52	0.51	0.53	0.54	0.57	0.58	0.57	0.54
Tracking	2-axis	1.56	1.40	1.28	1.26	1.29	1.30	1.32	1.34	1.43	1.48	1.59	1.55	1.36
Tracking	Axis=latit.	1.53	1.39	1.29	1.24	1.22	1.21	1.24	1.30	1.43	1.48	1.55	1.51	1.32

## Meteo computations in monthly values

**Geographical Site** **Iraklion** **Country** **Greece**

**Situation** Latitude 35.2°N Longitude 25.1°E  
Time defined as Solar Time Altitude 39 m

**Collector Plane Orientation** Tilt 30° Azimuth 0°

**Horizon / Far shadings** Average height 2.5°

**Incidence angle modifier** bo parameter 0.05 ASHRAE param: IAM = 1-bo (1/cos i - 1)

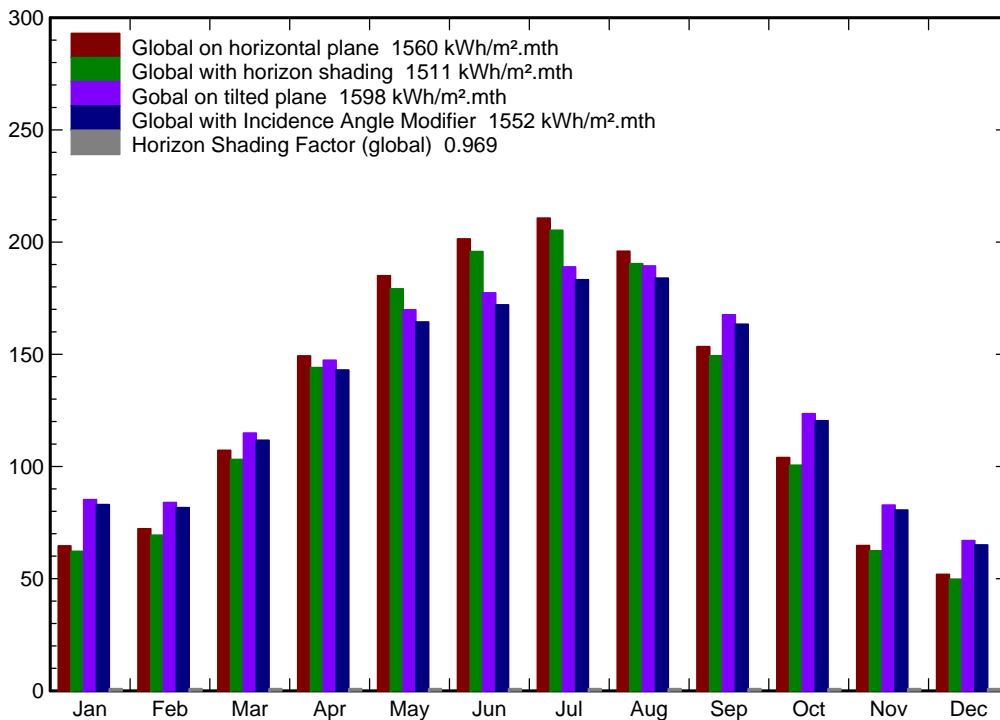
Monthly meteo at Iraklion, (Lat. 35.2°N, long. 25.1°E, alt. 39 m)

Plane: tilt 30°, azimuth 0°, bo (IAM)=0.05

	Horiz. Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horizon Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Tilted Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	IAM Glob kWh/m <sup>2</sup> .mth	Horiz GF	Tilt GF	IAM GF
January	64.6	62.2	85.2	83.0	0.963	1.370	0.973
February	72.2	69.4	83.9	81.6	0.961	1.210	0.972
March	107.2	103.1	114.9	111.7	0.962	1.115	0.972
April	149.3	144.0	147.3	143.0	0.965	1.023	0.971
May	185.0	179.2	169.8	164.4	0.968	0.948	0.968
June	201.4	195.8	177.4	172.0	0.972	0.906	0.970
July	210.7	205.3	188.9	183.2	0.974	0.920	0.970
August	195.9	190.4	189.3	183.9	0.972	0.995	0.971
September	153.4	149.3	167.6	163.4	0.974	1.122	0.975
October	104.0	100.6	123.5	120.4	0.967	1.228	0.975
November	64.8	62.4	82.8	80.6	0.963	1.327	0.974
December	51.9	49.8	66.9	65.1	0.959	1.344	0.972
Year	1560.3	1511.4	1597.7	1552.3	0.969	1.057	0.972

Legends:

- Horiz. Glob Global on horizontal plane
- Horizon Glob Global with horizon shading
- Tilted Glob Gobal on tilted plane
- IAM Glob Global with Incidence Angle Modifier
- Horiz GF Horizon Shading Factor (global)
- Tilt GF Tilt Factor (global)
- IAM GF Incidence Angle Modifier (global)



## Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Conergy, Power Plus 230 P**

Availability : Prod. from 2007

Data source : Manufacturer 2009

<b>STC power (manufacturer)</b>	<b>Pnom</b>	<b>230 Wp</b>	<b>Technology</b>		<b>Si-poly</b>
Module size (W x L)	0.986 x 1.651	m <sup>2</sup>	Rough module area	Amodule	1.63 m <sup>2</sup>
Number of cells	1 x 60		Sensitive area (cells)	Acells	N/A m <sup>2</sup>

**Specifications for the model (manufacturer or measurement data)**

Reference temperature	TRef	25 °C	Reference irradiance	GRef	1000 W/m <sup>2</sup>
Open circuit voltage	Voc	36.7 V	Short-circuit current	Isc	8.34 A
Max. power point voltage	Vmpp	29.5 V	Max. power point current	Impp	7.82 A
=> maximum power	Pmpp	231.0 W	Isc temperature coefficient	mulsc	4.2 mA/°C

**One-diode model parameters**

Shunt resistance	Rshunt	300 ohm	Diode saturation current	IoRef	183 nA
Serie resistance	Rserie	0.12 ohm	Voc temp. coefficient	MuVoc	-122 mV/°C
			Diode quality factor	Gamma	1.35
Specified Pmax temper. coeff.	muPMaxR	-0.45 %/°C	Diode factor temper. coeff.	muGamma	-0.001 1/°C

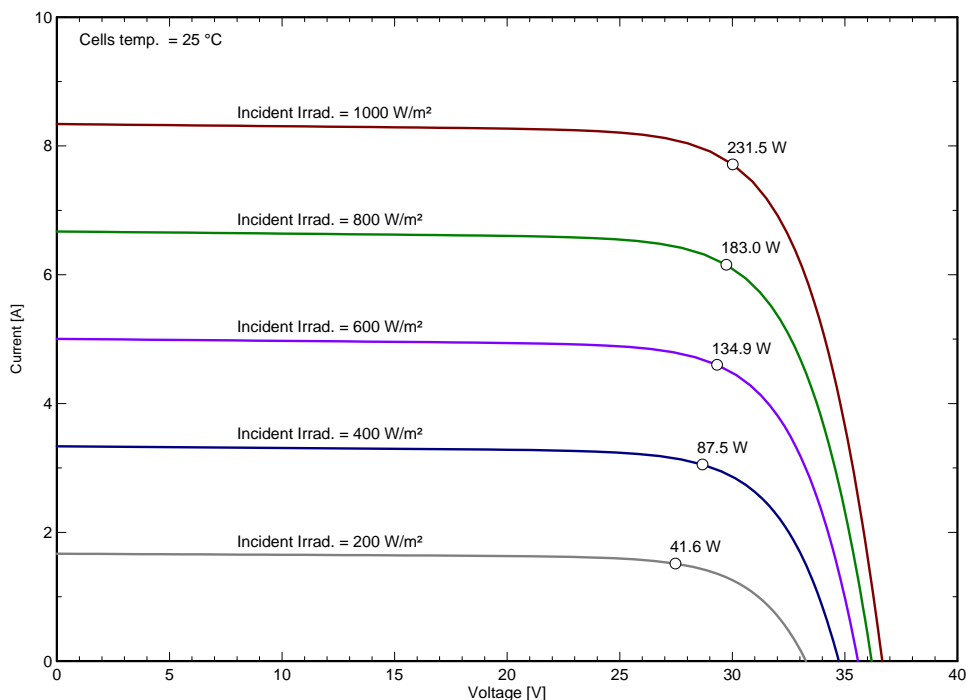
**Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch**

Reverse characteristics (dark)	BRev	3.20 mA/V <sup>2</sup>	(quadratic factor (per cell))	
Number of by-pass diodes per module		3	Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V

**Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m<sup>2</sup>, AM=1.5)**

Max. power point voltage	Vmpp	30.0 V	Max. power point current	Impp	7.71 A
Maximum power	Pmpp	231.5 Wc	Power temper. coefficient	muPmpp	-0.45 %/°C
Efficiency(/ Module area)	Eff_mod	14.2 %	Fill factor	FF	0.757
Efficiency(/ Cells area)	Eff_cells	N/A %			

**PV module: Conergy, Power Plus 230 P**





### Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Conergy, Power Plus 230 P**

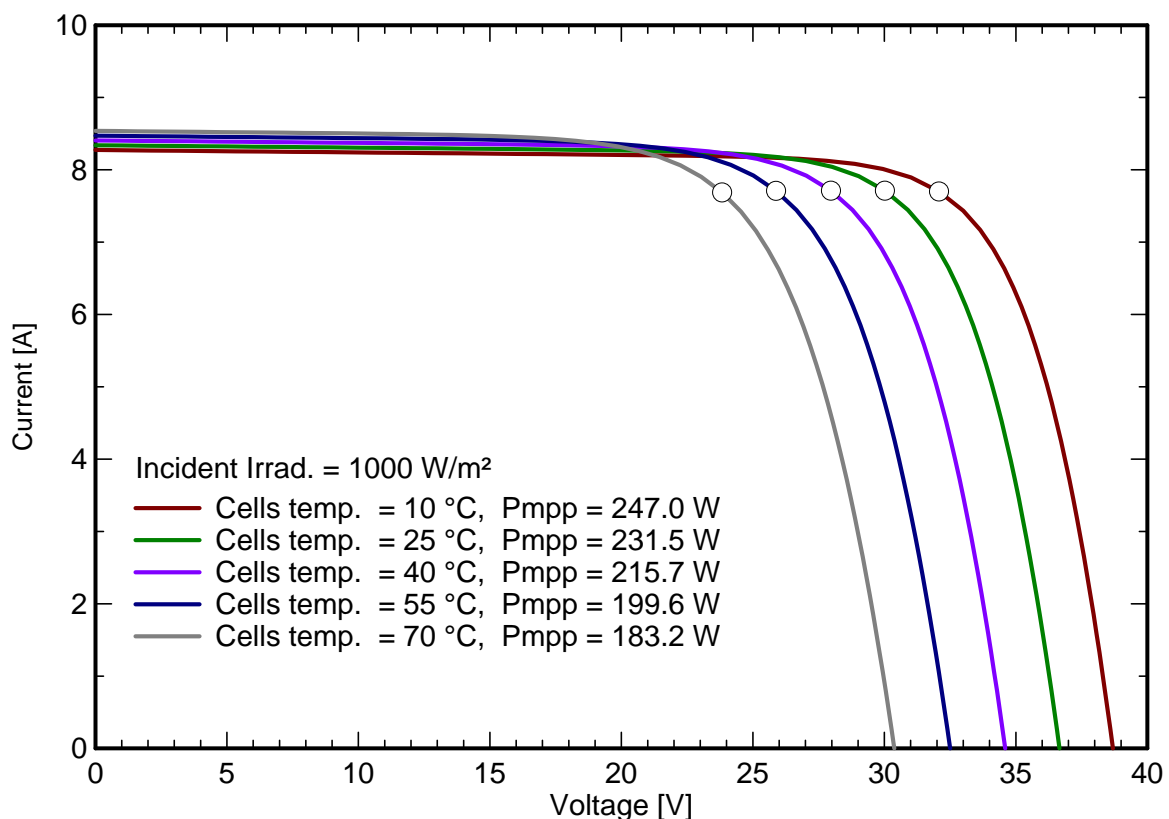
Availability : Prod. from 2007

Data source : Manufacturer 2009

<b>STC power (manufacturer)</b>	<b>Pnom</b>	<b>230 Wp</b>	<b>Technology</b>	<b>Si-poly</b>
Module size (W x L)	0.986 x 1.651 m <sup>2</sup>		Rough module area	Amodule 1.63 m <sup>2</sup>
Number of cells	1 x 60		Sensitive area (cells)	Acells N/A m <sup>2</sup>
<b>Specifications for the model (manufacturer or measurement data)</b>				
Reference temperature	TRef	25 °C	Reference irradiance	GRef 1000 W/m <sup>2</sup>
Open circuit voltage	Voc	36.7 V	Short-circuit current	Isc 8.34 A
Max. power point voltage	Vmpp	29.5 V	Max. power point current	Impp 7.82 A
=> maximum power	Pmpp	231.0 W	Isc temperature coefficient	mulsc 4.4 mA/°C
<b>One-diode model parameters</b>				
Shunt resistance	Rshunt	300 ohm	Diode saturation current	IoRef 183 nA
Serie resistance	Rserie	0.12 ohm	Voc temp. coefficient	MuVoc -122 mV/°C
			Diode quality factor	Gamma 1.35
Specified Pmax temper. coeff.	muPMaxR	-0.45 %/°C	Diode factor temper. coeff.	muGamma -0.001 1/°C

<b>Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m<sup>2</sup>, AM=1.5)</b>				
Max. power point voltage	Vmpp	30.0 V	Max. power point current	Impp 7.71 A
Maximum power	Pmpp	231.5 Wc	Power temper. coefficient	muPmpp -0.45 %/°C
Efficiency(/ Module area)	Eff_mod	14.2 %	Fill factor	FF 0.757
Efficiency(/ Cells area)	Eff_cells	N/A %		

### PV module: Conergy, Power Plus 230 P



### Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Conergy, Power Plus 230 P**

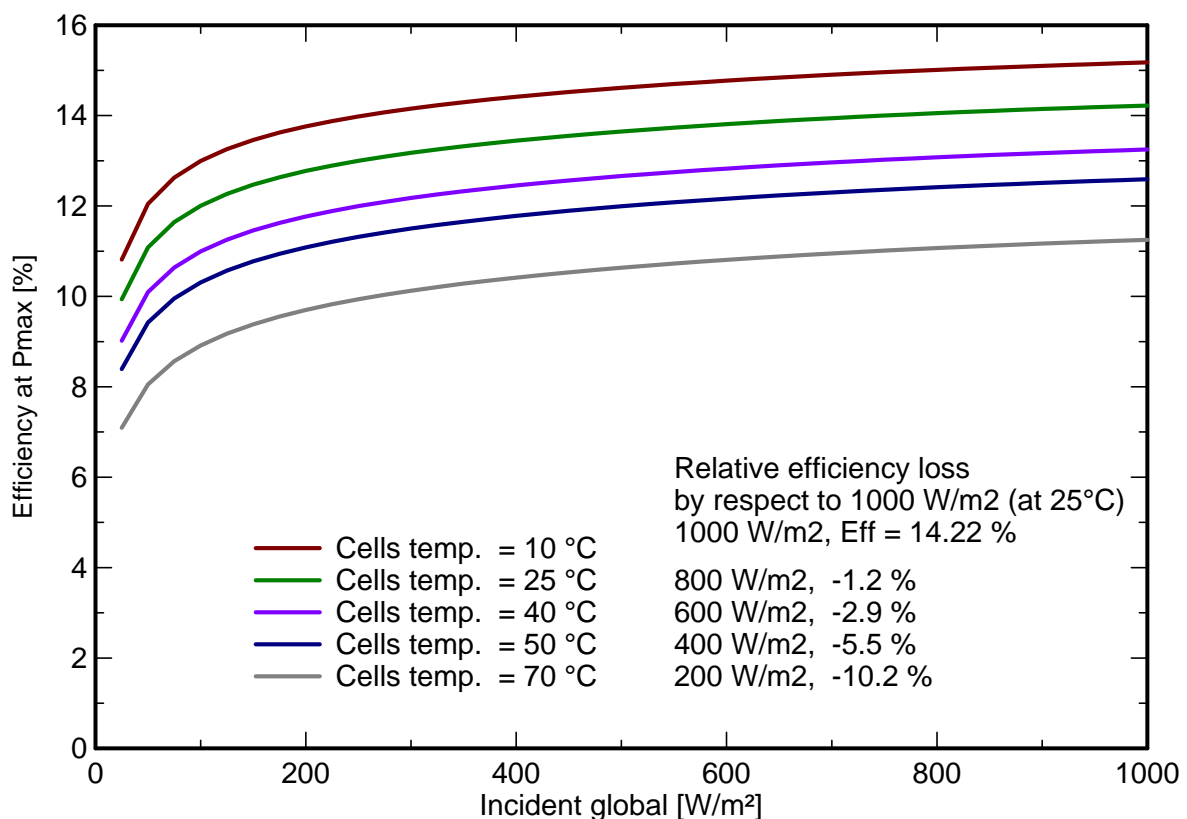
Availability : Prod. from 2007

Data source : Manufacturer 2009

<b>STC power (manufacturer)</b>	<b>Pnom</b>	<b>230 Wp</b>	<b>Technology</b>	<b>Si-poly</b>
Module size (W x L)	0.986 x 1.651 m <sup>2</sup>		Rough module area	Amodule 1.63 m <sup>2</sup>
Number of cells	1 x 60		Sensitive area (cells)	Acells N/A m <sup>2</sup>
<b>Specifications for the model (manufacturer or measurement data)</b>				
Reference temperature	TRef	25 °C	Reference irradiance	GRef 1000 W/m <sup>2</sup>
Open circuit voltage	Voc	36.7 V	Short-circuit current	Isc 8.34 A
Max. power point voltage	Vmpp	29.5 V	Max. power point current	Impp 7.82 A
=> maximum power	Pmpp	231.0 W	Isc temperature coefficient	mulsc 4.4 mA/°C
<b>One-diode model parameters</b>				
Shunt resistance	Rshunt	300 ohm	Diode saturation current	IoRef 183 nA
Serie resistance	Rserie	0.12 ohm	Voc temp. coefficient	MuVoc -122 mV/°C
			Diode quality factor	Gamma 1.35
Specified Pmax temper. coeff.	muPMaxR	-0.45 %/°C	Diode factor temper. coeff.	muGamma -0.001 1/°C

<b>Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m<sup>2</sup>, AM=1.5)</b>				
Max. power point voltage	Vmpp	30.0 V	Max. power point current	Impp 7.71 A
Maximum power	Pmpp	231.5 Wc	Power temper. coefficient	muPmpp -0.45 %/°C
Efficiency(/ Module area)	Eff_mod	14.2 %	Fill factor	FF 0.757
Efficiency(/ Cells area)	Eff_cells	N/A %		

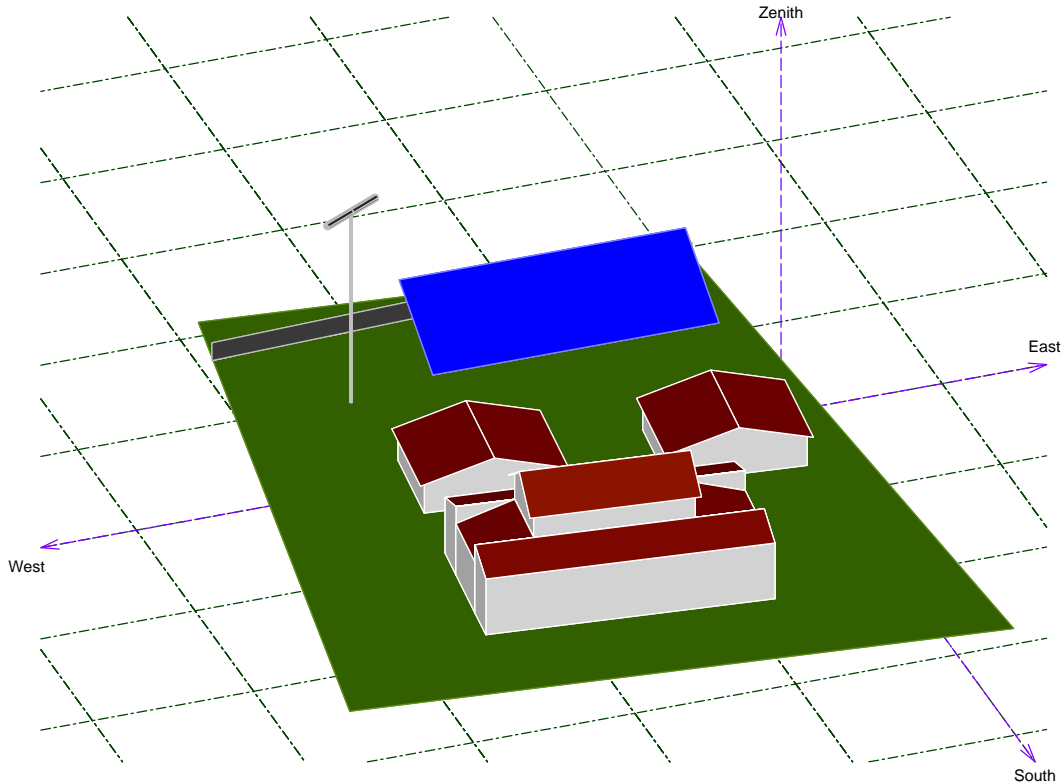
### PV module: Conergy, Power Plus 230 P



## Near Shadings definition

<b>Near Shadings :</b>	New shading scene		
<b>Geographical Site</b>	<b>Iraklion</b>	<b>Country</b>	<b>Greece</b>
<b>Defined active PV fields</b>	pv array (4 x 18)	area	117 m <sup>2</sup>
Orientation:	Tilt 30°	Azimuth	0°
Constant shading factors	Diffuse Factor 0.973	Albedo Factor	0.487

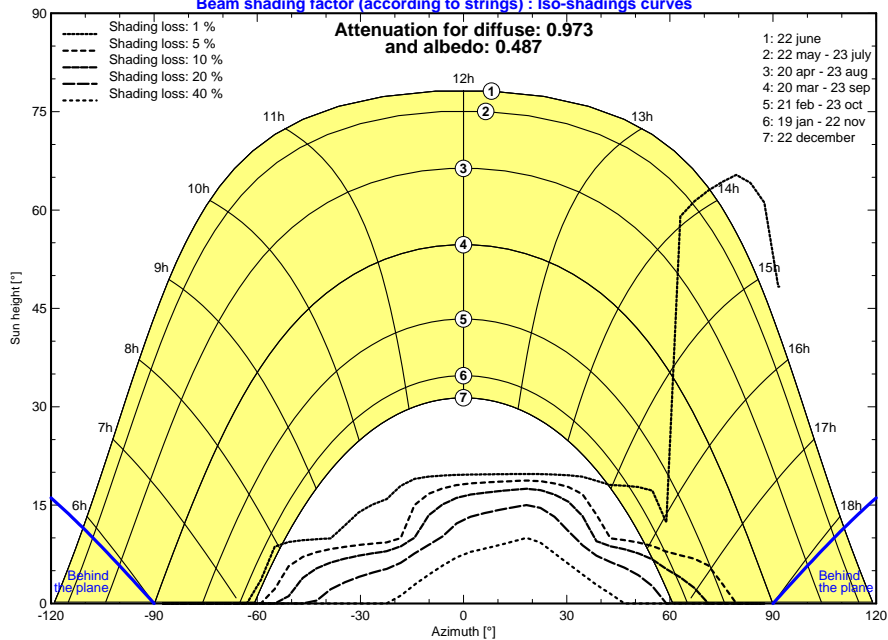
### Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



### Iso-shadings diagram

Grid-Connected Project at Iraklion: New shading scene

Beam shading factor (according to strings) : Iso-shadings curves



Παυλίδης Ηλίας  
Τηλ.: +30 6945 686251  
E-Mail: eliaspav@hotmail.com

Παυλίδης Ηλίας • Τηλ.: +30 6945 686251 • E-Mail: eliaspav@hotmail.com

**Όνομα εργασίας:** **Αυτόνομη Εξοχική** **Τοποθεσία: Greece / Crete**  
**Αριθμός εργασίας:**  
**Αρχείο έργου:** Αυτόνομη Εξοχική Κατοικία Τάση δικτύου (δηλ. τάση στο σημείο

#### **Επιτήρηση συστήματος Τμηματική εργασία**

##### **72 x Conergy PowerPlus 230P (Φ/Β γεννήτρια 1)**

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Μέγιστη ισχύς: 16,56 kW

##### **Μετατροπείς:**

3 x SB 5000TL-20 (Αποδοτικότητα μετατροπέα: 96,2 %)

#### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	72	Συντ.ενεργ. χρήσης:	100,0 %
Μέγιστη ισχύς:	16,56 kWp	Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση)*:	85,6 %
Αριθμός μετατροπέων:	3	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)*:	1484 kWh/kWp
Ονομαστική ισχύς AC:	13,80 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	1,18 %
Ετήσια απόδοση ενέργειας (κατά προσέγγιση)*:	24581,40 kWh	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	0,00 VA

#### **Σημειώσεις:**

Version: 2.00.4.R

#### **Υπογραφή**

Σημαντικό: οι προβαλλόμενες τιμές απόδοσης είναι τιμές κατ' εκτίμηση. Προσδιορίζονται με μαθηματικό υπολογισμό. Η εταιρεία SMA Solar Technology AG δεν αναλαμβάνει καμία ευθύνη για την πραγματική τιμή απόδοσης που μπορεί να διαφέρει από τις τιμές απόδοσης που προβάλλονται εδώ. Λόγοι για τυχόν αποκλίσεις είναι διάφορες εξωτερικές περιστάσεις, π. χ. ακαθαρσίες στις φωτοβολταϊκές μονάδες ή διακυμάνσεις των βαθμών απόδοσης των φ/β μονάδων.

# Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας:** Αυτόνομη Εξοχική  
Αριθμός εργασίας:  
Αρχείο έργου: Αυτόνομη Εξοχική Κατοικία

**Τοποθεσία:** Greece / Crete

**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -10,00 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 25,00 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 50,00 °C

## Τμηματική εργασία

### Επιτήρηση συστήματος

**Μετατροπείς:** 3 x SB 5000TL-20

#### Φ/Β δομοσ.:

##### A: (Φ/Β γεννήτρια 1)

Copergy

PowerPlus 230P

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °

Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

##### B: (Φ/Β γεννήτρια 1)


Copergy

PowerPlus 230P

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °

Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Μέγιστη ισχύς:	16,56 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	72
Αριθμός μετατροπέων:	3
Μέγ. ισχύς DC:	5,30 kW
Μέγ. ισχύς AC:	5,00 kW
Τάση δικτύου (δηλ. τάση στο σημείο τροφοδοσίας):	230 V
Λόγος ονομ. ισχύος:	96,0 % 









Φ/Β γεννήτρια:

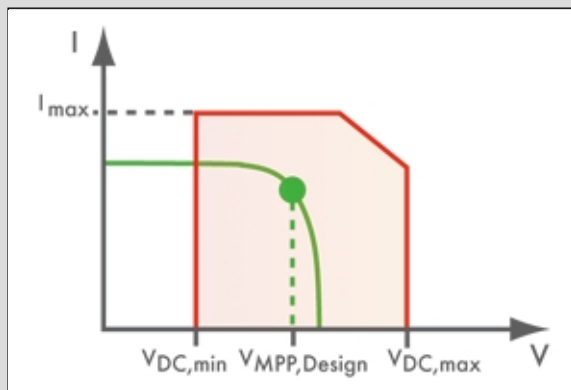
#### Είσοδος A:

Φ/Β γεννήτρια 1

#### Είσοδος B:

Φ/Β γεννήτρια 1

Αριθμός στοιχειοσειρών:	1	1
Αρ. φ/β μονάδων (είσοδος):	12	12
Μέγιστη ισχύς (είσοδος):	2,76 kWp	2,76 kWp
Ελάχ. φ/β τάση:	287 V 	287 V 
Χαρακτηριστική φ/β τάση:	331 V 	331 V 
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	125 V	125 V
Μέγ. φ/β τάση:	493 V 	493 V 
Μέγ. τάση DC (Μετατροπέας):	550 V	550 V
Μεγ. ρεύμα φ/β γεννήτρ.:	7,8 A 	7,8 A 
Μέγ. ρεύμα DC:	15,0 A	15,0 A



#### Υπό συνθήκες συμβατ. φ/β-μετ.

Συμβατότητα φωτοβολταϊκής γεννήτριας και τύπου μετατροπέα μόνο υπό προϋποθέσεις, επειδή η διαστασιολόγηση του μετατροπέα για το συγκεκριμένο συνδυασμό είναι ανεπαρκής (< 100 %).

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ  
ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**





# Whisper 500

## Serious Power from a Medium Sized Small Wind Turbine

The Whisper 500 can produce enough energy to power an entire home. Assuming a 12 mph (5.4 m/s) wind, a Whisper 500 will produce as much as 500 kWh per month. That is enough energy to power the average California home.

- 5 year warranty
- Durable composite blades
- Powder coated steel body
- Includes Whisper Controller with diversion load and display
- Angle-governor protects blades and allows maximum output in any wind

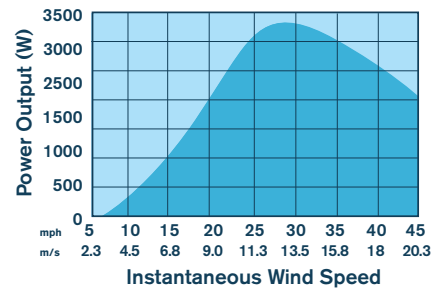


Made in the USA

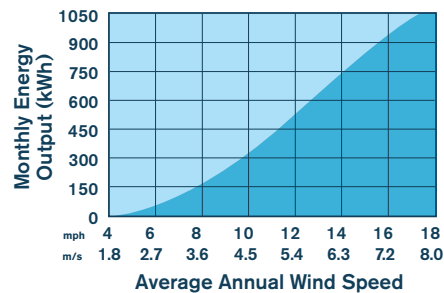
### Technical Specifications

<b>Rotor Diameter</b>	15 feet (4.5 m)
<b>Weight</b>	155 lb (70 kg)
<b>Shipping Dimensions</b>	Box 1 (body): 36 x 25 x 32 in (914 x 635 x 812 mm) 295 lb (133.8 kg)
	Box 2 (blades): 88 x 12 x 6 in (2235 x 305 x 152 mm) 38 lb (17.2 kg)
	Box 3 (controller): 22 x 15 x 10 in (559 x 381 x 254 mm) 75 lb (35 kg)
<b>Mount</b>	5 in schedule 40 (12.7 cm) pipe
<b>Start-Up Wind Speed</b>	7.5 mph (3.4 m/s)
<b>Voltage</b>	24, 36, 48 VDC (high voltage avail.)
<b>Rated Power</b>	3000 watts at 24 mph (10.5 m/s)
<b>Peak Power</b>	3200 watts at 27 mph (12 m/s)
<b>Turbine Controller</b>	Whisper Charge Controller (included)
<b>Body</b>	Welded steel; powder coated protection (not marine grade)
<b>Blades</b>	2-Carbon reinforced fiberglass
<b>Overspeed Protection</b>	Side-furling
<b>Kilowatt Hours/Month</b>	538 kWh/mo at 12 mph (5.4 m/s)
<b>Survival Wind Speed</b>	120 mph (55 m/s)
<b>Warranty</b>	5 year limited warranty

### POWER



### MONTHLY ENERGY



**FIVE YEAR WARRANTY**

### Southwest Windpower

1801 W. Route 66  
Flagstaff, AZ 86001 USA

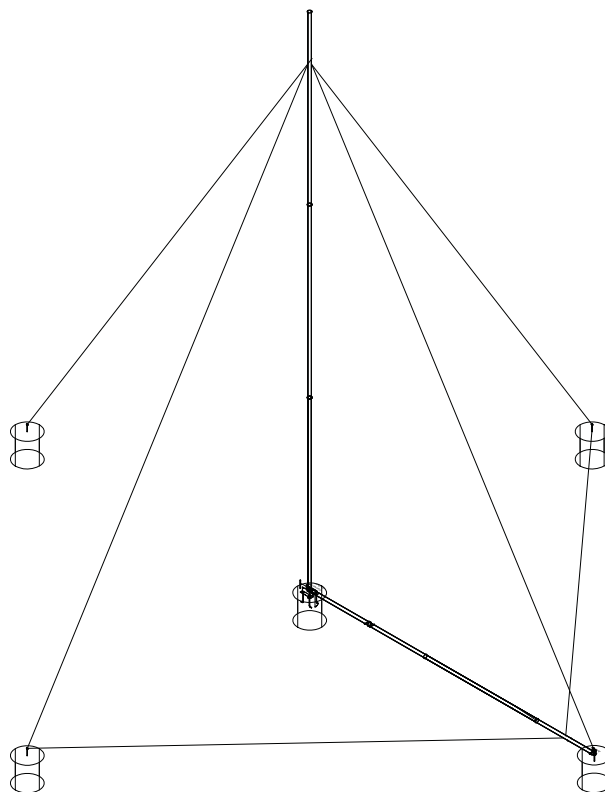
928.779.9463  
www.windenergy.com

Makers of Skystream 3.7® / AIR / Whisper

Printed on recycled paper using vegetable inks.



**WHISPER 42 FOOT (13 Meter) TOWER KIT  
for SKYSTREAM 3.7® AND WHISPER 500 WIND TURBINE**



**Made in the USA by:  
SOUTHWEST WINDPOWER, INC.  
1801 Route 66  
Flagstaff, AZ 86001  
(928) 779-9463**

**Tower Kit Parts List  
GP3-13K4 (42 Ft/ 13 m)**

**Your tower kit includes:**

QUANTITY	PART NO.	PART DESCRIPTION
2	3-CMBP-1334	BASE PLATE
4	3-CMBP-1268-01	GUY TAB-PUNCHED (30°) (3 Holes - For Tower)
2	3-CMBP-1268-02	GUY TAB-PUNCHED (45°) (2 Holes - For Gin-Pole)
1	3-CMBP-1265	LINK—GIN POLE TO 1 TURNBUCKLE
2	3-CMBP-1266	LINK—GIN POLE TO ANCHOR EYEBOLT
5	3-HDBT-1005-407	SIDE GUY TAB BOLT -- 5/8 - 11 X 7 1/2" GR5 ZINC
3	3-HDBT-1005-408	HEX HEAD BOLT--7/8-9 X 8 GR 5 ZINC
1	3-HDBT-1005-395	HEX HEAD BOLT -- 7/8-9 X 3 GR 5 ZINC
5	3-HDNT-103-21	NYLOCK HEX NUT--5/8-11 GR 5 ZINC
4	3-HDNT-103-25	NYLOCK HEX NUT--7/8-9 GR 5 ZINC
4	3-HDBT-9002	ANCHOR BOLT FOR BASE ANGLES--3/4 X 18 GALVANIZED
4	3-HDWA-103-15	3/4" SPLIT LOCK WASHER FOR BASE ANCHOR BOLTS
12	3-CAOT-1208-06	THIMBLE --5/16 HEAVY DUTY
44	3-CAOT-1209-05	WIRE ROPE CLIP --5/16 DROP FORGED STEEL
4	3-CAOT-1102	TURNBUCKLE -- 5/8 X 9 EYE & AJW DROP FORGED
300	3-CAOT-1207-08	GUY WIRE--5/16"
2	3-CMBP-1269	TUBE SPACER FOR BASE ANGLE LOCATION
3	3-CAOT-1115	SHACKLE--2 TON, SIZE 1/2"
3	3-CMBP-1323	TOWER COUPLER
27	3-HDBT-1020-246	1/2" - 13 X 1 1/2" CARRIAGE BOLT
27	3-HDNT-103-17	1/2" - 13 X 1 1/2" NUT
27	3-HDWA-106-12	1/2" FLAT WASHER

**Items NOT Included in This Kit:**

Description	Quantity
Tower Adaptor (2-TWS-100) (for Skystream 3.7 install only)	1
5" Schedule 40 Steel Pipe	3 x 21' (6.4m)
3/4" x 12 inch Forged eyebolt for anchor	2
3/4" x 8 inch Forged eyebolt for anchor	2
Copper ground rod	1
Ground Wire	10 ft
Rope for tower lift line (8000 lbs min. breaking strength)	60 ft
Rope for gin pole lift line & ladder side support (4000 lbs min. breaking strength)	130 ft
Pulley for tower lift line (min. 4500 lbs rating)	1
Pulley for gin pole lift line (min. 3000 lbs rating)	1

Description	Quantity
10 ft ladder rated for 250lbs Concrete (2500 psi rating) Rebar –various sizes and lengths. Wood blocks, bricks to lift pipe 7” above ground level Sledgehammer Heavy duty ½” drill Heavy-duty leather gloves Safety glasses Grease to slide pipe inserts into place Metal file to remove excess metal on pipe edges	1 4.5 yd <sup>3</sup> (0.9/anchor) See Anchor Details

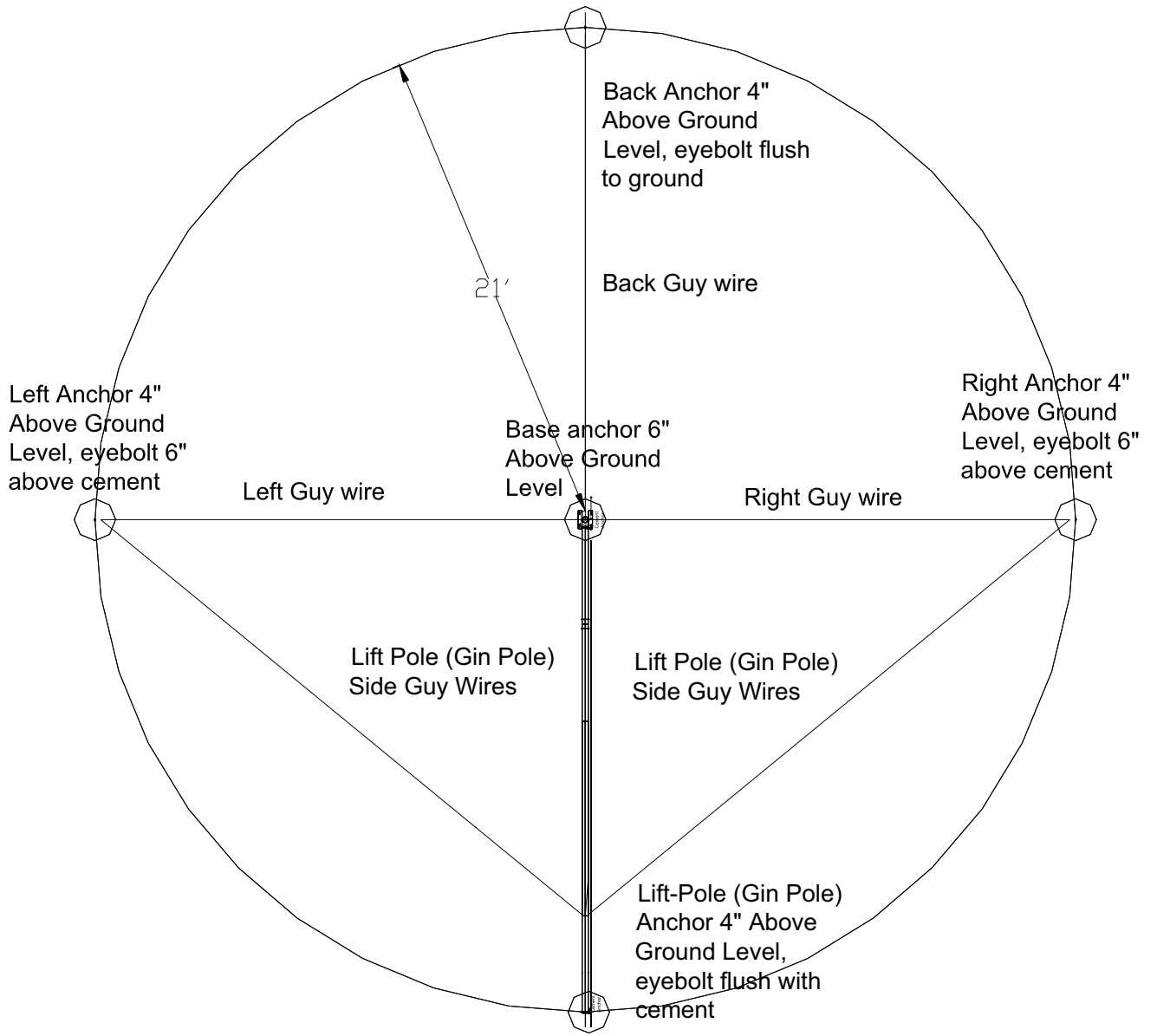
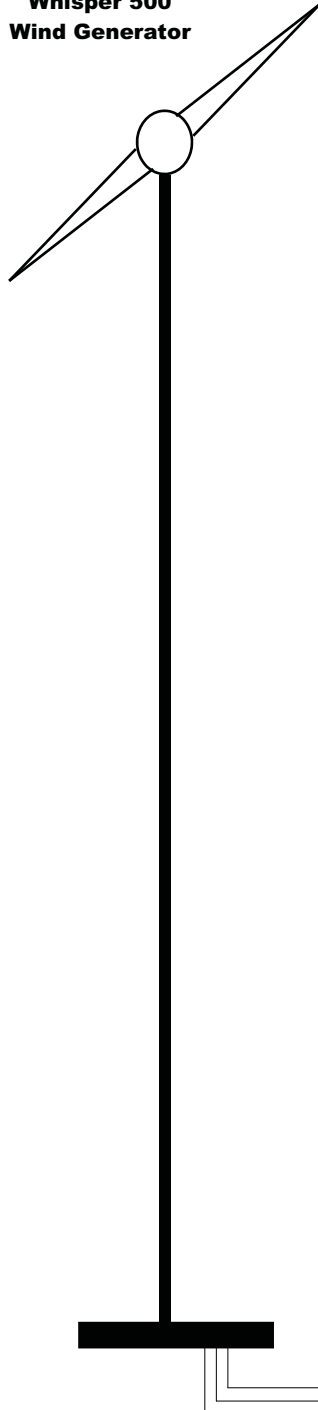


Figure 2: Birdseye View

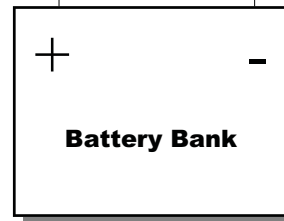
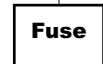
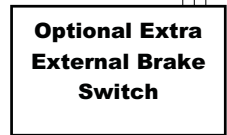
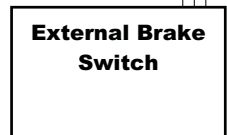
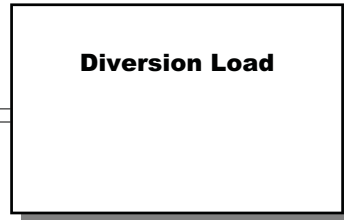
### Whisper 500 Battery Charging Schematic

You will need to make the electrical connections as shown below.

**Whisper 500  
Wind Generator**



Note: Size the DC wire between the Whisper Controller and Diversion Load using the "DC Wire Size Table" on page XX



Note: Size the three phase wire between the turbine and Whisper Controller using the "Wire Size: Mast top to Whisper Controller table on page XX



CONERGY

# Conergy PowerPlus 200P–230P

Conergy PowerPlus modules stand for reliably high yields and long service life. They are wholly developed and manufactured in our factory in Frankfurt (Oder). The fully automated manufacturing process ensures that the quality of the modules remains consistently high. Thanks to the low performance tolerance, more electricity is produced throughout the operational life of the system. This benefit is reinforced on our particularly high-performance modules thanks to the positive performance tolerance. In addition, comprehensive product and efficiency warranties guarantee a secure investment.



## 5 benefits for the system operator:

- | Reliably high yields thanks to high-performance modules
- | Higher module output thanks to low performance tolerance. Our particularly high-performance modules are supplied with positive performance tolerance.
- | Long service life thanks to high-quality craftsmanship and quality components
- | Secure investment decision thanks to 5-year product warranty.<sup>1</sup> Extendable to 10 years on request.<sup>2</sup>
- | Tested and certified in accordance with IEC/EN 61215 Ed. 2 and IEC/EN 61730

## 5 benefits for the installer:

- | Flexible deployment in areas of extreme weather conditions
- | Secure installation thanks to reverse polarity protected plugs with twist lock
- | Modules delivered in perfect condition thanks to secure transportation packaging and robust module frames
- | Reliable operation thanks to high-quality components
- | Customer-friendly after sales service



### 1 | Cell

High performer:  
The highly-efficient 3 busbar cells indicate an optimised cell design and innovative technology. Ongoing minor improvements in cell production help get the best out of the silicon material.

### 2 | Frame and glass

All-weather professional:  
Whether wind pressure, snow loads or temperature fluctuations – the 4 mm thick solar glass and warp resistant frame can withstand the most extreme of conditions.



### 3 | Connection socket

Continuous operation:  
The waterproof socket with 3 passively cooled bypass diodes guarantees maximum yields even in unfavourable environmental conditions.

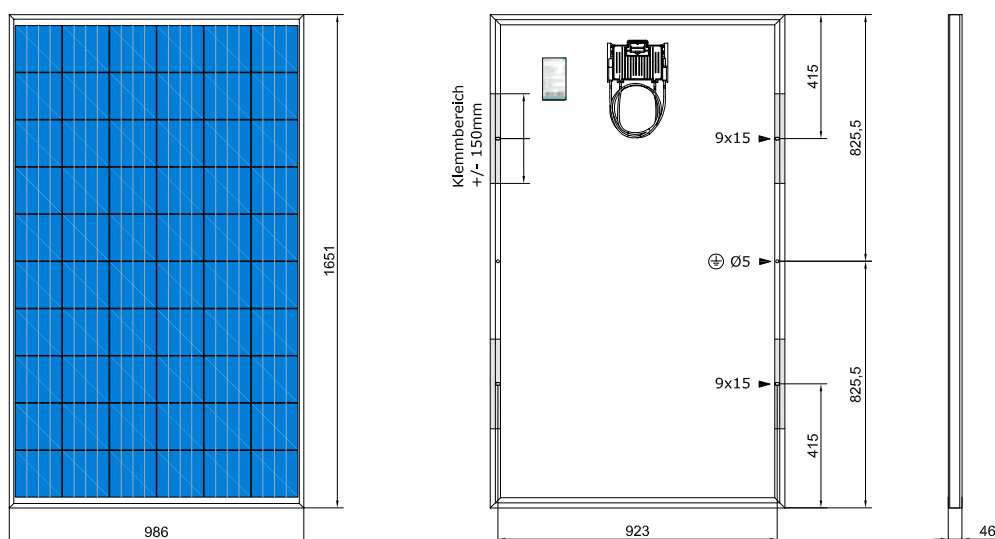
### 4 | Inverter

Easily combinable:  
Conergy PowerPlus modules are unbeatable in conjunction with Conergy inverters.



<sup>1</sup> According to the manufacturer's current warranty conditions

<sup>2</sup> The warranty extension is an after sales product of the respective sales organisation in your country.



All figures are given in mm

Module dimensions (L x W x H): 1,651 x 986 x 46 mm  
 Cell dimensions: 156 x 156 mm  
 Number of cells (polycrystalline): 60  
 NOCT:<sup>1</sup> 43.4 °C  
 Maximum permissible load: 5,400 Pa  
 Glass thickness: 4 mm  
 Cable: 2 x 1,000 mm length,  
 4 mm cross section

Plug type: Huber & Suhner: Plug connector  
 with integrated twist lock  
 Module weight: 22 kg  
 Certification: in accordance with IEC/EN 61215 Ed. 2,  
 IEC/EN 61730  
 Product warranty:<sup>2</sup> 5 years, can be extended to  
 10 years on request

	Conergy PowerPlus 200P	Conergy PowerPlus 210P	Conergy PowerPlus 220P	Conergy PowerPlus 225P	Conergy PowerPlus 230P
<b>Rated capacity (<math>P_{mpp}</math>) according to STC<sup>3</sup> min.</b>	200 Wp	210 Wp	220 Wp	225 Wp	230 Wp
<b>Performance tolerance</b>	±3%	±3%	±3%	+2.5%	+2.5%
<b>Module efficiency factor min.</b>	12.29%	12.90%	13.51%	13.82%	14.13%
<b>Rated voltage (<math>U_{mpp}</math>)</b>	28.6 V	29.1 V	29.5 V	29.23 V	29.54 V
<b>Rated current (<math>I_{mpp}</math>)</b>	7.01 A	7.24 A	7.47 A	7.74 A	7.82 A
<b>Off-load voltage (<math>U_{oc}</math>)</b>	36.2 V	36.4 V	36.6 V	36.43 V	36.66 V
<b>Short-circuit current (<math>I_{sc}</math>)</b>	7.86 A	7.93 A	8.00 A	8.24 A	8.34 A
<b>Temperature coefficient (<math>P_{mpp}</math>)</b>	-0.45%/°C	-0.45%/°C	-0.45%/°C	-0.45%/°C	-0.45%/°C
<b>Temperature coefficient (<math>V_{oc}</math>) absolute</b>	-0.127 V/°C	-0.127 V/°C	-0.130 V/°C	-0.123 V/°C	-0.123 V/°C
<b>Temperature coefficient (<math>V_{oc}</math>) procentual</b>	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.34%/°C	-0.34%/°C
<b>Temperature coefficient (<math>I_{sc}</math>) absolute</b>	+2.1 mA/°C	+2.1 mA/°C	+2.1 mA/°C	+4 mA/°C	+4 mA/°C
<b>Temperature coefficient (<math>I_{sc}</math>) procentual</b>	+0.028%/°C	+0.027%/°C	+0.026%/°C	+0.05%/°C	+0.05%/°C
<b>Warranted power 1</b>	12/90 years/%	12/90 years/%	12/90 years/%	12/92 years/%	12/92 years/%
<b>Warranted power 2</b>	25/80 years/%	25/80 years/%	25/80 years/%	25/80 years/%	25/80 years/%

<sup>1</sup> Nominal operating temperature of the cell at 800 W/m<sup>2</sup> irradiation,  
 20 °C ambient temperature, wind speed of 1 m/s

<sup>2</sup> According to the manufacturer's current warranty conditions. The warranty extension  
 is an after sales product of the respective sales organisation in your country.

<sup>3</sup> Standard Test Conditions defined as follows: 1,000 W/m<sup>2</sup> radiant power  
 at a spectral density of AM 1.5 and a cell temperature of 25 °C

Available from:

## PvMax3

Καταχωρημένο στο Γερμανικό γραφείο ευρεσιτεχνίας 20 2009 003 633

**Το οικονομικό δομοστοιχειωτό σύστημα για υπαίθριες εγκαταστάσεις**

- Σταθερότητα και υψηλό προσδόκιμο ζωής
- Άψογα συνδυασμένα μεταξύ τους εξαρτήματα
- Μεγάλη αντιδιαβρωτική ανθεκτικότητα (100% αλουμίνιο)
- Γρήγορος και οικονομικός σχεδιασμός, ακόμα και σε ειδικές περιπτώσεις
- Ολοκληρωμένη στατική μελέτη συμπτ. υπολογισμός των θεμελίων με συστάσεις
- Γρήγορη εγκατάσταση (μερικώς προσυναρμολογημένη βάση)



**Το σύστημα PvMax3** είναι η αναμενόμενη ανάπτυξη του συστήματος PvMax2, σε συνδυασμό με εφαρμογές και εξαρτήματα βασισμένα στην δομή του IsoTop και του συστήματος FS. Συστήματα τα οποία έχουν ήδη αποδείξει εμπράκτως, σε πολυάριθμες εγκαταστάσεις εκατοντάδων MW, την αξιοπιστία τους.

Προτεραιότητα κατά την εξέλιξη είναι η μέγιστη ανθεκτικότητα των συστημάτων στα φορτία αιολικών ταχυτήτων και χιονοπτώσεων και η μείωση του κόστους. Η μεγιστοποίηση του εύρους των διαστάσεων και η πρακτική κατασκευή είναι προϋποθέσεις οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, χάρης στην καλύτερη δυνατή χρήση των υλικών και την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των δυσλειτουργικών συνδέσμων. Συνεπώς προκύπτει σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής και εγκατάστασης του συστήματος.



### Περιοχές εγκατάστασης

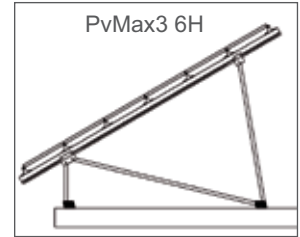
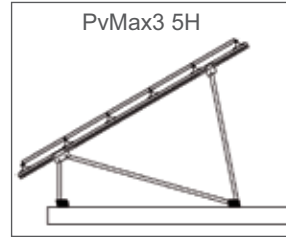
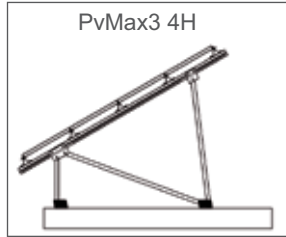
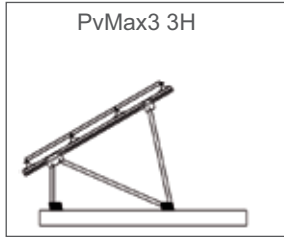
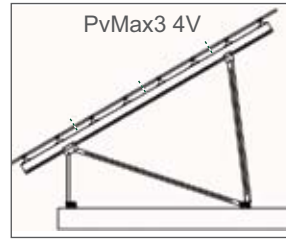
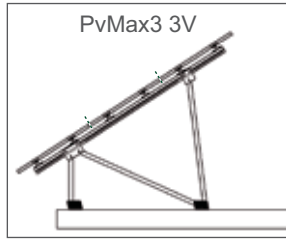
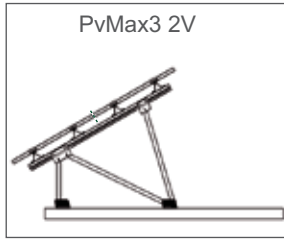
Η τοποθέτηση συστημάτων στήριξης υπαίθριων πάρκων σε βάσεις από μπετόν συνιστάται κυρίως στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Μικρά σχετικά πάρκα (περιορισμένος προϋπολογισμός εξόδων για γεωλογική έρευνα και πασσαλόμπτυξη)
- Η εγκατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί και χωρίς πασσαλόμπτυξη (μαλακό έδαφος, κατηγορία εδάφους ακατάλληλη για πασσαλόμπτυξη) ή πιο οικονομικά θεμελίωση με στιγμιαίο μπετόν
- Μικρό περιθώριο χρόνου





Παραλλαγές τοποθέτησης



Τεχνικά δεδομένα

<b>Υλικό</b>	Δοκοί στήριξης των πανέλων: Αλουμίνιο – ειδικός σχεδιασμός σειράς S Σύνδεσμοι: Αλουμίνιο – ειδικός σχεδιασμός σειράς BF Πάσσαλος στήριξης: Αλουμίνιο – RHP - δοκοί Βίδες / περικόχλια: A2 – 70 / A4 – 80
<b>Θεμελίωση</b>	Μπετόν (πληροφορίες για την ενίσχυση και την διαστασιοποίηση στην στατική μελέτη )
<b>Στατική πληρότητα</b>	Σύμφωνα με τις επί του παρόντος ισχύουσες προδιαγραφές ( στην Γερμανία, DIN 1055/ EC 1) Στατική μελέτη του συστήματος με πληροφορίες για την διαστασιοποίηση των θεμελίων καθώς και συστάσεις για την αγκύρωση σύμφωνα πάντα με τα εκάστοτε στοιχεία αιολικών φορτίων και των φορτίων χιονοπτώσεων.

**Ευχαρίστως και χωρίς καμία δέσμευση να σας παρέχουμε μια προσφορά!**



**Αποτελεσματικός**

- > Μέγιστος βαθμός απόδοσης 97 %
- > Τεχνολογία πολλαπλών στοιχειοσειρών
- > Χωρίς μετασχηματιστή με τοπολογία Η5
- > Ευφυής διαχείριση δικτύου OptiCool

**Ασφαλής**

- > Ενσωματωμένος ηλεκτρονικός διακόπτης απόζευξης φορτίου DC ESS

**Απλός**

- > Εύκολη πρόσβαση στην περιοχή σύνδεσης
- > Καλωδίωση χωρίς εργαλεία

**Ευκολότερη επικοινωνία**

- > Εύκολη ρύθμιση στις προδιαγραφές κάθε χώρας
- > Τεχνολογία Bluetooth®
- > Πολυγλωσσική απεικόνιση



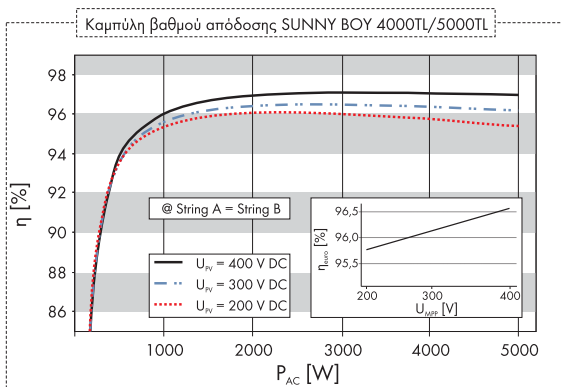
# SUNNY BOY 4000TL / 5000TL

Πλήρης. Απλός. Η νέα γενιά Sunny Boy

Ευελιξία στην επικοινωνία, φιλικό προς το χρήστη και πιο αποδοτικοί από ποτέ, οι μετατροπείς Sunny Boy 4000TL και 5000TL θέτουν νέα πρότυπα στην τεχνολογία μετατροπών. Σύγχρονη οθόνη γραφικών, απεικόνιση ημερήσιων τιμών ακόμα και μετά τη δύση του ηλίου, απλό σύστημα τοποθέτησης και ασύρματη επικοινωνία εγκαταστάσεων με Bluetooth: οι συσκευές της νέας γενιάς εκπληρώνουν κάθε επιθυμία. Με μέγιστο βαθμό απόδοσης 97 %, οι Sunny Boy 4000TL και 5000TL παρέχουν, ως συσκευές πολλαπλών στοιχειοσειρών χωρίς μετασχηματιστή, βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, μέγιστη ευελιξία κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης και αυξημένη συμβατότητα ανεξάρτητα από τον τύπο του φωτοβολταϊκού πλαισίου, ιδανικό για φωτοβολταϊκά συστήματα με ιδιαίτερη σχεδίαση.

# Τεχνικά χαρακτηριστικά SUNNY BOY 4000TL / 5000TL

	SB 4000TL-20	SB 5000TL-20
<b>Είσοδος (DC)</b>		
Μέγιστη ισχύς DC	4200 W	5300 W
Μέγιστη τάση DC	550 V	550 V
Εύρος φωτοβολταϊκής τάσης, MPPT	125 V - 440 V	125 V - 440 V
Συνιστώμενο εύρος με ονομαστική ισχύ	175 V - 440 V	175 V - 440 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	2 x 15 A	2 x 15 A
Αριθμός ανιχνευτών σημείου μέγιστης ισχύος MPP	2	2
Μέγιστος αριθμός στοιχειοσειρών (παράλληλα)	2 x 2	2 x 2
<b>Έξοδος (AC)</b>		
Ονομαστική ισχύς AC	4000 W	4600 W
Μέγιστη ισχύς AC	4000 W	5000 W
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	22 A	22 A
Ονομαστική τάση / εύρος AC	220 V - 240 V / 180 V - 280 V	220 V - 240 V / 180 V - 280 V
Συχνότητα δικτύου / εύρος AC	50 Hz, 60 Hz / ± 5 Hz	50 Hz, 60 Hz / ± 5 Hz
Συντελεστής ισχύος (cos φ)	1	1
Σύνδεση AC	μονοφασική	μονοφασική
<b>Βαθμός απόδοσης</b>		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Euro-Eta	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,5 %
<b>Διατάξεις προστασίας</b>		
Προστασία από αντιστροφή πόλων DC	●	●
Ηλεκτρονικός διακόπτης απόζευξης φορτίου DC ESS	●	●
Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC	●	●
Επιτήρηση βραχυκυκλώματος προς γη	●	●
Επιτήρηση δικτύου (SMA Grid Guard)	●	●
Ενσωματωμένη μονάδα επιτήρησης ρεύματος σφάλματος ευαίσθητη σε όλα τα ρεύματα	●	●
<b>Γενικά στοιχεία</b>		
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε mm	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180
Βάρος	25 kg	25 kg
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Εκπομπή θορύβου (συνήθης)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)
Ίδια κατανάλωση (νυχτερινή)	< 0,5 W	< 0,5 W
Τοπολογία	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή
Τρόπος ψύξης	OptiCool	OptiCool
Σημείο τοποθέτησης: εσωτερικά / εξωτερικά (ηλεκτρονικό σύστημα IP65, περιοχή σύνδεσης IP54)	●/●	●/●
<b>Εξοπλισμός</b>		
Σύνδεση DC: SUNCLIX	●	●
Σύνδεση AC: ελατηριωτός συνδετήρας	●	●
Οθόνη γραφικών	●	●
Διεπαφές: Bluetooth® / RS485	●/○	●/○
Εγγύηση: 5 χρόνια / 10 χρόνια / 15 χρόνια / 20 χρόνια / 25 χρόνια	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Πιστοποιητικά και εγκρίσεις	www.SMA-Hellas.com	www.SMA-Hellas.com
● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικός εξοπλισμός	Στοιχεία υπό ονομαστικές συνθήκες - Έκδοση: Φεβρουάριος 2010	



## Προαιρετικός εξοπλισμός



Διεπαφή RS485  
DM-485CB-10



## Ευελιξία

- Για συστήματα από 3 έως 300 kW
- Κατάλληλο για μονοφασική και τριφασική παράλληλη σύνδεση και με δυνατότητα επέκτασης σε μικρότερες επαναλαμβανόμενες δομές
- Σύνδεση εναλλασσόμενου και συνεχούς ρεύματος

## Φιλικό στο χρήστη

- Εύκολη θέση σε λειτουργία, χάρη στον οδηγό γρήγορης διαμόρφωσης („Quick Configuration Guide“)
- Ολοκληρωμένη διαχείριση αυτόνομου συστήματος

## Εξαιρετική απόδοση

- Υψηλός βαθμός απόδοσης
- Έξυπνη διαχείριση του συσσωρευτή για μέγιστη διάρκεια ζωής
- Υπολογισμός φόρτισης του συσσωρευτή

## Μεγάλη αντοχή

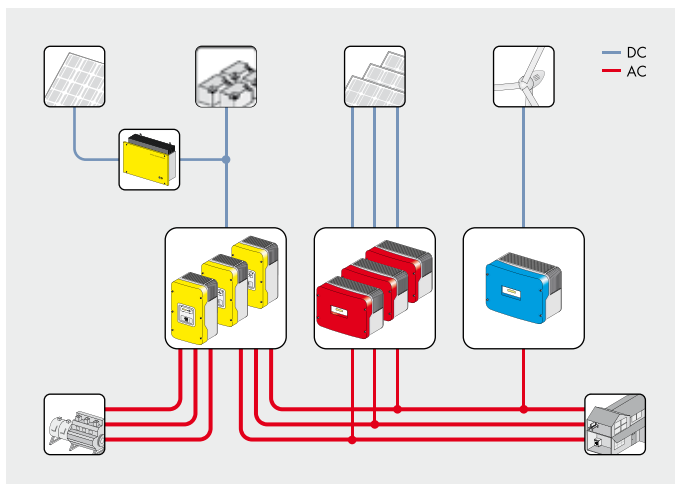
- Εξαιρετική αντοχή στην υπερφόρτωση
- Ευφυής διαχείριση θερμοκρασίας OptiCool
- 5 χρόνια εγγύηση SMA

## SUNNY ISLAND 5048 / 5048-US

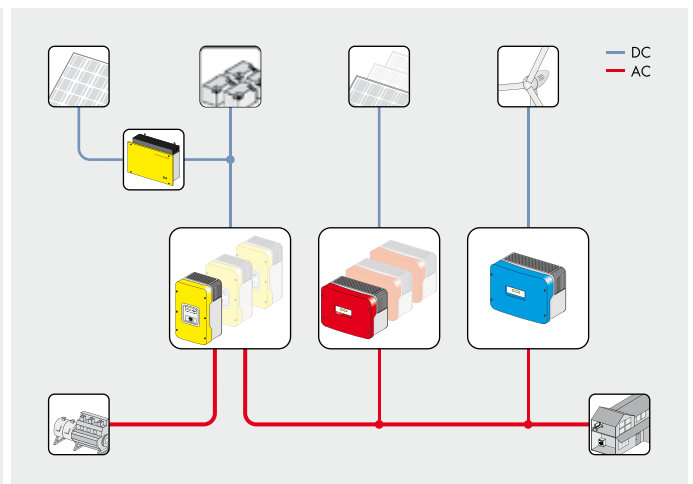
○ διαχειριστής αυτόνομων δικτύων

Έναρξη λειτουργίας μέσα σε λίγα λεπτά. Με το Sunny Island 5048 είναι εφικτό. Όλες οι απαιτούμενες ρυθμίσεις για τη λειτουργία του μετατροπέα πραγματοποιούνται γρήγορα και απλά με ελάχιστα βήματα. Ταυτόχρονα, το Sunny Island 5048 παρέχει τη δυνατότητα ευέλικτης χρήσης και επέκτασης και αναλαμβάνει όλες τις διαδικασίες ρύθμισης. Η ενσωματωμένη διαχείριση συσσωρευτή, εξασφαλίζει τη μέγιστη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών. Επιπλέον, η συσκευή διακρίνεται για τον υψηλό βαθμό απόδοσης, το ανθεκτικό της κέλυφος από χυτό αλουμίνιο, καθώς και για το ενεργό σύστημα ψύξης OptiCool. Το Sunny Island 5048-US διατίθεται επίσης σε έκδοση πιστοποιημένη κατά UL για την αγορά της Βόρειας Αμερικής, με τιμές εξόδου 120 V και 60 Hz.

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Island 5048	Sunny Island 5048-US
<b>Έξοδος AC (καταναλωτής)</b>		
Όνομαστική τάση AC (ρυθμιζόμενη)	230 V (202 V - 253 V)	120 V (105 V - 132 V)
Όνομαστική συχνότητα AC (ρυθμιζόμενη)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz - 65 Hz)	60 Hz (55 Hz - 65 Hz)
Συνεχής ισχύς AC στους 25 °C / 45 °C	5000 W / 4000 W	5000 W / 4000 W
Ισχύς εξόδου AC στους 25 °C για 30 λεπτά / 1 λεπτό / 3 δευτ.	6500 W / 8400 W / 12000 W	6500 W / 8400 W / 11000 W
Όνομαστικό ρεύμα AC / Μέγιστο ρεύμα AC (ρεύμα αιχμής)	21,7 A / 120 A για 60 ms	41,7 A / 180 A για 60 ms
Συντελεστής παραμόρφωσης τάσης εξόδου / Συντελεστής ισχύος (cos φ)	< 3 % / -1 έως +1	< 3 % / -1 έως +1
<b>Είσοδος AC (γεννήτρια ή δίκτυο)</b>		
Τάση εισόδου AC (εύρος τιμών)	230 V (172,5 V - 264,5 V)	120 V (80 V - 150 V)
Συχνότητα εισόδου AC (εύρος τιμών)	50 Hz / 60 Hz (40 Hz - 70 Hz)	60 Hz (54 Hz - 66 Hz)
Μέγιστο ρεύμα εισόδου (ρυθμιζόμενο) / Μέγ. ισχύς εισόδου	56 A (0 A - 56 A) / 12,8 kW	56 A (0 A - 56 A) / 6,7 kW
<b>Είσοδος DC συσσωρευτή</b>		
Τάση συσσωρευτή (εύρος τιμών)	48 V (41 V - 63 V)	48 V (41 V - 63 V)
Μέγιστο ρεύμα φόρτισης συσσωρευτή / Ρεύμα διαρκούς φόρτισης στους 25 °C	120 A / 100 A	120 A / 100 A
Τύπος συσσωρευτή / Χωρητικότητα συσσωρευτή (εύρος τιμών)	Μολύβδου, NiCd / 100 - 10.000 Ah	Μολύβδου, NiCd / 100 - 10.000 Ah
Ρύθμιση φόρτισης	Διαδικασία IUoU	Διαδικασία IUoU
<b>Βαθμός απόδοσης / Ίδια κατανάλωση</b>		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης	95 %	95 %
Ίδιοκατανάλωση χωρίς φορτίο / Κατάσταση αναμονής (Standby)	25 W / 4 W	25 W / 4 W
<b>Διατάξεις προστασίας</b>		
Προστασία από αντιστροφή πόλων DC / Ασφάλεια DC	●/●	●/●
Βραχυκύκλωμα AC / Υπερφόρτωση AC	●/●	●/●
Υπερθέρμανση / Βαθιά εκφόρτιση συσσωρευτή	●/●	●/●
<b>Γενικά χαρακτηριστικά</b>		
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε mm	467 / 612 / 235	467 / 612 / 235
Βάρος	63 kg	63 kg
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +50 °C	-25 °C ... +50 °C
Είδος προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60529)	Εσωτερική συναρμολόγηση (IP30)	Εσωτερική συναρμολόγηση (NEMA 1)
<b>Εξοπλισμός / Λειτουργία</b>		
Λειτουργία & οθόνη / Ρελέ πολλαπλών λειτουργιών	εσωτερικά / 2	εσωτερικά / 2
Τριφασικά συστήματα / Παράλληλη σύνδεση	●/●	●/●
Ενσωματωμένη παράκαμψη (bypass) / Λειτουργία πολλαπλών συγκροτημάτων (multiclustor)	-/●	-/●
Υπολογισμός κατάστασης φόρτισης / Πλήρης φόρτιση / Φόρτιση αντιστάθμισης	●/●/●	●/●/●
Ενσωματωμένο σύστημα ομαλής εκκίνησης / Υποστήριξη γεννήτριας	●/●	●/●
Αισθητήρας θερμοκρασίας συσσωρευτή / Αγωγοί επικοινωνίας	●/●	●/●
Εγγύηση (5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια)	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Πιστοποιητικά και άδειες	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com
<b>Εξαρτήματα</b>		
Αγωγοί συσσωρευτή / Ασφάλειες συσσωρευτή	○/○	○/○
Διαεπαφές (RS485 / Multiclustor PB)	○/○	○/○
Διευρυμένη εκκίνηση γεννήτριας "GenMan"	○	○
Ρελέ απόρριψης φορτίου / Εξωτερική μέτρηση ρεύματος συσσωρευτή	○/○	○/○
● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικά - Δεν διατίθεται		
Έκδοση: Μάρτιος 2010		
Χειρισμός		
	SI 5048	SI 5048U



Τριφασικό σύστημα



Μονοφασικό σύστημα

# OPzS solar.power

Vented lead-acid battery  
for cyclic applications



Motive Power Systems

**Reserve Power Systems**

Special Power Systems

Service

## Your benefits with HOPPECKE OPzS solar.power

- **Highest cycle stability during PSoC<sup>1</sup> operation** - due to tubular plate design and optional electrolyte recirculation
- **Maximum compatibility** - dimensions according to DIN 40736-1
- **Higher short-circuit safety even during the installation** - based on HOPPECKE system connectors
- **Extremely extended water refill intervals up to maintenance-free** - optional use of AquaGen<sup>®</sup> recombination system minimizes emission of gas and aerosols<sup>2</sup>



## Typical applications of HOPPECKE OPzS solar.power

- **Solar-/Off-grid applications**  
Power supply for remote off-grid applications and isolated power networks, drinking water supply systems, healthcare facilities
- **Telecommunications**  
Mobile phone stations, BTS-stations, off-grid/on-grid solutions
- **Traffic systems**  
Signalling systems, lighting



**HOPPECKE**  
POWER FROM INNOVATION

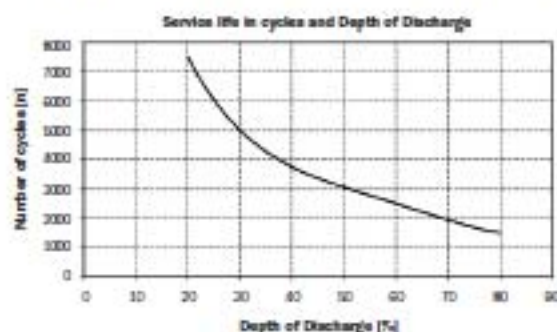
## Type overview

### Capacities, dimensions and weights

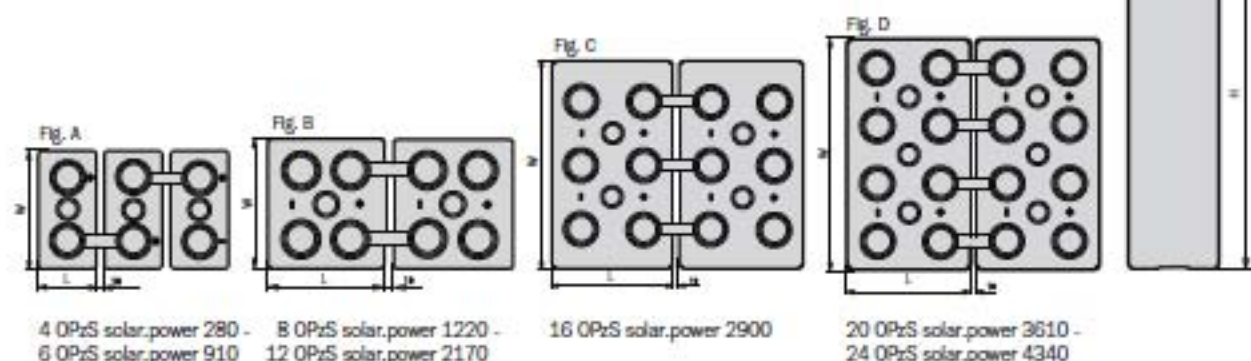
Type	C <sub>100</sub> /1.85 V Ah	C <sub>50</sub> /1.85 V Ah	C <sub>24</sub> /1.85 V Ah	C <sub>10</sub> /1.80 V Ah	C <sub>5</sub> /1.77 V Ah	max. Weight kg	Weight electrolyte kg (1.24 kg/l)	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
4 OPzS solar power 280	280.0	265.0	244.8	213.0	181.5	17.2	4.9	105	208	420	A
5 OPzS solar power 350	350.0	330.0	307.2	266.0	227.0	20.8	6.1	126	208	420	A
6 OPzS solar power 420	420.0	395.0	369.6	320.0	272.5	24.3	7.2	147	208	420	A
5 OPzS solar power 520	520.0	490.0	453.6	390.0	345.0	26.9	7.9	126	208	535	A
6 OPzS solar power 620	620.0	585.0	542.4	468.0	414.0	31.5	9.4	147	208	535	A
7 OPzS solar power 730	730.0	685.0	633.6	546.0	483.0	36.1	10.9	168	208	535	A
6 OPzS solar power 910	910.0	860.0	796.8	686.0	590.0	44.8	12.9	147	208	710	A
8 OPzS solar power 1220	1220.0	1145.0	1063.2	915.0	790.0	61.3	16.9	215	193	710	B
10 OPzS solar power 1520	1520.0	1425.0	1324.8	1140.0	985.0	74.6	21.1	215	235	710	B
12 OPzS solar power 1820	1820.0	1715.0	1591.2	1370.0	1185.0	88.0	25.5	215	277	710	B
12 OPzS solar power 2170	2170.0	2010.0	1843.2	1610.0	1400.0	114.3	34.2	215	277	855	B
16 OPzS solar power 2900	2900.0	2685.0	2472.0	2150.0	1865.0	151.5	48.0	215	400	815	C
20 OPzS solar power 3610	3610.0	3350.0	3072.0	2680.0	2330.0	193.0	68.0	215	490	815	D
24 OPzS solar power 4340	4340.0	4020.0	3696.0	3220.0	2795.0	245.0	75.0	215	580	815	D

C<sub>100</sub>, C<sub>50</sub>, C<sub>24</sub>, C<sub>10</sub> and C<sub>5</sub> = Capacity at 100 h, 50 h, 24 h, 10 h and 5 h discharge

\* according to DIN 40736-1 data to be understood as maximum values



The HOPPECKE electrolyte recirculation system efficiently prevents electrolyte stratification during cyclic application.



Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system.

IEC 60896-11  
IEC 61427

\* Partial State of Charge (Teilentladebetrieb)  
\* Similar to sealed lead-acid batteries



Motive Power Systems



Reserve Power Systems



Special Power Systems



Service

# AquaGen<sup>®</sup> premium.top

## Recombination system for stationary batteries

### Product features

#### Customer benefits

##### ■ Integrated catalyst

- Maintenance intervals are fully extended with even total freedom from maintenance
- Reduction in ventilation requirements leads to cost savings for air conditioning systems

##### ■ Integrated bi-directional valve

- Efficiency maximised to the level of sealed batteries
- No significant escape of gases or aerosols (similar to sealed batteries)

##### ■ Integrated flame barrier

- Reduced risk of explosion due to the battery

##### ■ Integrated absorber

- Operating throughout the entire lifetime of the battery

#### Main applications:



For all flooded lead acid and NiCd batteries





## AquaGen® premium.top

The unique recombination system

New patented  
technology

### Functional description

By using the AquaGen® premium.top recombination system, evolving hydrogen and oxygen gases (caused by water decomposition) are fed into the AquaGen® recombination plug.

By means of an integral catalyst, these gases are recombined in the form of water vapour. This water vapour condenses on the inner surface of the AquaGen® premium.top dome. The emerged water drops flow downwards and return into the battery.

**The efficiency of this recombination is up to 99%.**

Because of this level of efficiency, need for water refilling is drastically reduced or even not necessary anymore.

Another benefit from the use of AquaGen® premium.top recombination plugs is a considerable reduction of the ventilation requirements according to EN 50272-2 / DIN VDE 0510 Part 2 (European standards).

### Freedom from maintenance with no restrictions

The recombination of hydrogen and oxygen is an exothermal process in which heat is released.

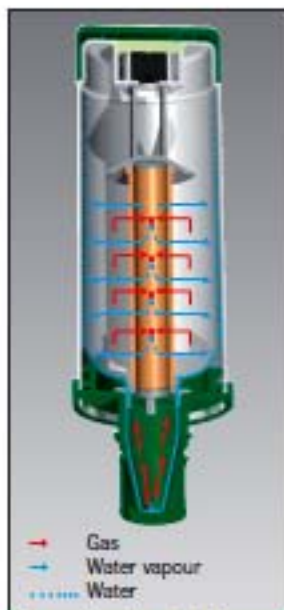
With sealed batteries, this recombination takes place internally at the negative electrodes. Thereby the increased internal temperature of sealed batteries leads to life-reducing effects, particularly at the electrodes. To minimise these negative side effects, the operation of sealed batteries is subject to various limitations.

By using AquaGen® premium.top, the recombination does not take place at active components (electrodes) and not within the battery.

The AquaGen® premium.top recombinator is fitted to the battery as an external component. This avoids any temperature rise inside the battery. The separation of the recombination process from active components of the battery significantly reduces maintenance efforts, comparable to sealed batteries. It does not reduce life expectancy and does not impose restrictions on battery operation.



AquaGen® premium.top V



Recombination principle  
AquaGen® premium.top



AquaGen® premium.top H

The AquaGen® premium.top H version is available for capacities up to 340 Ah and for applications with restrictions due to dimensions (e.g. height with reference to battery installation, and depth with reference to cell size).

# Γεννήτρια πετρελαιο 230/400V AVR KUMATSU GP25000MA 25KW

ΜΟΝΤΕΛΟ:[GP25000MA]

**Τιμή Προσφοράς (<http://www.e-ergaleio.gr>): 4.750,00EUR**

Οι γεννήτριες **KUMATSU Gen** προτείνονται για την ολοκληρωμένη σειρά που παρέχουν, βενζίνης ή πετρελαίου, κλειστού ή ανοιχτού τύπου και όλων των δυνατοτήτων από 1,0 KVA έως 25 KVA.

Επίσης οι γεννήτριες **KUMATSU Gen** διακρίνονται για την αξιοπιστία τους, την χαμηλή κατανάλωση καυσίμου, τον μικρό όγκο και βάρος.

## Τεχνικά Χαρακτηριστικά Γεννήτριας:

- Τάση εξόδου Volt 230V / 400V
- Συχνότητα 50/60 Hz
- Συνεχόμενη απόδοση στα 50Hz 23KW
- Συνεχόμενη απόδοση στα 60Hz 25KW
- Μέγιστη απόδοση στα 50Hz 25KW
- Μέγιστη απόδοση στα 60Hz 27KW
- Συνημίτονο cos 1,0
- AVR Σταθεροποιητής τάσης για χρήση ηλεκτρονικών και ευαίσθητων συσκευών

## Τεχνικά Χαρακτηριστικά Κινητήρα:

- Εκκίνηση με Μίζα
- Κινητήρας 4κυλινδρος υδρόψυκτος
- Κυβισμός 3760c.c.
- Διάμετρος x Διαδρομή 102x115
- Συνεχόμενη ισχύς 44Hp/1500rpm, 52Hp/1800rpm
- Στροφές λειτουργίας 1500/λεπτό
- Σταθεροποίηση λειτουργίας κατά την εκκίνηση <5 sec
- Κατανάλωση καυσίμου 4 λίτρα/ώρα
- Χωρητικότητα ντεπόζιτου 100 λίτρα
- Λειτουργία 25-28 ώρες/ντεπόζιτο
- Καύσιμο Diesel
- Διαστάσεις 185x90x105
- Βάρος kg 780

## Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πίνακα:

- Εκκίνηση με κλειδί
- Μετρητής ωρών λειτουργίας
- Όργανο θερμοκρασίας νερού
- Όργανο θερμοκρασίας λαδιού
- Όργανο τάσης φόρτισης της μπαταρίας
- Όργανο πίεσης λαδιού κινητήρα
- Λαμπτήρας εκκίνησης κινητήρα (κόκκινος)
- Λαμπτήρας λειτουργίας γεννήτριας (πράσινος)
- Όργανα ελέγχου τάσης (Volt), φορτίου (Amper), συχνότητας (Hz) με επιλογή φάσεως
- Τριφασικός ασφαλειοδιακόπτης
- Πρίζα τριφασική (για ολο το φορτίο) και μονοφασική
- Επιπλέον έξοδοι για απευθείας σύνδεση μεγάλου φορτίου

### Επιπλέον Στοιχεία:

- Αυτόματη διακοπή σε περίπτωση υπερθέρμανσης (έλλειψη λαδιού ή υγρού στο ψυγείο)
- Εύκολη συντήρηση με πλευρικές πόρτες
- Αθόρυβη
- Εκκίνηση με μίζα
- Συμπεριλαμβάνεται η μπαταρία 12V 120AH
- Service με πλήρη γκάμα ανταλλακτικών

1 ΧΡΟΝΟΣ ΕΓΓΥΗΣΗ

Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ Η/Ζ ΕΙΝΑΙ 15% ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.  
Η ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΙΝΑΙ 20 ΛΕΠΤΑ/ 6ΩΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ISO9001



# H07 RN-F rubber-sheathed cable, harmonized type



## Technical data

- Rubber sheathed cable H07 RN-F to DIN VDE 0282 part 4, HD 22.4 S3  $\Delta$  IEC 60245-4
- **Temperature range** -30°C to +60°C
- Permissible **operating temperature** at conductor +60°C
- **Nominal voltage**  $U_0/U$  450/750 V in case of protected and fixed installation  $U_0/U$  600/1000 V
- Max. permissible **operating voltage** in three phase and one phase a.c. system  $U_0/U$  476/825 V direct current-system  $U_0/U$  619/1238 V
- **Test voltage** 2500 V
- **Permanent tensile load** max. 15 N/mm<sup>2</sup>
- **Minimum bending radius** for fixed installation 4x cable  $\emptyset$  for guiding over roller 7,5x cable  $\emptyset$  during winding on drums 5-7x cable  $\emptyset$

## Cable construction

- Copper conductor fine wire stranded, bare or tinned to DIN VDE 0295 cl. 5, BS 6360 cl. 5, IEC 60228 cl. 5 and HD 383
- Rubber core insulation EI4 to DIN VDE 0282 part 1
- Insulation thickness to DIN VDE 0282 part 4
- Core identification to DIN VDE 0293-308 and HD 186
- Core colours up to 5 cores one-coloured 6 and more cores, black with numbering 3 and above, with green-yellow earth core 2 cores without green-yellow earth core
- Cores stranded in layers with optimal lay-length
- Outer jacket of rubber black, rubber compound to DIN VDE 0282 part 1
- Sheath thickness to DIN VDE 0282 part 4

## Properties

- **Resistant to** Ozone Weather
- **Oil resistant** Test according to EN 60811-2-1
- **Test of behaviour compared to environmental influences** Test according to DIN VDE 0482 part 265-2-1/ EN 50265-2-1/ IEC 60332-1 (equivalent DIN VDE 0472 part 804 test method B) Ozone resistant of the insulation to DIN VDE 0472 part 805, test method A or part 805 A1, test method C
- The core identification of a single core jacketed, of an insulated wire is black. For application as a protective core, the ends are to be identified with green-yellow and the middle conductor with light blue

## Note

- G = with green-yellow earth core; x = without green-yellow earth core.
- AWG sizes are approximate equivalent values. The actual cross-section is in mm<sup>2</sup>.
- Further dimensions and cross-sections available on request.
- H07 RN-F = harmonized rubber-sheathed cable, working voltage 750 V, fine stranded.

## Application

Heavy duty rubber-sheathed flexible cables are suited for use for medium mechanical stress in dry, damp and wet areas as well as in open air and in agriculture plants.

They are used for equipment in industry works such as boilers, heating plates, hand lamps, electric tools such as drills, circular saws and homework tools as well as for transportable motors or machines at site.

These cables are also suitable for fixed installation on plaster, in temporary buildings and residential barracks. They are suitable for direct laying on components and mechanical parts of machines, for example lifts and cranes.

They can be used in case of protected and fixed installation in tubes or in equipment as well as rotor connecting cable of motors with a working voltage up to 1000 V alternating voltage or a direct voltage up to 750 V against ground. The operating direct voltage is permitted up to 900 V against ground when they are used in rail-coaches. Installation in hazardous areas according to DIN VDE 0165 is allowed.

CE = The product is conformed with the EC Low-Voltage Directive 73/23/EEC and 93/68/EEC.

Part No.	No. cores x cross-sec. mm <sup>2</sup>	Outer $\emptyset$ ca. mm	Cop. weight kg / km	Weight ca. kg / km	AWG-No.	Part No.	No. cores x cross-sec. mm <sup>2</sup>	Outer $\emptyset$ ca. mm	Cop. weight kg / km	Weight ca. kg / km	AWG-No.
37001	1 x 1,5	5,7 - 7,1	14,4	58,0	16	37019	2 x 1	7,7 - 10,0	19,0	98,0	17
37002	1 x 2,5	6,3 - 7,9	24,0	71,0	14	37020	2 x 1,5	8,5 - 11,0	29,0	135,0	16
37003	1 x 4	7,2 - 9,0	38,0	100,0	12	37021	2 x 2,5	10,2 - 13,1	48,0	193,0	14
37004	1 x 6	7,9 - 9,8	58,0	130,0	10	37022	2 x 4	11,8 - 15,1	77,0	280,0	12
37005	1 x 10	9,5 - 11,9	96,0	230,0	8	37023	2 x 6	13,1 - 16,8	115,0	330,0	10
37006	1 x 16	10,8 - 13,4	154,0	290,0	6	37024	2 x 10	17,7 - 22,6	192,0	586,0	8
37007	1 x 25	12,7 - 15,8	240,0	420,0	4	37025	2 x 16	20,2 - 25,7	307,0	810,0	6
37008	1 x 35	14,3 - 17,9	336,0	530,0	2	37026	2 x 25	24,3 - 30,7	480,0	1160,0	4
37009	1 x 50	16,5 - 20,6	480,0	750,0	1						
37010	1 x 70	18,6 - 23,3	672,0	960,0	2/0	37027	3 G 1	8,3 - 10,7	29,0	130,0	17
37011	1 x 95	20,8 - 26,0	912,0	1250,0	3/0	37028	3 G 1,5	9,2 - 11,9	43,0	165,0	16
37012	1 x 120	22,8 - 28,6	1152,0	1560,0	4/0	37029	3 G 2,5	10,9 - 14,0	72,0	235,0	14
37013	1 x 150	25,2 - 31,4	1440,0	1900,0	300 kcmil	37030	3 G 4	12,7 - 16,2	115,0	320,0	12
37014	1 x 185	27,6 - 34,4	1776,0	2300,0	350 kcmil	37031	3 G 6	14,1 - 18,0	173,0	420,0	10
37015	1 x 240	30,6 - 38,3	2304,0	2950,0	500 kcmil	37032	3 G 10	19,1 - 24,2	288,0	810,0	8
37016	1 x 300	33,5 - 41,9	2880,0	3600,0	600 kcmil	37033	3 G 16	21,8 - 27,6	461,0	1050,0	6
37017	1 x 400	37,4 - 46,8	3840,0	4600,0	750 kcmil	37034	3 G 25	26,1 - 33,0	720,0	1250,0	4
37018	1 x 500	41,3 - 52,0	4800,0	6000,0	1000 kcmil	37035	3 G 35	29,3 - 37,1	1008,0	1900,0	2
						37036	3 G 50	34,1 - 42,9	1440,0	2600,0	1

Dimensions and specifications may be changed without prior notice.

Continuation ▶

# H07 RN-F rubber-sheathed cable, harmonized type



Part No.	No. cores x cross-sec. mm <sup>2</sup>	Outer ø ca. mm	Cop. weight kg / km	Weight ca. kg / km	AWG-No.	Part No.	No. cores x cross-sec. mm <sup>2</sup>	Outer ø ca. mm	Cop. weight kg / km	Weight ca. kg / km	AWG-No.
37037	3 G 70	38,4 - 48,3	2016,0	3400,0	2/0	37061	5 G 1,5	11,2 - 14,4	72,0	240,0	16
37038	3 G 95	43,3 - 54,0	2736,0	4450,0	3/0	37062	5 G 2,5	13,3 - 17,0	120,0	345,0	14
37039	3 G 120	47,4 - 60,0	3456,0	5180,0	4/0	37063	5 G 4	15,6 - 19,9	192,0	485,0	12
37040	3 G 150	52,0 - 66,0	4320,0	6500,0	300 kcmil	37064	5 G 6	17,5 - 22,2	288,0	650,0	10
37041	3 G 185	57,0 - 72,0	5328,0	7860,0	350 kcmil	37065	5 G 10	22,9 - 29,1	480,0	1200,0	8
37042	3 G 240	65,0 - 82,0	6192,0	10224,0	500 kcmil	37066	5 G 16	26,4 - 33,3	768,0	1550,0	6
37043	3 G 300	72,0 - 90,0	8640,0	12620,0	600 kcmil	37067	5 G 25	32,0 - 40,4	1200,0	2250,0	4
37044	4 G 1	9,2 - 11,9	38,0	150,0	17	37068	5 G 35	36,8 - 45,8	1680,0	2750,0	2
37045	4 G 1,5	10,2 - 13,1	58,0	200,0	16	37091	5 G 50	40,00 - 50,80	2400,0	3950,0	1
37046	4 G 2,5	12,1 - 15,5	96,0	290,0	14	37092	7 G 1,5	14,50 - 17,50	101,0	375,0	16
37047	4 G 4	14,0 - 17,9	154,0	395,0	12	37079	7 G 2,5	16,5 - 20,0	168,0	520,0	14
37048	4 G 6	15,7 - 20,0	230,0	540,0	10	37093	12 G 1,5	17,60 - 22,40	175,0	460,0	16
37049	4 G 10	20,9 - 26,5	384,0	950,0	8	37096	12 G 2,5	20,60 - 26,20	288,0	760,0	14
37050	4 G 16	23,8 - 30,1	614,0	1260,0	6	37097	18 G 2,5	24,40 - 30,90	432,0	850,0	14
37051	4 G 25	28,9 - 36,6	960,0	1860,0	4	37094	19 G 1,5	20,70 - 26,30	274,0	810,0	16
37052	4 G 35	32,5 - 41,1	1344,0	2380,0	2	37098	19 G 2,5	25,50 - 31,00	456,0	1075,0	14
37053	4 G 50	37,7 - 47,5	1920,0	3190,0	1	37095	24 G 1,5	24,30 - 30,70	346,0	1015,0	16
37054	4 G 70	42,7 - 54,0	2688,0	4260,0	2/0	37099	24 G 2,5	28,80 - 36,40	576,0	1390,0	14
37055	4 G 95	48,4 - 61,0	3648,0	5600,0	3/0						
37056	4 G 120	53,0 - 66,0	4608,0	6830,0	4/0						
37057	4 G 150	58,0 - 73,0	5760,0	8320,0	300 kcmil						
37058	4 G 185	64,0 - 80,0	7104,0	9800,0	350 kcmil						
37059	4 G 240	72,0 - 91,0	9216,0	12100,0	500 kcmil						
37060	4 G 300	80,0 - 101,0	11520,0	15200,0	600 kcmil						

Dimensions and specifications may be changed without prior notice.

## Current ratings for H07 RN F for current supply in industrial application

Operating temperature at conductor 60°C; Ambient temperature 30°C (Air)

Number of cores	1-core		2-cores	3-cores	3-cores	4-cores	5-cores
	2 cores loaded	3 cores loaded	2 cores loaded	2 cores loaded	3 cores loaded	3 cores loaded	3 cores loaded
Cross-section, mm <sup>2</sup>	Current ratings in Ampere (A)						
4	34	30	34	35	29	30	30
6	43	38	43	44	36	37	38
10	60	53	60	62	51	52	54
16	79	71	79	82	67	69	71
25	104	94	105	109	89	92	94
35	129	117	-	135	110	114	-
50	162	148	-	169	138	143	-
70	202	185	-	211	172	178	-
95	240	222	-	250	204	210	-
120	280	260	-	292	238	246	-
150	321	300	-	335	273	282	-
185	363	341	-	378	309	319	-
240	433	407	-	447	365	377	-
300	497	468	-	509	415	430	-
400	586	553	-	-	-	-	-
500	670	634	-	-	-	-	-
630	784	742	-	-	-	-	-

### Note

For the method of installation

- Single core cables are bunched (unit-form)
- 2 cores cables laid parallel with contact
- 3 cores cables are in triangle-form

### Conversion factors for deviating ambient temperature

Ambient temperature at air °C	30	35	40	45	50	55
Factor	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41



New

## ÖLFLEX® SOLAR XLR/XLR TF

The latest solar cable generation according to PV1-F design



## Info

- According to DKE requirements specification PV1-F
- TÜV Type Approved (2PFG 1169/08.07)



### Benefits

- High thermal capacity for long lasting operation of the PV system at all seasons
- Reduced spreading of fire source and formation of toxic combustion gases in event of fire
- Various coloured core insulations simplify on demand the differentiation of the polarity during installation
- High thermal capacity for long lasting operation of the PV system at all seasons
- Exact quantity control during installation by meter marking on the cable sheath

### Application range

- For cabling of solar modules among themselves and as extension cable between the individual module strings or DC/AC inverter
- Gable and flat roof photovoltaic systems
- Open land solarfield plants

### Product features

- Excellent weather-, temperature- and UV resistance
- Good notch and abrasion resistance

- Good heat pressure resistance
- Halogen-free and flame-retardant.
- Resistant against oxalic acid and sodium hydroxide

### Approvals (Norm references)



- TÜV Type Approved (2PFG 1169/08.07)
- Halogen-free according to EN 50267-2-1/-2, EN 60684-2
- Ozone resistant according to EN 50396
- Weather-/UV resistant according to HD 605/A1
- Acid-/Brine resistant according to EN 60811-2-1

### Design

- Conductor: Fine wired tinned copper strands
- Core insulation: Electron beam cross-linked copolymer
- Core insulation colour: Black, red or blue
- Outer sheath: Electron beam cross-linked Copolymer
- Outer sheath colour black

### Technical data



#### Approvals

PV1-F (TÜV Type approved according to 2 PFG 1169/08.2007)



#### Conductor stranding

Fine wire in accordance to VDE 0295 Class 5 / IEC 60228 Class 5



#### Minimum bending radius

Fixed installation: 4 x cable diameter



#### Rated voltage

AC  $U_0/U$  : 600/1000 V

DC  $U_0/U$  : 900/1500 V

Max. permissible operating voltage: DC 1800 V



#### Test voltage

AC 6500 V



#### Range of temperature

-40° C up to +120° C max. conductor temperature

Part number	Conductor cross section in mm <sup>2</sup>	Outer diameter in mm approx.	Copper index kg/km	Weight kg/km approx.
<b>Core insulation: black / Outer sheath: black</b>				
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR</b>				
0025908	6.0	7.1	57.6	102.0
0025909	10.0	8.9	96.0	163.0
0025910	16.0	9.8	153.6	225.0
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR TF</b>				
0025905	1.5	5.4	14.4	43.0
0025923	2.5	5.4	24.0	51.0
0025943	4.0	6.0	38.4	70.0
<b>Core insulation: red / Outer sheath: black</b>				
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR</b>				
0025914	6.0	7.1	57.6	102.0
0025915	10.0	8.9	96.0	163.0
0025916	16.0	9.8	153.6	225.0
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR TF</b>				
0025911	1.5	5.4	14.4	43.0
0025926	2.5	5.4	24.0	51.0
0025946	4.0	6.0	38.4	70.0
<b>Core insulation: blue / Outer sheath: black</b>				
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR</b>				
0025920	6.0	7.1	57.6	102.0
0025921	10.0	8.9	96.0	163.0
0025922	16.0	9.8	153.6	225.0
<b>ÖLFLEX® SOLAR XLR TF</b>				
0025917	1.5	5.4	14.4	43.0
0025927	2.5	5.4	24.0	51.0
0025947	4.0	6.0	38.4	70.0

Copper price basis: EUR 150 / 100 kg; For utilization and definition of 'Metal price basis' and 'Metal index' see main catalogue 2010/11 Appendix T17

Please find our standard lengths at: [www.lappkabel.de/en/cable-standardlengths](http://www.lappkabel.de/en/cable-standardlengths)

Packaging size: Coil 100 m; Drum (500; 1000) m

### Comparable products

- ÖLFLEX® SOLAR XL multi see page 13
- ÖLFLEX® SOLAR XLS see page 10

### Accessories

- EPIC® SOLAR see main catalogue 2010/11 page 627 - 631

# ΚΑΛΩΔΙΑ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟ PVC



1. Αγωγός μονόκλωνος ή πολύκλωνος.
2. Μόνωση PVC.
3. Εσωτερικό περίβλημα.
4. Μανδύας PVC.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:**

**H05VV-U** (μονόκλωνος αγωγός)

**H05VV-R** (πολύκλωνος αγωγός)

**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:**

**300/500V**

**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:**

**ΕΛΟΤ 563 - HD 21.4**

## Χρήσεις

Ελαφρύ καλώδιο με δύσκαμπτο αγωγό κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους.

## Χρώματα

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΩΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΡΙΣ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
2	-	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ
3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ	ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
5		



ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
2x1,5	8,3	105	12,1	20		
2x2,5	9,5	140	7,41	27		
2x4,0	10,4	185	4,61	36		
2x6,0	11,4	235	3,08	46		
2x10	14,7	390	1,83	63		
2x16	16,7	545	1,15	85		
2x25	19,7	800	0,727	112		
2x35	19,0	875	0,524	138		
3x1,5	8,4	115	12,1	20		
3x2,5	9,6	165	7,41	27		
3x4,0	10,7	225	4,61	36		
3x6,0	12,1	305	3,08	46		
3x10	15,3	495	1,83	63		
3x10+1,5	15,3	490	1,83	63		
3x16	17,8	725	1,15	85		
3x25	21,4	1100	0,727	112		
3x35	24,0	1435	0,524	138		
4x1,5	9,1	140	12,1	20		
4x2,5	10,5	200	7,41	27		
4x4,0	12,1	285	4,61	36		
4x6,0	13,3	370	3,08	46		
4x10	16,8	610	1,83	63		
4x16	19,5	900	1,15	85		
4x25	23,6	1370	0,727	112		
4x35	26,4	1795	0,524	138		
5x1,5	9,9	165	12,1	20		
5x2,5	11,4	235	7,41	27		
5x4,0	13,1	340	4,61	36		
5x6,0	14,5	445	3,08	46		
5x10	18,5	735	1,83	63		
5x10+1,5	18,5	740	1,83	63		
5x16	21,8	1110	1,15	85		
5x16+1,5	21,8	1100	1,15	85		
5x25	25,9	1655	0,727	112		

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παρακάτω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

**Σημείωση :** Οι αγωγοί 1,5 - 2,5 - 4 - 6 mm<sup>2</sup> είναι συνήθως μονόκλωνοι στρογγυλοί. Οι μεγαλύτεροι αγωγοί είναι πολύκλωνοι στρογγυλοί.



**CONDUR® - CONFLEX®****ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ (1250Nt)**

Το Σύστημα Σωλήνων Βαρέος Τύπου CONDUR®-CONFLEX® παράγεται και ελέγχεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Προτύπων EN 61386.01 και EN 60670-1.

**Περιγραφή**

Το Σύστημα Σωλήνων CONDUR® - CONFLEX® παράγεται σε χρώμα ανοικτό γκρι (RAL 7035), στις διαμέτρους Ø16 έως Ø63, και αποτελείται από τον άκαμπτο ευθύγραμμο σωλήνα CONDUR®, το διαμορφώσιμο σωλήνα (σπирάλ) CONFLEX®, τις καμπύλες, τα κολάρια, τις μούφες, τα ρακόρ και τα στεγανά κουτιά διακλαδώσεως με ίσιες τάπες CONDUR®.

Όλα τα προϊόντα που συνθέτουν το Σύστημα Σωλήνων CONDUR® - CONFLEX® μπορούν να συναρμολογηθούν με τα κουτιά διακλαδώσεως CONDUR HF® (βλ. σελ 81) χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα ρακόρ CONDUR® και διατηρώντας σταθερό το επίπεδο ασφάλειας και στεγανότητας IP55.

**Πεδίο Εφαρμογής**

Προορίζεται για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αυξημένων μηχανολογικών απαιτήσεων ήτοι, βιομηχανικά κτίρια, έργα υποδομής, έργα πολιτικού μηχανικού, εφαρμογές σε εξωτερικούς χώρους, σε δομική και μηχανική βιομηχανία, σε ξύλο, σε χώρους με πιθανή παρουσία τρωκτικών, κ.α.

**Συσκευασία****ΚΟΥΙΔΙΣ on line**

Όλες οι δηλώσεις συμμόρφωσης και τα πιστοποιητικά δοκιμών των προϊόντων βρίσκονται διαθέσιμα στην ιστοσελίδα της εταιρίας.

**Ιδιότητες**

40  
Σωλήνας  
CONDUR®

41  
Σωλήνας  
CONFLEX®

42  
Καμπύλες  
CONDUR®

43  
Κολάρια  
CONDUR®

44  
Μούφες  
CONDUR®

45  
Ρακόρ  
CONDUR®

46  
Κουτιά Διακλαδώσεως  
CONDUR®

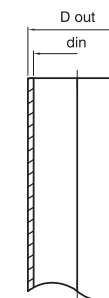
47  
Προτεινόμενο  
πεδίο εφαρμογής

## Άκαμπτος Ευθύγραμμος Σωλήνας CONDUR® (1250Nt)

Ο ευθύγραμμος σωλήνας CONDUR® είναι κατασκευασμένος από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό U-PVC, ελεύθερο βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει την φλόγα), ανθεκτικό σε όξινο και αλκαλικό περιβάλλον, και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει μεγάλη θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση του (από -25°C έως +60°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Δεν αποτελεί ελκυστική τροφή για τα τρωκτικά, είναι ανθεκτικός στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία (UV), εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP67 όταν συναρμολογείται με τη μούφα CONDUR® και είναι ιδανικός για επιφανειακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε χώρους που χαρακτηρίζονται από υψηλές καταπονήσεις και απαιτούν αυξημένα μέτρα προστασίας.

Τυπώνεται με laser και συσκευάζεται σε διακριτή (χρώματος μπλε) συσκευασία από φιλμ πολυαιθυλενίου με τσέρκια ασφαλείας που προσφέρουν την απαραίτητη προστασία κατά τη διανομή, αποθήκευση και παράδοση του.



### ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

EN 61386.01  
EN 61386.21

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2006/95/EK (LVD)  
2002/95/EK (RoHS)

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τύπος	Κωδικός				
		D out	din	t	max
Ø16	1025016	16 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	12.6	1.8	30
Ø20	1025020	20 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	16.4	1.8	30
Ø25	1025025	25 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	21.2	1.9	15
Ø32	1025032	32 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	27.7	2.1	15
Ø40	1025040	40 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	35.6	2.2	9
Ø50	1025050	50 <sup>+0</sup> <sub>-0.5</sub>	45.1	2.4	9
Ø63	1025063	63 <sup>+0</sup> <sub>-0.6</sub>	56.7	3.1	9

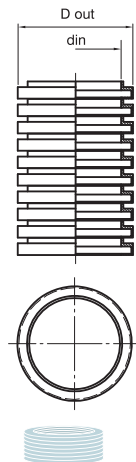
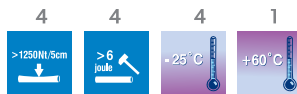
Εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP67 όταν συναρμολογείται με τη μούφα CONDUR®

**Διαμορφώσιμος Κυματοειδής Σωλήνας (σπирάλ) CONFLEX® (1250Nt)**

Ο διαμορφώσιμος σωλήνας CONFLEX® είναι κατασκευασμένος από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό U-PVC, ελεύθερο βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει την φλόγα), ανθεκτικό σε όξινο και αλκαλικό περιβάλλον, και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει μεγάλη θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση του (από -25°C έως +60°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Εύκολα διαμορφώσιμος και ιδιαίτερα εύκαμπτος, δεν αποτελεί ελκυστική τροφή για τα τρωκτικά, είναι ανθεκτικός στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία (UV), εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP66 όταν συναρμολογείται με τη μούφα CONDUR® και είναι ιδανικός για επιφανειακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε χώρους που χαρακτηρίζονται από υψηλές καταπονήσεις και απαιτούν αυξημένα μέτρα προστασίας.

Το τσέρκι ασφαλείας και το προστατευτικό από φιλμ πολυαιθυλενίου με την διακριτή ετικέτα (χρώματος μπλε) που χρησιμοποιούνται κατά τη συσκευασία διασφαλίζουν την προστασία του κατά τη διανομή, αποθήκευση και παράδοση του.






**ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

EN 61386.01  
EN 61386.22

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ**

2006/95/EK (LVD)  
2002/95/EK (RoHS)

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ**

Τύπος	Κωδικός			
Ø16	2025016	16 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	10.8	50
Ø20	2025020	20 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	14.0	50
Ø25	2025025	25 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	18.2	25
Ø32	2025032	32 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	24.1	25
Ø40	2025040	40 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	30.9	20
Ø50	2025050	50 <sup>+0</sup> <sub>-0.5</sub>	39.2	20
Ø63	2025063	63 <sup>+0</sup> <sub>-0.6</sub>	52.0	20

*Εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP66 όταν συναρμολογείται με τη μούφα CONDUR®*



Στη συσκευασία δεν περιλαμβάνονται οι μούφες.

## Καμπύλες CONDUR®

Η καμπύλη CONDUR® είναι κατασκευασμένη από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό U-PVC, ελεύθερο βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει την φλόγα), ανθεκτικό σε όξινο και αλκαλικό περιβάλλον, και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει μεγάλη θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση της (από -25°C έως +60°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Δεν αποτελεί ελκυστική τροφή για τα τρωκτικά, έχει ιδιαίτερη αντοχή στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία (UV) και είναι ιδανική για επιφανειακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε χώρους που χαρακτηρίζονται από υψηλές καταπονήσεις και απαιτούν αυξημένα μέτρα προστασίας. Εξασφαλίζει IP67 βαθμό στεγανότητας όταν συναρμολογείται με τους σωλήνες CONDUR® και CONFLEX® με την χρήση των αντίστοιχων μουφών CONDUR® καθώς και IP55 όταν συναρμολογείται με τα στεγανά κουτιά διακλαδώσεως CONDUR® και CONDUR HF® με τη χρήση των αντίστοιχων ρακόρ CONDUR®.

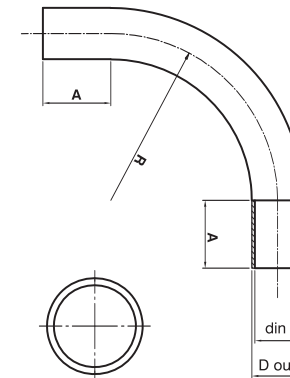


### ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ





EN 61386.01

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2006/95/EK (LVD)  
2002/95/EK (RoHS)



### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τύπος	Κωδικός	A mm	R mm				
Ø16	4325016	27.0	55.0	16 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	12.7	1.7	10
Ø20	4325020	35.0	65.0	20 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	16.2	1.9	10
Ø25	4325025	36.7	90.0	25 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	21.2	2.0	10
Ø32	4325032	47.6	125.0	32 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	27.5	2.3	6
Ø40	4325040	52.9	130.0	40 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	35.4	2.4	6
Ø50	4325050	62.0	163.0	50 <sup>+0</sup> <sub>-0.5</sub>	45.0	2.6	4
Ø63	4325063	77.0	191.0	63 <sup>+0</sup> <sub>-0.6</sub>	57.5	2.8	4

## Κολάρα CONDUR®

Το κολάρο CONDUR® είναι κατασκευασμένο από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό PC/ABS, ελεύθερο αλογόνων και βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει τη φλόγα), και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει εξαιρετική θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση του (από -25°C έως +90°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Κατά την καύση του, σε περίπτωση πυρκαγιάς, δεν εκλύει τοξικά και διαβρωτικά αέρια, είναι περιορισμένης εκπομπής καπνού, και είναι ιδανικό για χρήση σε χώρους συνάθροισης κοινού, χώρους με ακριβό μηχανολογικό εξοπλισμό ή με ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.

Προορίζεται για την στερέωση σωλήνων CONDUR® και CONFLEX®. Τοποθετείται με την χρήση υρατ και βίδας και διαθέτει πλαϊνές εγχοπές για να μπορεί να τοποθετείται σε ράγα.




### ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

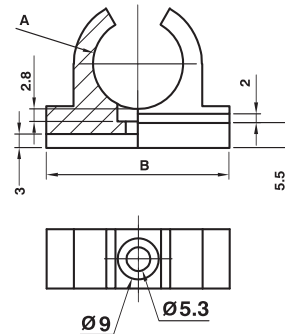
EN 61386.01  
EN 50267.02.02

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2006/95/EK (LVD)  
89/106/EOK (CPD)  
2002/95/EK (RoHS)

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τύπος	Κωδικός	A mm	B mm	
Ø16	4125016	15.8	35	50
Ø20	4125020	19.8	40	50
Ø25	4125025	24.8	46	30
Ø32	4125032	31.8	53	30
Ø40	4125040	39.8	63	20
Ø50	4125050	49.8	74	20
Ø63	4125063	62.8	88	20



## Μούφες CONDUR®

Η μούφα CONDUR® είναι κατασκευασμένη από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό HDPE, ελεύθερο αλογόνων και βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει τη φλόγα), και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει εξαιρετική θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση της (από -25°C έως +90°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Κατά την καύση της, σε περίπτωση πυρκαγιάς, δεν εκλύει τοξικά και διαβρωτικά αέρια, είναι περιορισμένης εκπομπής καπνού, και είναι ιδανική για χρήση σε χώρους συνάθροισης κοινού, χώρους με ακριβό μηχανολογικό εξοπλισμό ή με ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις. Εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP67 όταν συναρμολογείται με τους σωλήνες και τις καμπίλες CONDUR® καθώς και IP66 όταν συναρμολογείται με τους σωλήνες CONFLEX®.








### ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

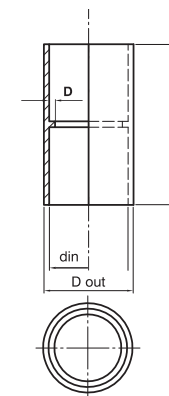
EN 61386.01  
EN 50267.02.02

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2006/95/EK (LVD)  
89/106/EOK (CPD)  
2002/95/EK (RoHS)

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τύπος	Κωδικός					
		D out	din min	mm	mm	
Ø16	4225016	20.0	16.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	51.0	1.5	30
Ø20	4225020	23.5	20.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	51.5	1.5	30
Ø25	4225025	28.5	25.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	51.5	1.5	30
Ø32	4225032	37.0	32.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	65.0	2.0	20
Ø40	4225040	44.5	40.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	81.4	2.0	15
Ø50	4225050	55.6	50.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.5</sub>	100.5	2.5	10
Ø63	4225063	69.8	63.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.6</sub>	121.0	2.8	8



**Ρακόρ CONDUR®**

Το ρακόρ CONDUR® είναι κατασκευασμένο από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό HDPE, ελεύθερο αλογόνων και βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει τη φλόγα), και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Έχει μεγάλη θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάσταση του (από -25°C έως +90°C), και διαθέτει άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες.

Κατά την καύση του, σε περίπτωση πυρκαγιάς, δεν εκλύει τοξικά και διαβρωτικά αέρια, είναι περιορισμένης εκπομπής καπνού, και είναι ιδανικό για χρήση σε χώρους συνάθροισης κοινού, χώρους με ακριβό μηχανολογικό εξοπλισμό ή με ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.

Εξασφαλίζει βαθμό στεγανότητας IP55 όταν συναρμολογείται με τα στεγανά κουτιά διακλαδώσεως CONDUR HF® και CONDUR®, με τους σωλήνες CONDUR® και CONFLEX® και τις αντίστοιχες καμπύλες CONDUR®.

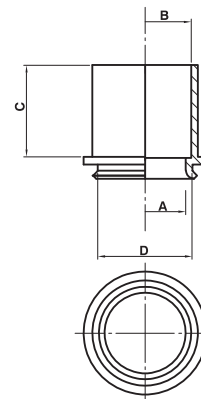


**ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**


EN 61386.01  
EN 50267.02.02

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ**

2006/95/EK (LVD)  
89/106/ΕΟΚ (CPD)  
2002/95/EK (RoHS)



**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ**

Τύπος	Κωδικός	A mm	B mm	C mm	D mm	
Ø16	4025016	13.0	16.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	16.0	20.0	30
Ø20	4025020	16.5	20.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.3</sub>	20.0	20.0	30
Ø25	4025225	21.5	25.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	32.0	33.0	20
Ø32	4025232	27.5	32.0 <sup>+0</sup> <sub>-0.4</sub>	35.0	33.0	20





Δυνατότητα χρήσης ρακόρ CONDUR®  
διαφορετικών διαμέτρων.

## Στεγανά τετράγωνα Κουτιά Διακλαδώσεως CONDUR®

Τα κουτιά διακλαδώσεως CONDUR® είναι κατασκευασμένα από ειδικά σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό βασισμένο στο PC, ελεύθερο αλογόνων και βαρέων μετάλλων (RoHS), αυτοσβενούμενο (δεν διαδίδει τη φλόγα) στους 650°C, και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035. Διαθέτουν άριστες ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες με εξαιρετική θερμοκρασιακή αντοχή κατά την εφαρμογή και εγκατάστασή τους (από -25°C έως +90°C).

Προσφέρονται με έτοιμες οπές σφραγισμένες με λαστικένιες τάπες για την εύκολη συναρμολόγησή τους με τα ρακόρ CONDUR®. Ο σχεδιασμός τους επιτρέπει την τοποθέτηση εσωτερικής ράγας αναρτήσεως μηχανισμών. Διαθέτουν τέσσερις αποσπώμενες εξόδους στην βάση τους, σημεία ευθυγράμμισης σε κάθε τους πλευρά ενώ δέχονται εσωτερική ράγα αναρτήσεως μηχανισμών.

Το πρεσαριστό ελαστικό καπάκι και οι λαστικένιες τάπες εξασφαλίζουν βαθμό στεγανότητας IP 55. Με αυξημένη αντοχή στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία (UV) είναι τα ιδανικά για εξωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Κατά την καύση τους, σε περίπτωση πυρκαγιάς, δεν εκλύουν τοξικά και διαβρωτικά αέρια, είναι περιορισμένης εκπομπής καπνού, και είναι ιδανικά για χρήση σε χώρους συνάθροισης κοινού, χώρους με ακριβό μηχανολογικό εξοπλισμό ή με ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.

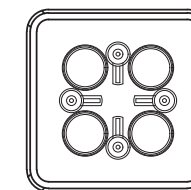
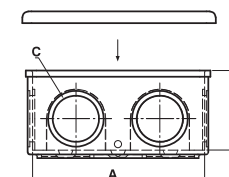


### ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



EN 60670-1  
EN 50267.02.02

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2006/95/EK (LVD)  
89/106/EOK (CPD)  
2002/95/EK (RoHS)



### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τύπος	Κωδικός	A mm	B mm	C mm		
Ø16/20	3020016	67.0	38.0	21.6	7	10
Ø20/16	3020020	82.0	43.0	21.6	7	10
Ø25/32	3020225	101.0	51.0	35.1	7	5



## Προτεινόμενο Πεδίο Εφαρμογής

	Επιφανειακές						Ειδικών απαιτήσεων						Χωνευτές						Επιφανειακές						Ειδικών απαιτήσεων						
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ												ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ																		
	Τοιχοποιία	Γυψοσανίδα	Ξύλο	Μέταλλο	Προκατασκευασμένα κτίρια	Χαμηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις (-25 °C)	Υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις (+90°C - +120°C)	Χώροι διαχείρισης προφίμων (HACCP)	Χώροι με συχνή συνάθροιση κοινού <sup>1</sup>	Σταθμοί αυτοκινήτων	Βιομηχανικοί χώροι <sup>2</sup>	Παρουσία τρωκτικών	Επίχρισμα	Σκυρόδεμα (beton)	Ενδοδαπέδια	Γυψοσανίδα	Ψευδοροφές / Ψευδοδαπέδα	Τοιχοποιία	Ξύλο	Μέταλλο	Τσιμεντοσανίδα	Προκατασκευασμένα κτίρια	Χαμηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις (-25 °C)	Υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις (+90°C - +120°C)	Χώροι έκθεσης σε UV ακτινοβολία	Χώροι διαχείρισης υγρών καυσίμων/πετρελαιοειδών	Παραθαλάσσιοι Χώροι	Βιομηχανικοί χώροι	Παρουσία τρωκτικών	Έργα μεγάλης κλίμακας/Υποδομής <sup>3</sup>	
CONDUR® Σωλήνες	■	□	■	■	□	■	—	□	□	■	■	■	□	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	—	■	■	■	■	■	■	■
CONFLEX® Σπирάλ	■	□	■	■	□	■	—	—	□	■	■	■	□	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	—	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR® Καμπύλες	■	□	■	■	□	■	—	□	□	■	■	■	□	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	—	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR® Κολάρια	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR® Μούφες	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR® Ρακόρ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	—	□	—	—	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR® Κουτιά	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	—	□	—	—	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONDUR HF® Κουτιά	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	—	□	—	—	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

1 Αεροδρόμια, μετρό, νοσοκομεία, θέατρα, σχολεία, ξενοδοχεία, συνεδριακά κέντρα, υπόγεια παρκινγκ, κ.α.

2 Μηχανοστάσια, χώροι παραγωγής, μηχανουργεία, εργαστήρια, αποθήκες εμπορευμάτων/πρώτων υλών, Βιοτεχνικοί χώροι, κ.α.

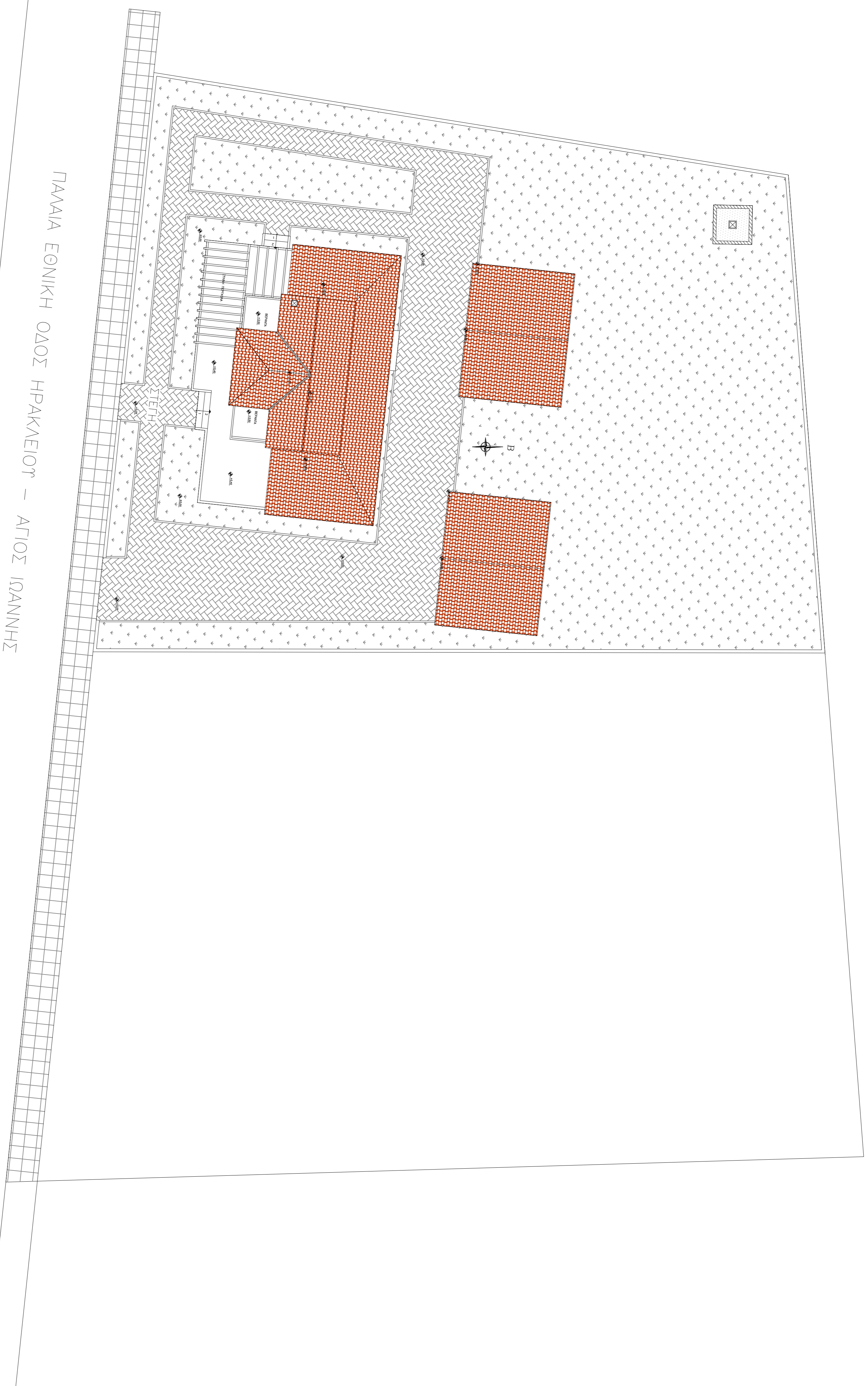
3 Αεροδρόμια, οδικά δίκτυα, γέφυρες, τούνελ, σιδηρόδρομοι, έργα συγκοινωνιών, αστικά έργα ανάπλασης, κ.α.

■ ΙΔΑΝΙΚΟ (Οικονομοτεχνικά ιδανικό)  
 □ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ (Κατάλληλο για χρήση)  
 — ΔΕΝ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ (Ακατάλληλο για χρήση)

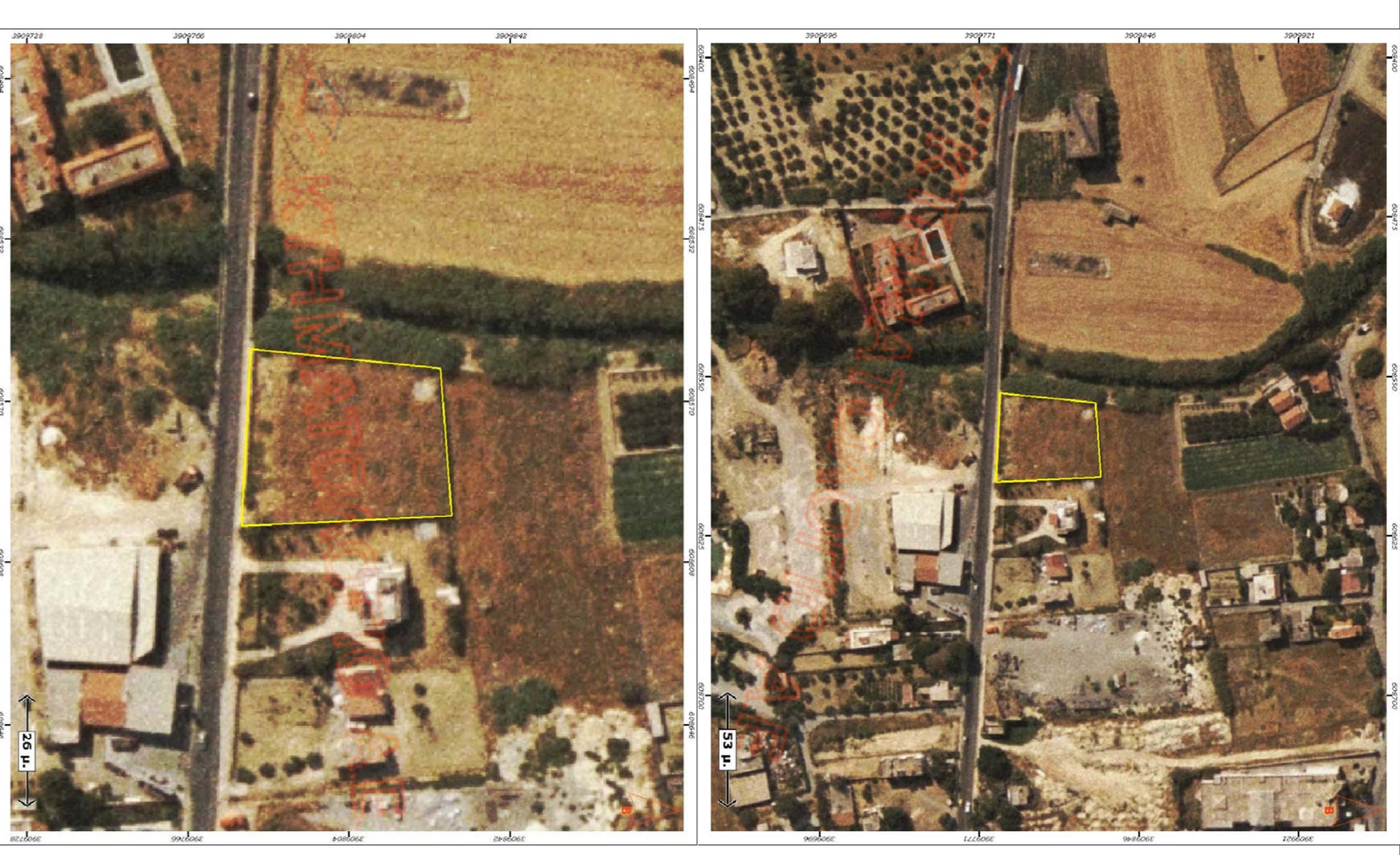
Τα παραπάνω πεδία εφαρμογής προτείνονται με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές των προϊόντων KOUVIDIS®. Τοπικοί ή εθνικοί περιορισμοί πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ' – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ**





ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ



ΘΕΜΑ : ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΣΤΗΝΔΑΣΙΑ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ & ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

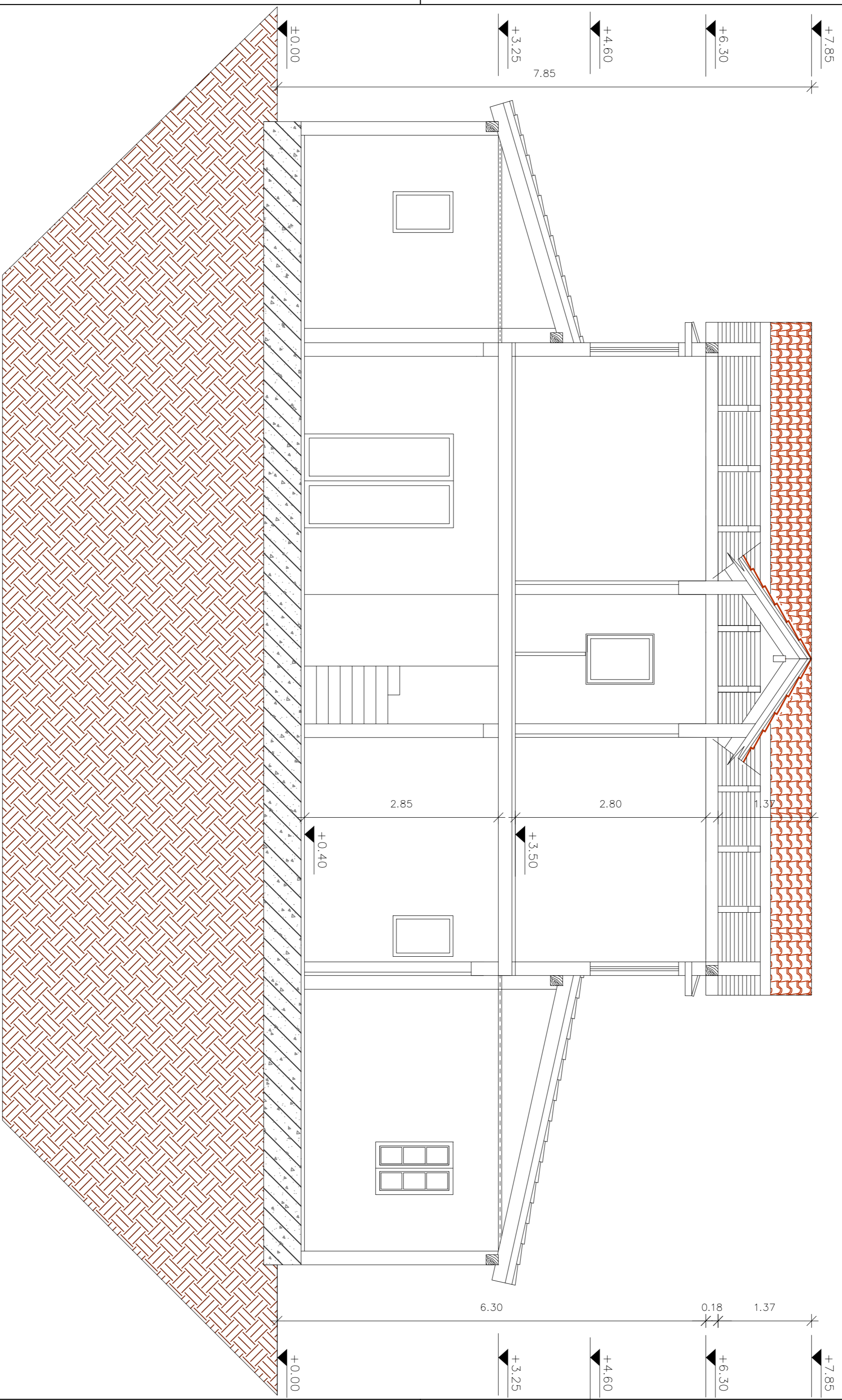
**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΉΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW**

ΘΕΜΑ : ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ  
**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ : ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ : ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013  
Η/Μ : ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ  
ΤΕΛΕΙΟΦΟΙΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΛΙΔΙΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ : ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΕΠΕΞΟΥΣ : ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΘΕΩΡΗΣΗ



ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ  
ΣΤΑΣΙΑΣ, ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ & ΔΙΟΔΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΠΑΛΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ  
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

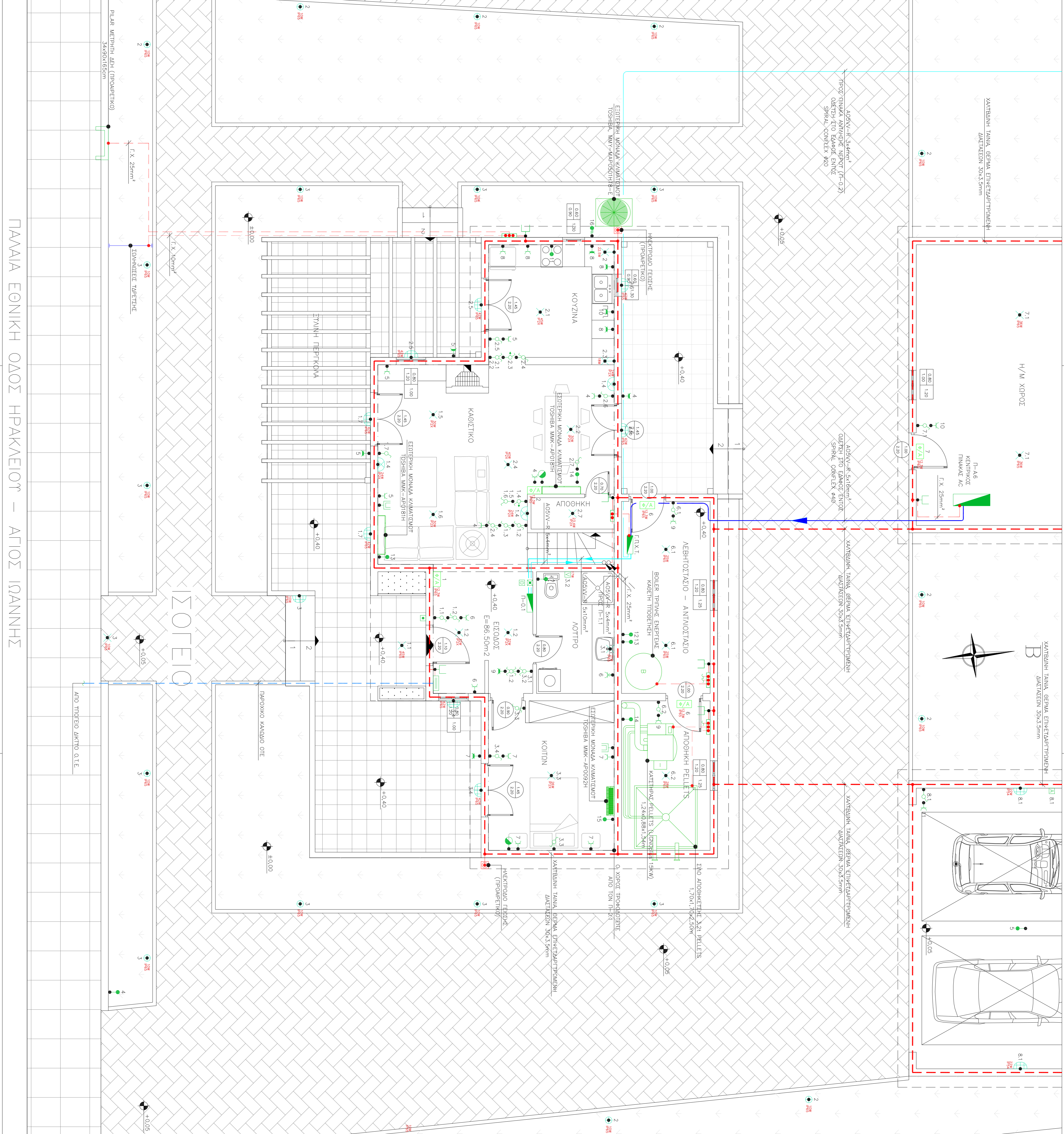
**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΩΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW**

ΘΕΜΑ : ΤΟΜΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ  
**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**  
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ:  
**ΑΡΧ-02**  
ΚΥΜΑΚΚΑ 1:100

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ  
Η/ΜΚ  
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ  
ΣΥΝΕΡΓΑΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ  
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013  
ΕΚΔΟΣΗ 01  
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΔΙΣ

ΕΝΕΡΓΟΣ ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ  
ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ



ΠΑΜΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΙΣΧΥΩΝ**

	ΚΑΒΛΟ ΕΣΤΕΡΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
	ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΑ
	ΓΡΑΜΜΗ ΓΕΩΣΗΣ
	ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΒΛΩΣ ΟΤΕ
	ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ
	ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΑΓΩΓΟΣ ΚΟΜΜΑΤΕΡ
	ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΑΕ ΡΕΤΟΤΣ ΑΡΧΑΟΣ
	ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΠΡΩΒΟΛΩΜΕΝΗΣ ΕΝΤΗΣΗΣ (DUMPER)
	ΑΝΙΣΗΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΑ ΦΩΤΙΣΜΟ
	ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ
	ΕΠΙΘΟΚΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΠΟΤ ΧΕΝΩΝΑ 60W ΣΤΕΡΝΟ
	ΣΥΜΒΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΒΟΛΕΑΣ ΕΣΤΕΡΝΙΚΩΤ ΦΩΤΙΣΜΩΤ (H85)
	ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΦΩΦΕΡΜΩΤ ΕΠΙΘΟΚΟ ΣΤΕΡΝΟ
	ΣΤΕΡΝΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΞΕ ΙΣΤΟΣ ΣΤΗΡΝΗΣ ΠΡΟΒΟΛΕΑ ΤΠΟΤ 0,50m
	ΡΕΤΜΑΤΙΔΟΛΟΓΗΣ ΙΣΤΟΚΟ
	ΡΕΤΜΑΤΙΔΟΛΟΓΗΣ ΙΣΤΟΚΟ ΣΤΕΡΝΟΣ
	ΜΙΠΟΤΤΟΝ ΚΑΜΑΚΟΤΑΕΛΙΩΤ
	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (ΑΝΑΜΟΝΗ)
	ΑΤΤΟΜΑΤΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΑΜΑΤΙΠΡΑ
	ΦΩΦΙΣΜΩΤ 6W ΚΑΙ ΜΠΑΤΑΡΕΙΑ ΝΙ – ΟΔ
	ΘΕΡΜΟΔΙΣΤΑΝΤΗΣ
	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΞΕΩΝ**

	ΑΝΗΝ TV-RO ΤΕΡΜΑΤΗΣ, ΑΠΩΔΕΕΣ 80B
	ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΜΑΚΕΜΠΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΚΙΠΡΩΤ
	ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΩΤ ΡΔ11/4p
	ΜΙΠΟΤΤΟΝ ΚΟΤΑΔΟΤΙΩΤ
	ΚΟΤΑΔΟΤΙ ΑΠΟ ΗΚΗΝ ΜΕ ΠΡΟΦΑΔΟΤΙΚΟ ΚΟΤΑΔΟΤΙΩΝ

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΩΤ ΉΡΒΑΚΩΤ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW**

ΟΜΑ : ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΩΤ

**ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ**

ΚΑΜΑΚΑ 1:100

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΩΤ: **ΗΛ-01**

ΜΕΤΡΗΣΤΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΚΤΩΒΡΙΩΤ 2013

Η/Μ: ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΤΕΛΕΙΟΘΕΩΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΩΤΩΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΤ Τ.Ε ΚΩΔΙΚΩΤ ΕΡΓΩΤΣ ΡΑΥΛΙΔΙΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΕΛΕΥΘΕΣ ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΩΤ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

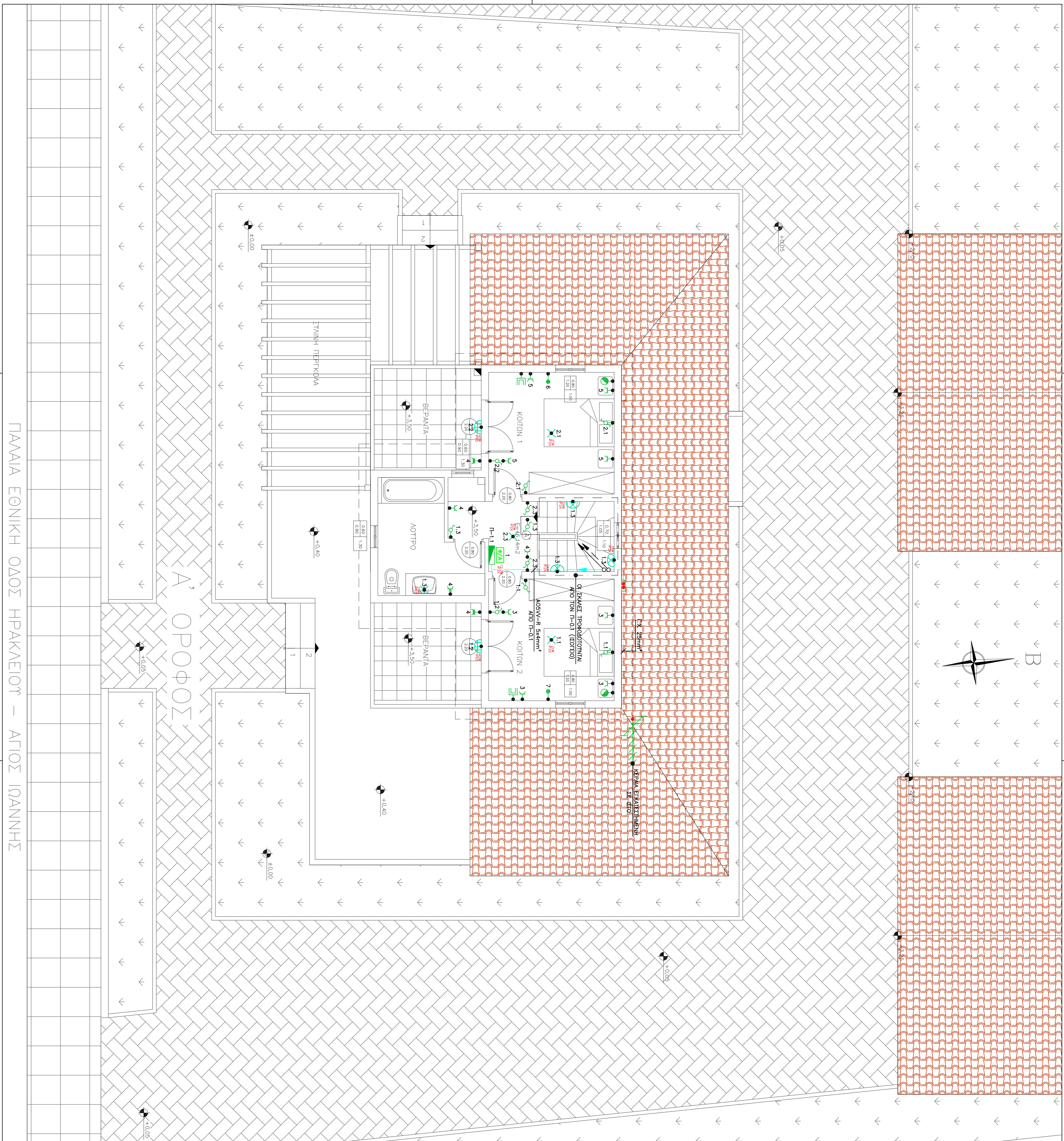
ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ ΓΕΩΡΓΙΩΤ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

ΟΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΣΤΥΛΙΑΤΑΣΜ. ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ & ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΩΤΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΩΤΩΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

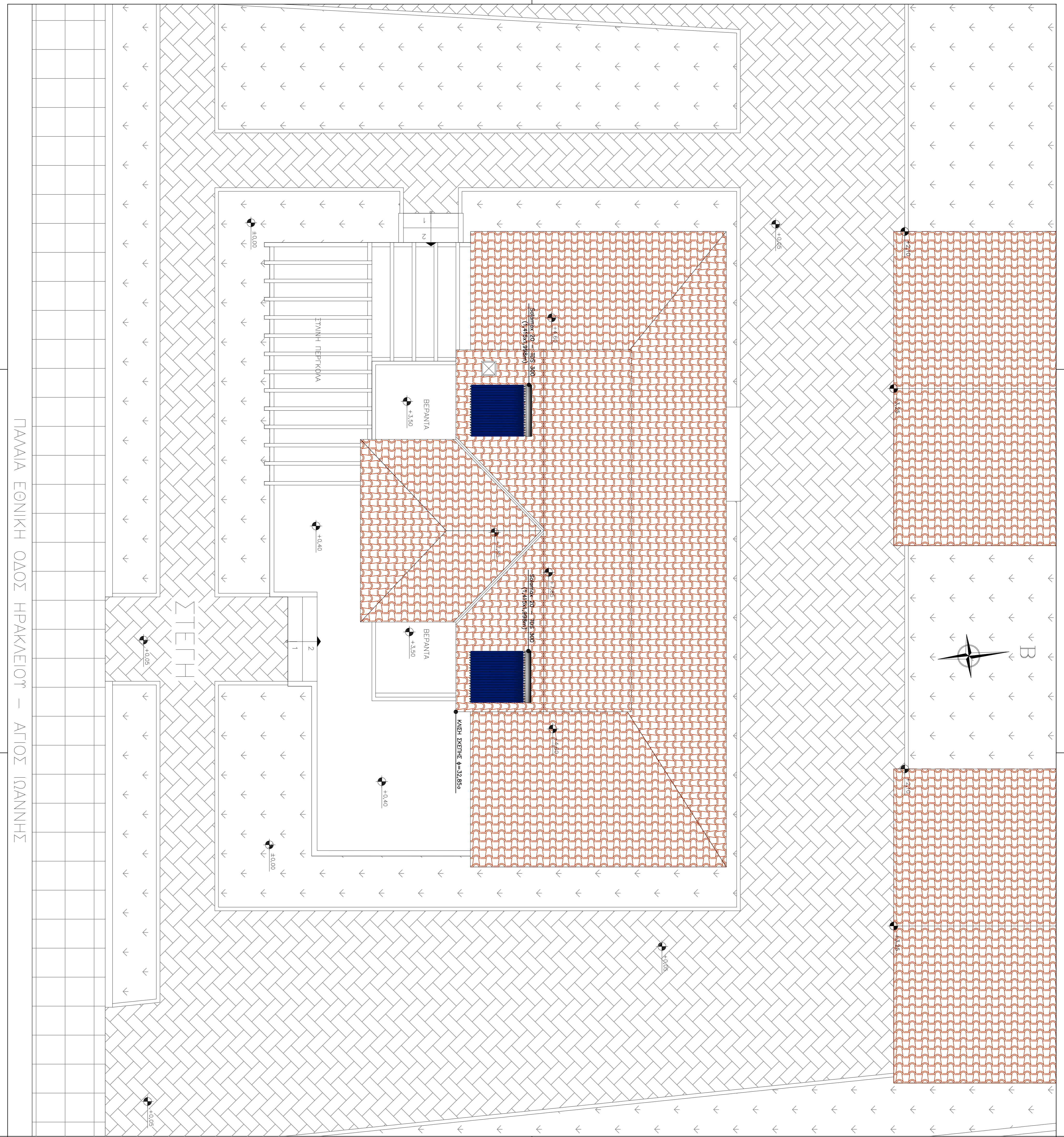
ΘΕΣΗ ΕΡΓΩΤ: ΠΑΜΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΩΤ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΕΤΡΗΣΤΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΚΤΩΒΡΙΩΤ 2013
Η/Μ: ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΤΕΛΕΙΟΘΕΩΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΩΤΩΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΤ Τ.Ε	ΚΩΔΙΚΩΤ ΕΡΓΩΤΣ ΡΑΥΛΙΔΙΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ	ΕΛΕΥΘΕΣ ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΩΤ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ
ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ	ΓΕΩΡΓΙΩΤ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ



ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

<b>ΤΠΟΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΙΣΧΥΡΩΝ</b> ΚΑΘΩΣ ΕΣΤΙΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: cyan;">—</span> ΚΑΘΩΣ ΕΣΤΙΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</li> <li><span style="color: blue;">—</span> ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΑΣ</li> <li><span style="color: red;">—</span> ΓΡΑΦΗ ΓΕΩΣΗΣ</li> <li><span style="color: blue;">—</span> ΓΡΑΦΗ ΚΑΘΩΔΩΣ ΟΤΕ</li> <li>ΔΙΚΟΤΗ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ</li> <li>ΔΙΚΟΤΗ ΑΓΩΓΟΣ ΚΟΜΜΑΤΕΡ</li> <li>ΔΙΚΟΤΗ ΑΛΕ ΡΕΤΩΤ ΑΡΧΑΙΟΣ</li> <li>ΔΙΚΟΤΗ ΠΡΩΤΟΖΩΟΝΗΣ ΕΝΤΗΣ (DUMPER)</li> <li>ΑΝΙΣΤΗΤΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΓΙΑ ΦΟΤΙΣΜΟ</li> <li>ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ</li> <li>ΕΠΙΤΟΧΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΠΟΤ ΧΕΝΩΝΑ 60W ΣΤΕΡΝΟ</li> <li>ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΒΟΛΕΑΣ ΕΣΤΙΝΚΩΤ ΦΩΤΙΣΜΩΤ (H85)</li> <li>ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΦΩΣΦΩΜΩΤ ΕΠΙΤΟΧΟ ΣΤΕΡΝΟ</li> <li>ΣΤΕΡΝΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΕ ΕΙΣΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΟΒΟΛΕΑ ΤΠΟΤ 0,50m</li> <li>ΡΕΓΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΙΣΤΟΚΟ</li> <li>ΡΕΓΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΙΣΤΟΚΟ ΣΤΕΡΝΟΣ</li> <li>ΜΙΟΤΤΩΝ ΚΥΜΑΚΟΣΤΑΣΙΩΤ</li> <li>ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (ΑΝΑΜΟΝΗ)</li> <li>ΑΤΤΩΛΑΤΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΑΛΜΠΙΤΡΑ</li> <li>ΦΩΣΦΩΜΩΤ 6W ΚΑΙ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ NI – Cd</li> <li>ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ</li> <li>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΛΑΚΑΣ</li> </ul>	<b>ΤΠΟΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΣΕΝΩΝ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> ΑΝΗΗ TV-RO ΤΕΡΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΙΔΕΞ 88P</li> <li> ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΚΤΠΩΤ</li> <li> ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΩΤ R411/4p</li> <li> ΜΙΟΤΤΩΝ ΚΟΣΤΑΝΙΩΤ</li> <li> ΚΟΣΤΑΝΙ ΑΠΟ ΗΧΗΝ ΜΕ ΠΡΟΦΩΔΟΤΙΚΟ ΚΟΣΤΑΝΙΩΝ</li> </ul>
<b>ΣΤΑΣΤΑΣΜ. ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ &amp; ΔΙΟΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> <b>ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ</b>	
<b>ΣΧΟΛΗ</b> ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΩΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ <b>ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε</b>	
<b>ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ:</b> ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥΤ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΩΔΙΚΩΤ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW</b>	
<b>ΘΕΜΑ :</b> ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥΤ <b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ:</b> <b>HA-02</b> ΚΥΜΑΚΑΣ 1:100
<b>ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ</b> ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ <b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΥΣ 2013</b>
Η/Μ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΤ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε	ΕΚΔΟΣΗ 01 ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ ΡΑΥΛΙΔΙΣ
<b>ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ</b> ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ	<b>ΕΛΕΓΧΟΣ</b> ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΥΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ
<b>ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΤΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ</b>	<b>ΘΕΡΜΗΧΗ</b>



ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΥΤΕΡΩΝ**

- ΚΑΘΩΣ ΕΣΤΙΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
- ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΑ
- ΓΡΑΜΜΗ ΓΕΩΣΗΣ
- ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΘΩΔΟΥ ΟΤΕ
- ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ
- ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΑΓΩΓΟΥ ΚΟΜΜΑΤΕΡ
- ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΑΓΕ ΡΕΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΥ
- ΔΙΚΟΤΗΤΗ ΠΡΩΒΟΛΩΝΗΣ ΕΠΙΣΤΗΣ (DUMMER)
- ΑΝΙΧΝΕΤΗ ΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ
- ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ
- ΕΠΙΤΟΧΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΥΠΟΤ ΧΕΩΝΑ 60W ΣΤΕΡΝΟ
- ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΒΟΛΩΣ ΕΣΤΙΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (I.R.S)
- ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΦΩΣΦΟΡΕΤΟ ΕΠΙΤΟΧΟ ΣΤΕΡΝΟ
- ΣΤΕΡΝΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΣΕ ΕΙΣΟΔΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΟΒΟΛΩΣ ΤΥΠΟΣ 0,50m
- ΠΕΡΙΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΙΣΤΟΚΟ
- ΠΕΡΙΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΙΣΤΟΚΟ ΣΤΕΡΝΟΥ
- ΜΙΛΟΤΤΟΝ ΚΩΣΤΑΝΙΟΥΤ
- ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (ΑΝΑΜΟΝΗ)
- ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΑΝΑΠΤΗΡΑ ΦΩΣΦΩΡΙΣΤΟ 6W ΚΑΙ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ NI - Cd
- ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ
- ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΣΕΝΩΝ**

- ΔΩΜΑ ΤΥ-ΒΟ ΤΕΡΜΑΤΙΚΗ ΑΠΩΣΕΣ 8dB
- ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΙΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΚΤΙΡΙΟΥΤ
- ΣΥΜΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥΤ R411/4p
- ΜΙΛΟΤΤΟΝ ΚΩΣΤΑΝΙΟΥΤ
- ΚΟΤΑΛΟΤΗ ΑΓΩ ΗΧΩΝ ΜΕ ΠΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΚΟΤΑΛΟΤΗΝ

**ΣΤΑΣΤΑΣΙΑ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ & ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε**

**ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΠΑΛΑΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥΤ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥΤ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥΤ ΤΡΥΠΑΚΟΥΤ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΥΣ ΔΕΥΤΕΡΩΝ 19,6KW**

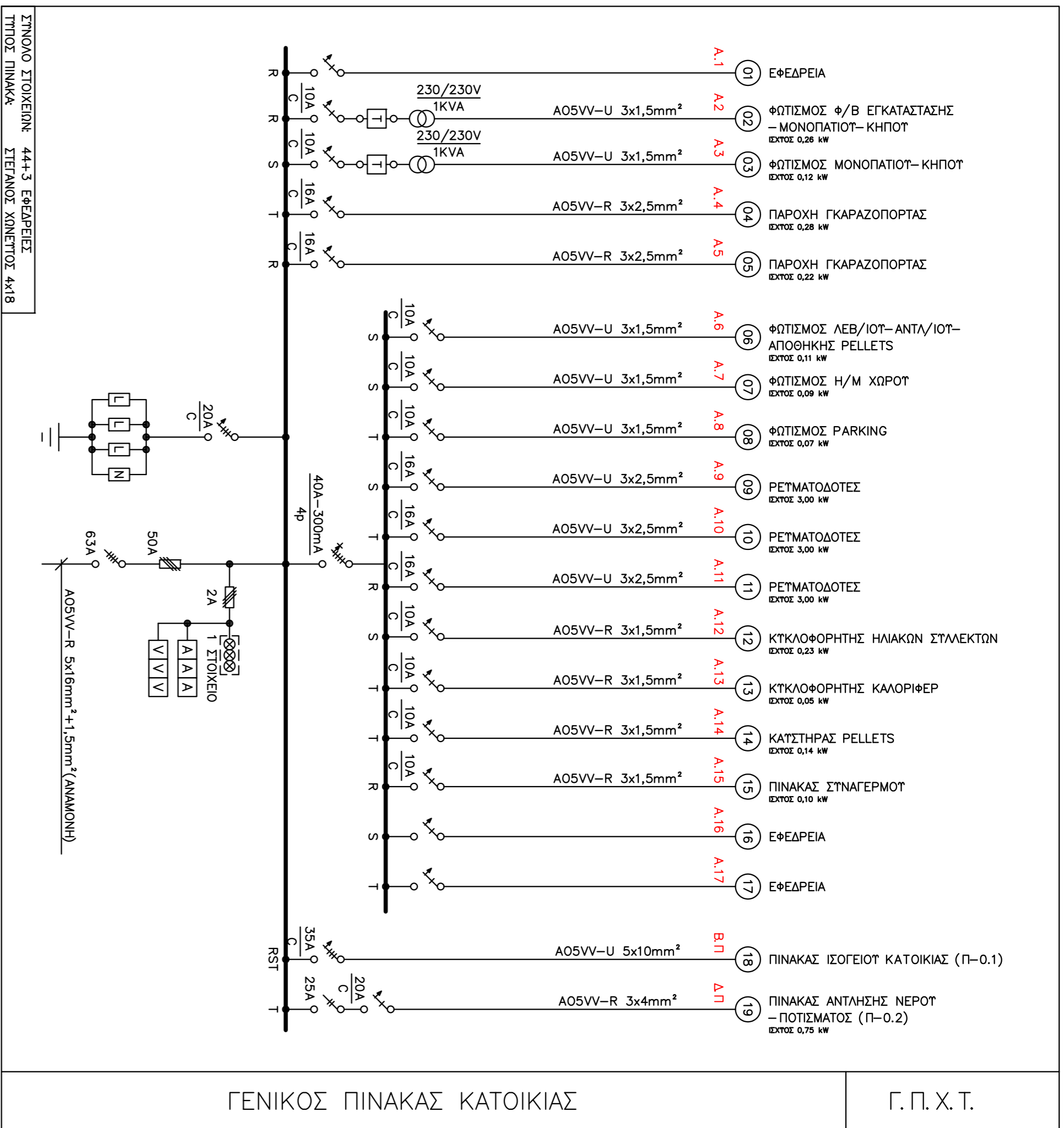
**ΘΕΜΑ : ΚΑΤΟΥΗ ΣΤΕΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ**

**ΜΕΤΕΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**  
**Η/Μ: ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ**  
 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΟΥΤ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥΤ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ Τ.Ε  
**ΣΥΜΜΕΤΡΗ/ΜΕΤΕΤΗΣ ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ**

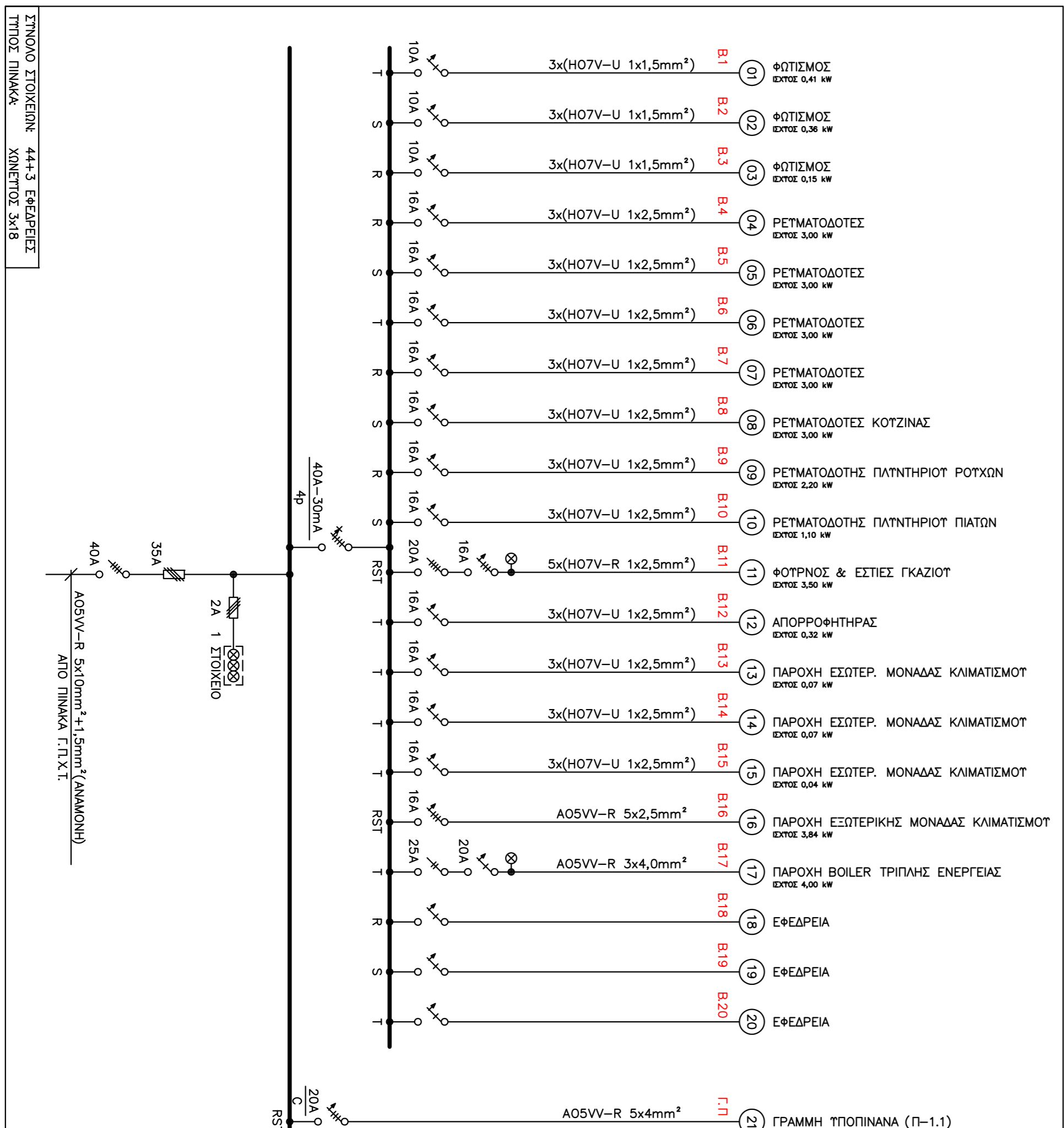
**ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: HA-03**  
 ΚΥΜΑΚΑ 1:100  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥΣ 2013  
 ΕΚΔΟΣΗ 01  
 ΚΩΔΙΚΟΥΣ ΕΡΓΟΥΣ ΡΑΥΛΙΔΙΣ  
 ΕΠΕΞΧΟΥΣ ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΥΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ

**ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΤΕΤΗΣ**

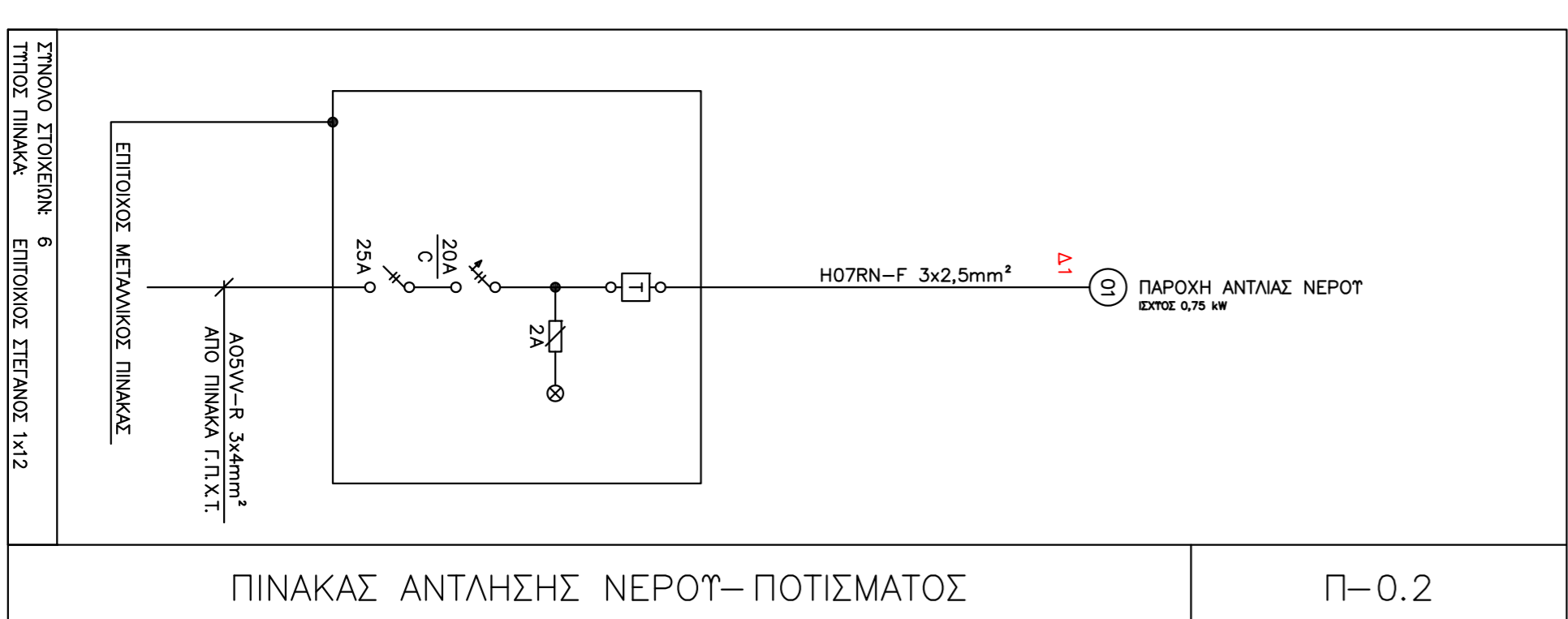




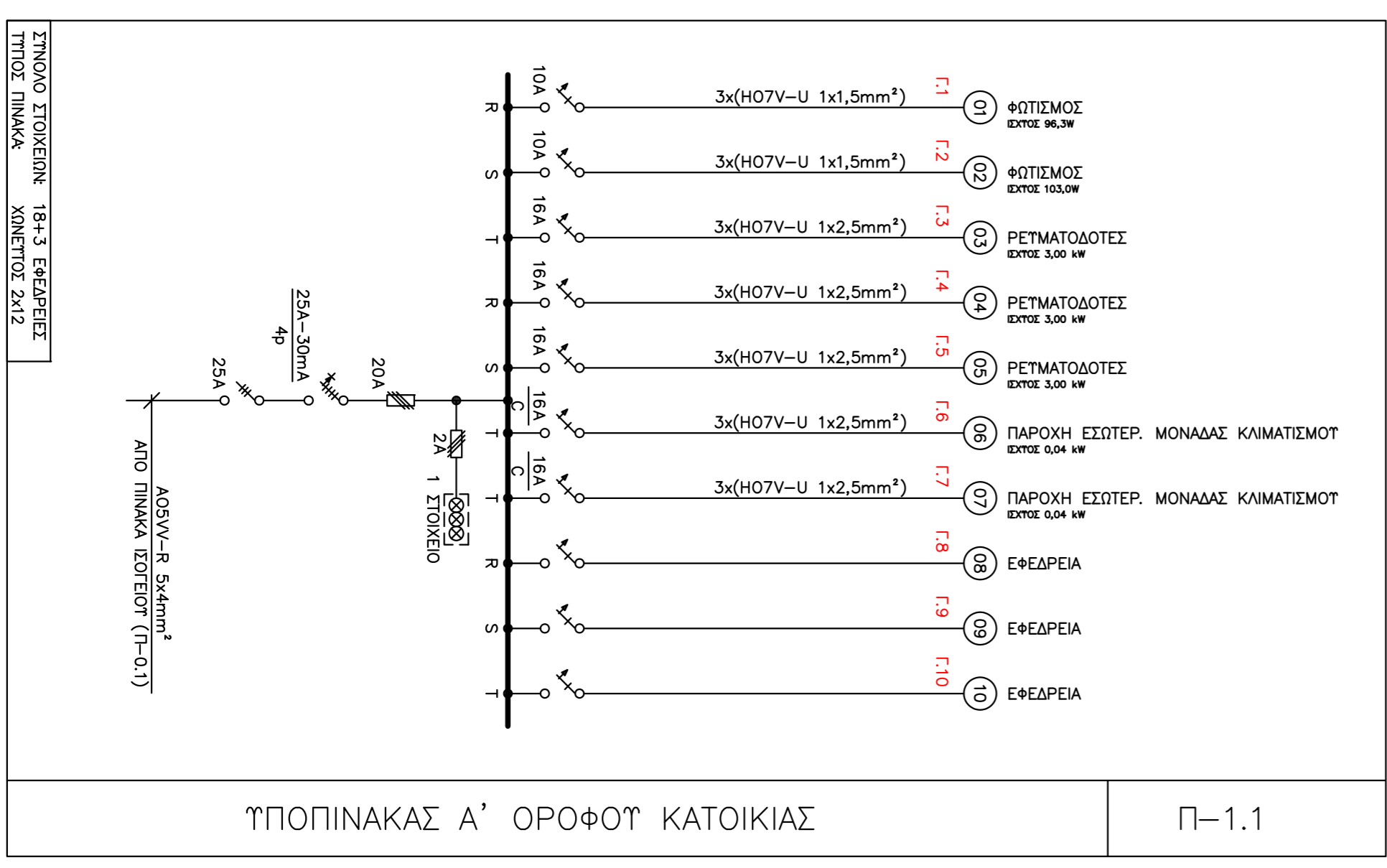
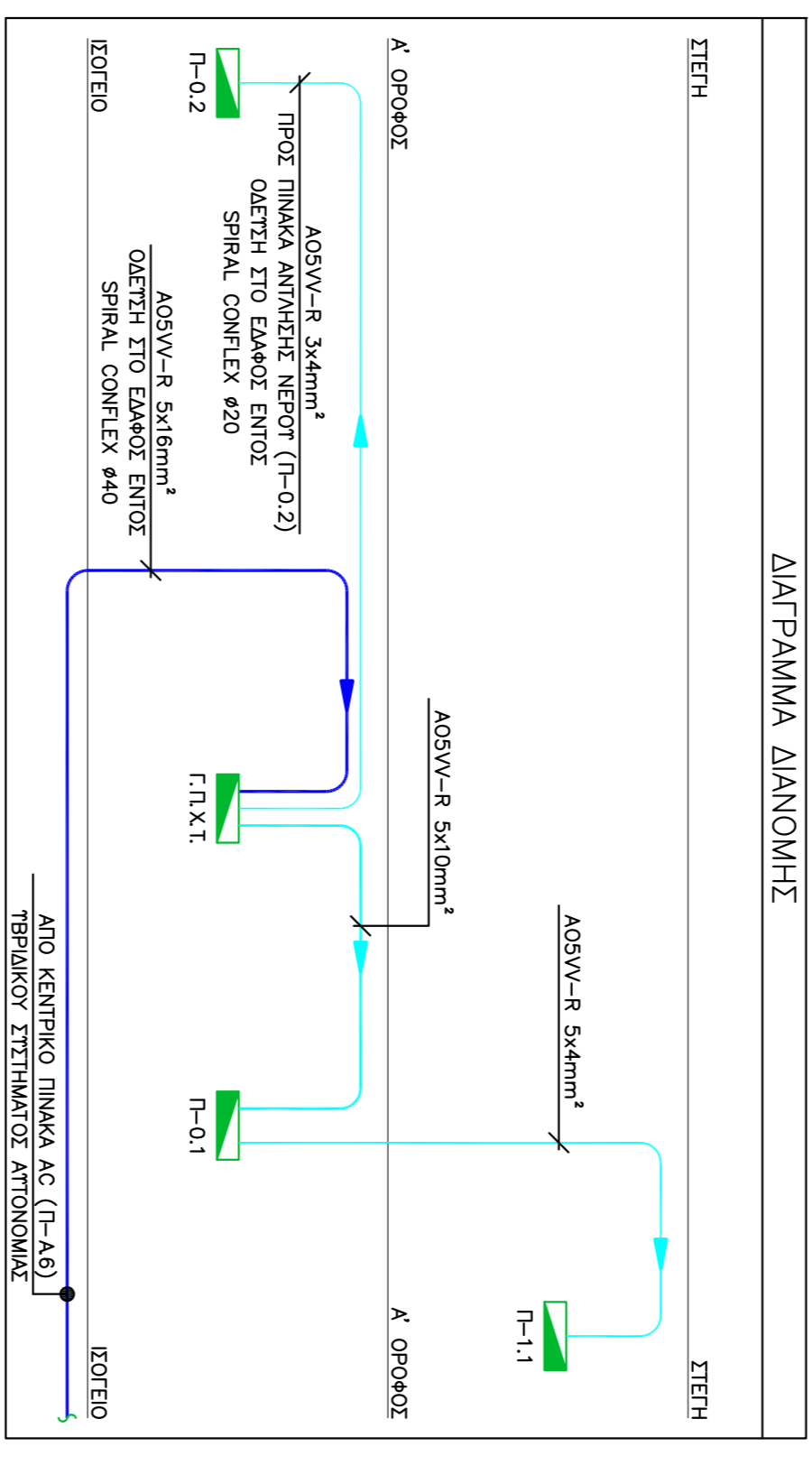
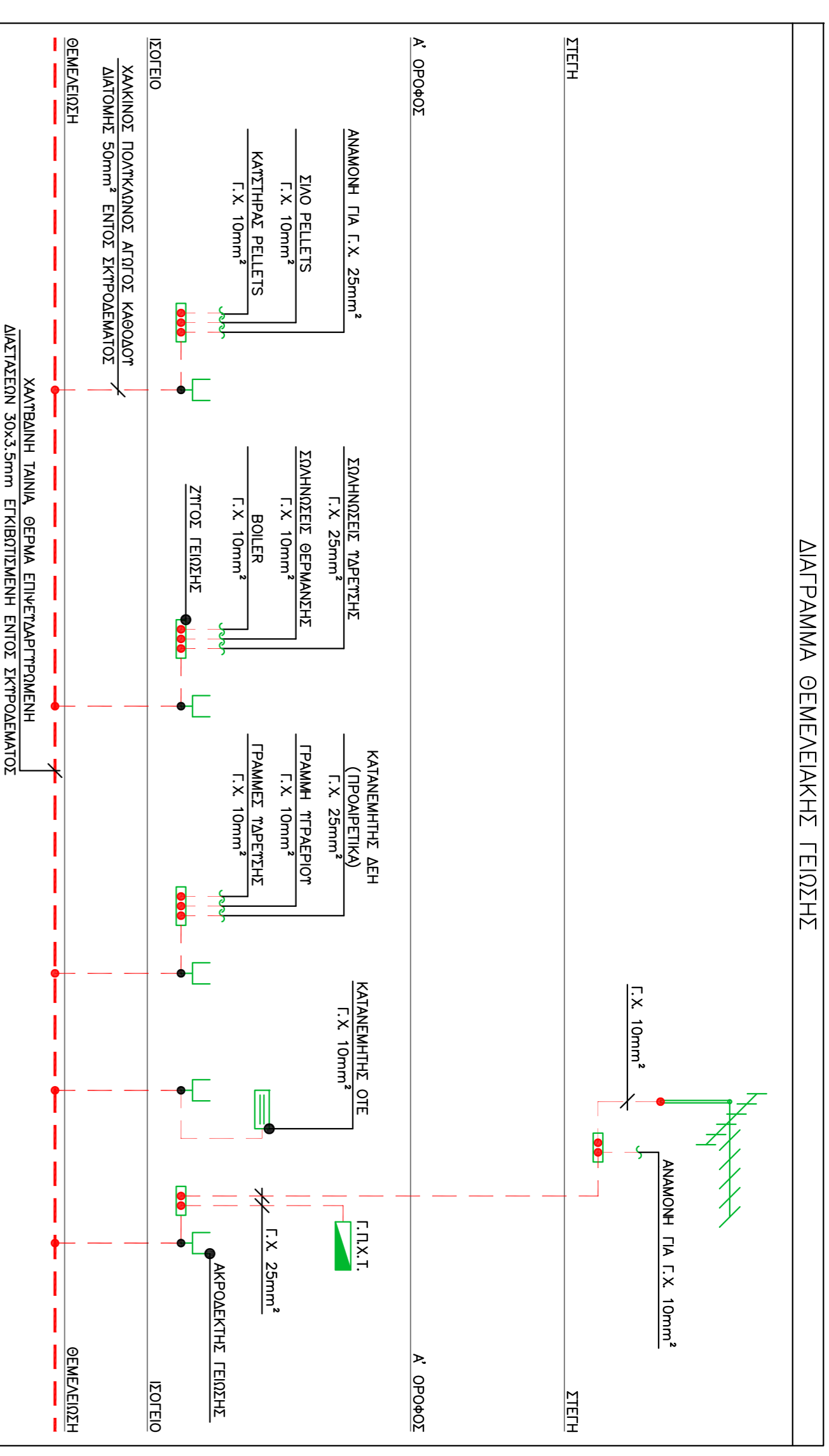
ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Γ. Π. Χ. Τ.



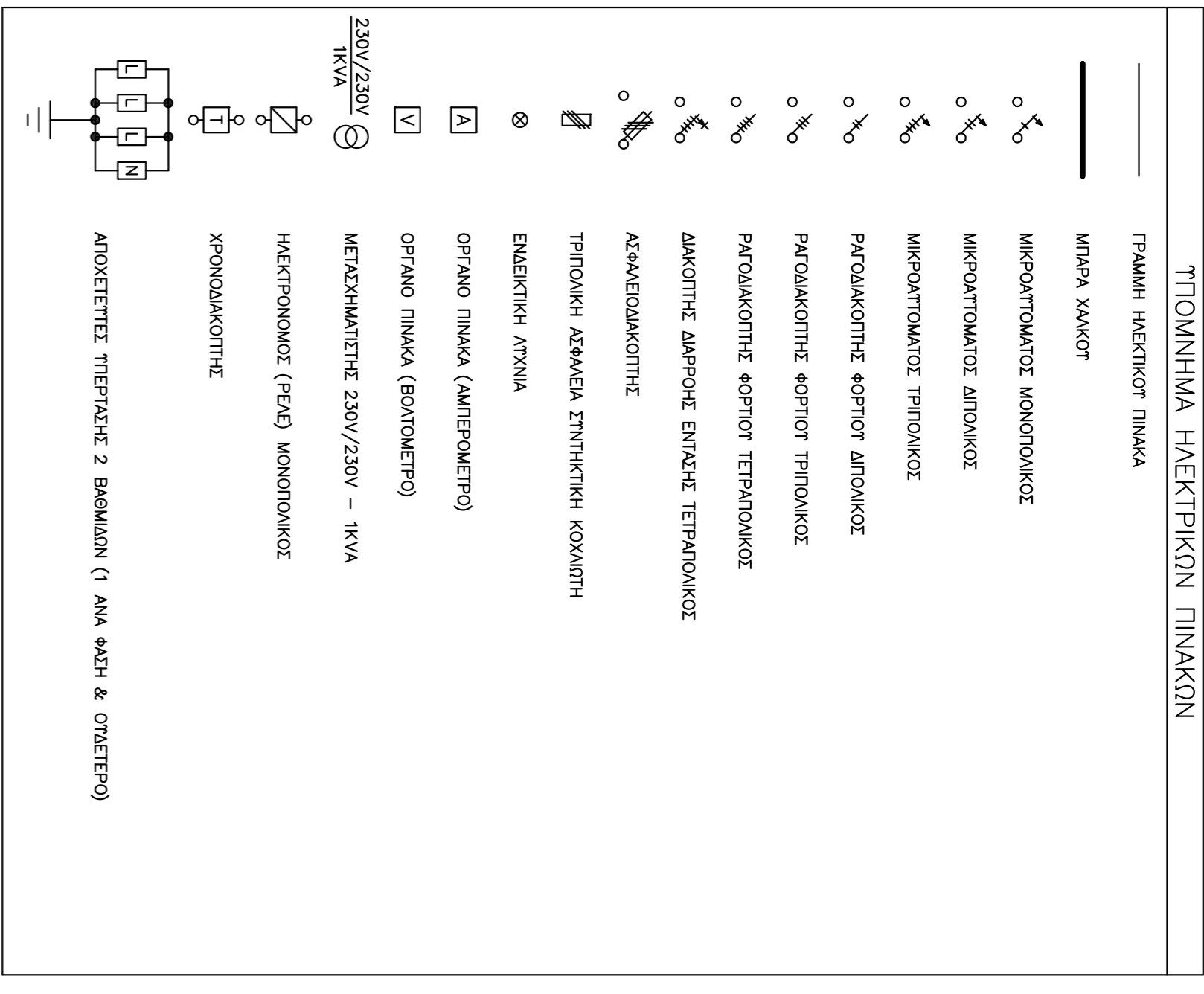
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΟΓΕΙΟΤ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Π-0.1



ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΝΕΡΟΤ-ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΤ Π-0.2



ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΤ Α' ΟΡΟΦΟΤ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Π-1.1



ΘΕΜΑ : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΤ ΜΕΛΕΤΗ ΝΗΛΑΤ ΠΑΥΛΙΔΗΤ

ΣΥΜΒΑΤΗΤ / ΠΟΤΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ

ΘΕΜΑ : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

ΑΡΙΘΜΟΤ ΣΧΕΔΙΟΤ: **ΗΛ-10**

ΚΩΔΙΚΑΤ -

ΜΕΛΕΤΗΤΗΤ ΜΕΛΕΤΗ ΝΗΛΑΤ ΠΑΥΛΙΔΗΤ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ

Η/Μ

ΣΧΕΔΙΟΤ/ΜΕΛΕΤΗ ΝΗΛΑΤ ΠΑΥΛΙΔΗΤ

ΕΛΕΧΟΤ ΔΡ. ΓΕΡΤΙΟΤ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΤ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΤ 2013

ΕΚΔΟΣΗ 01

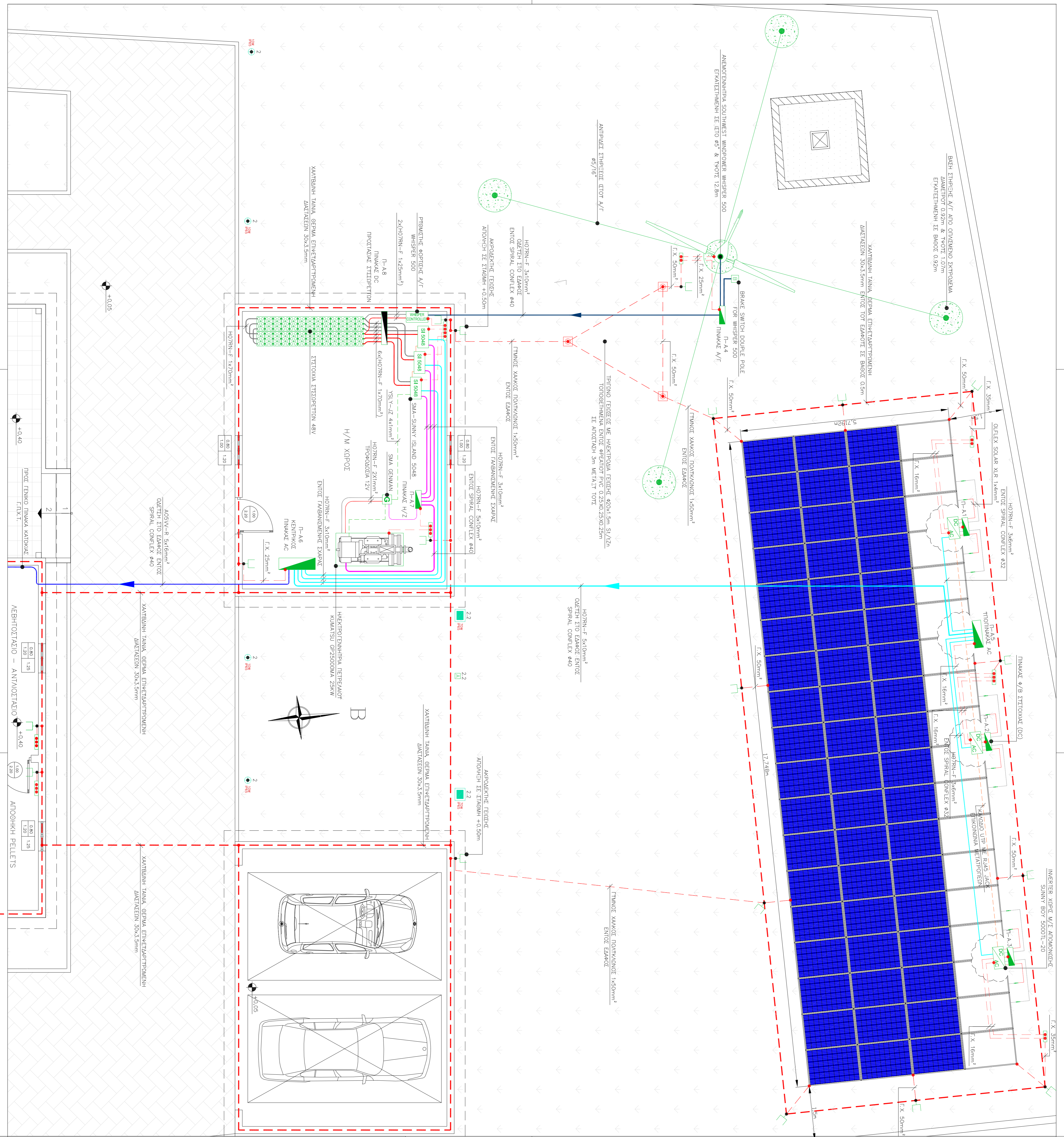
ΚΩΔΙΚΟΤ ΕΡΓΟΤ ΡΑΥΛΙΔΙΟΤ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΘΕΤΗ ΕΡΓΟΤ: ΠΑΡΑΔΕ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΤ ΗΡΑΚΛΕΙΟΤ - ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΤ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΤ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΤ

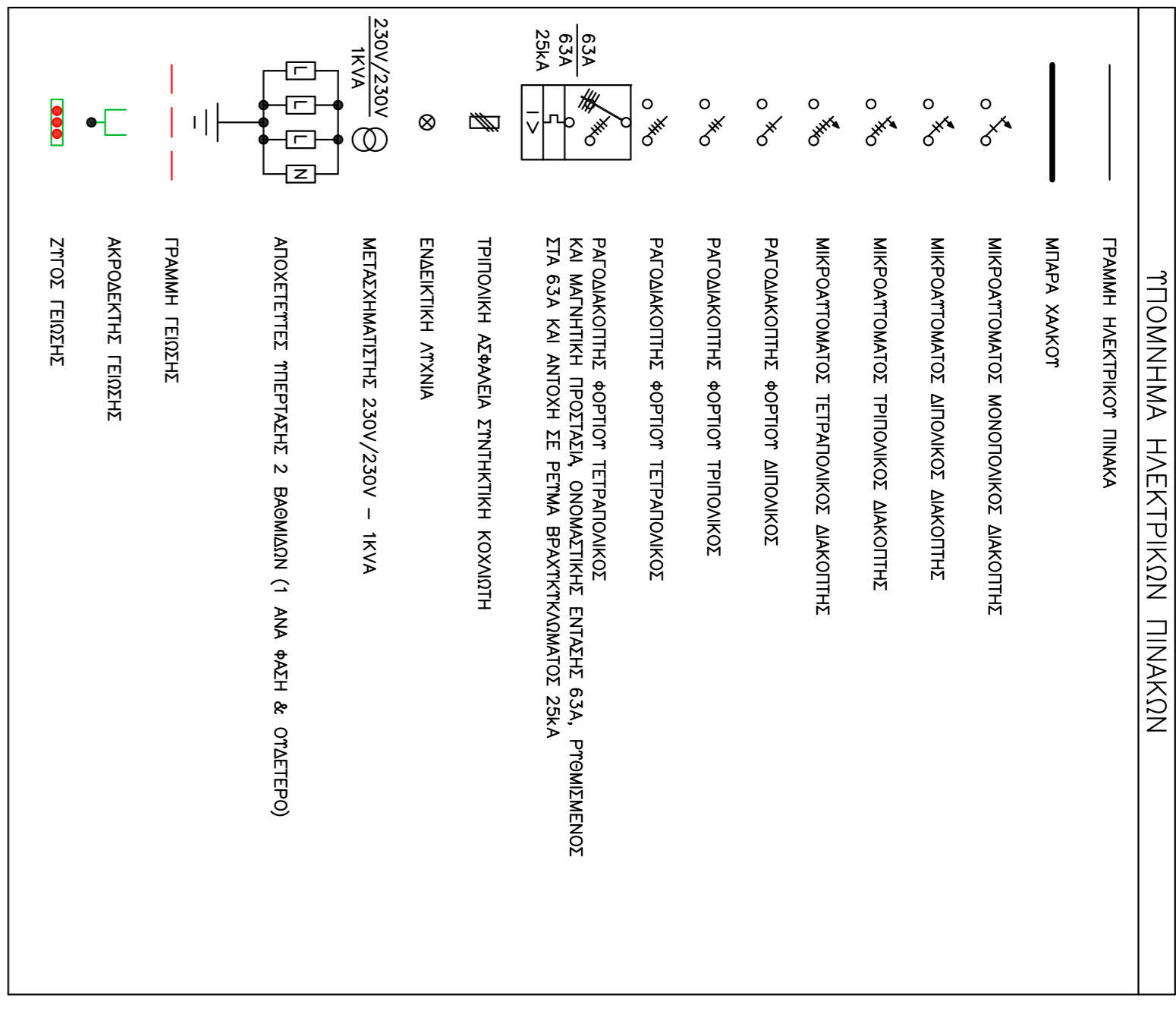
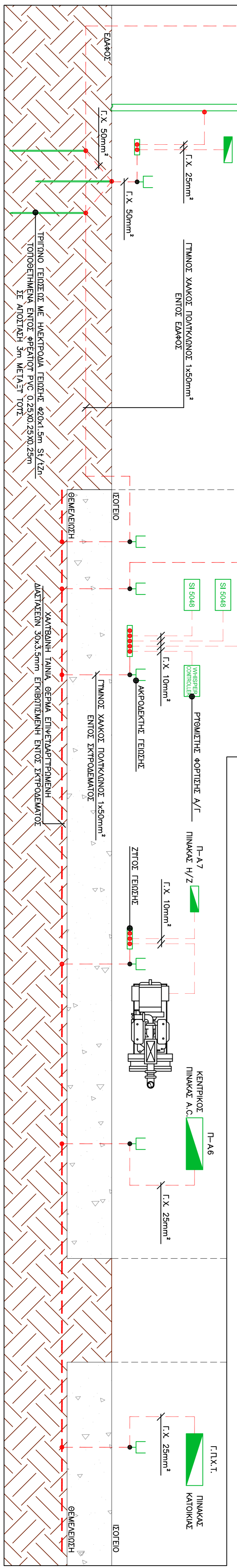
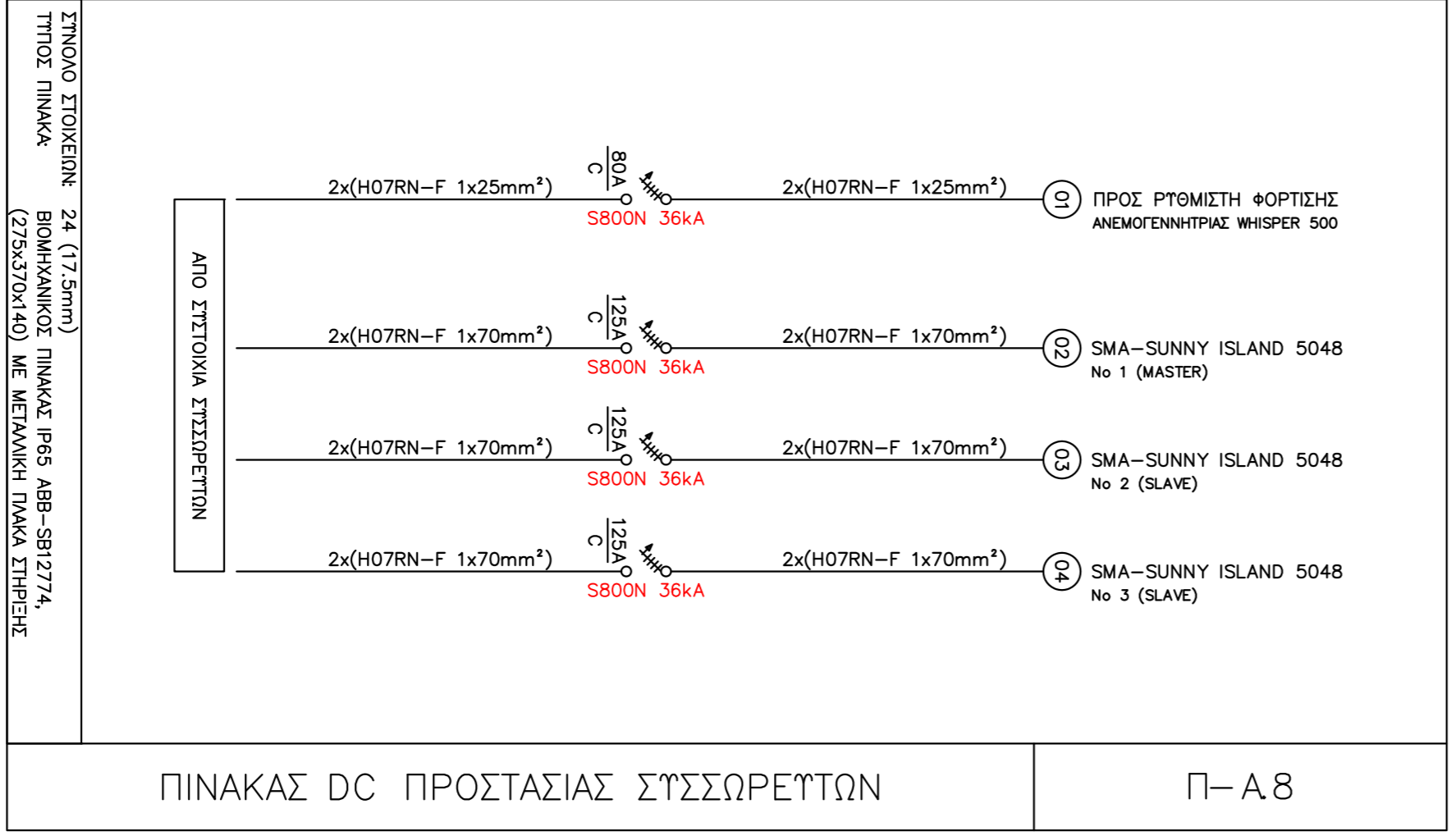
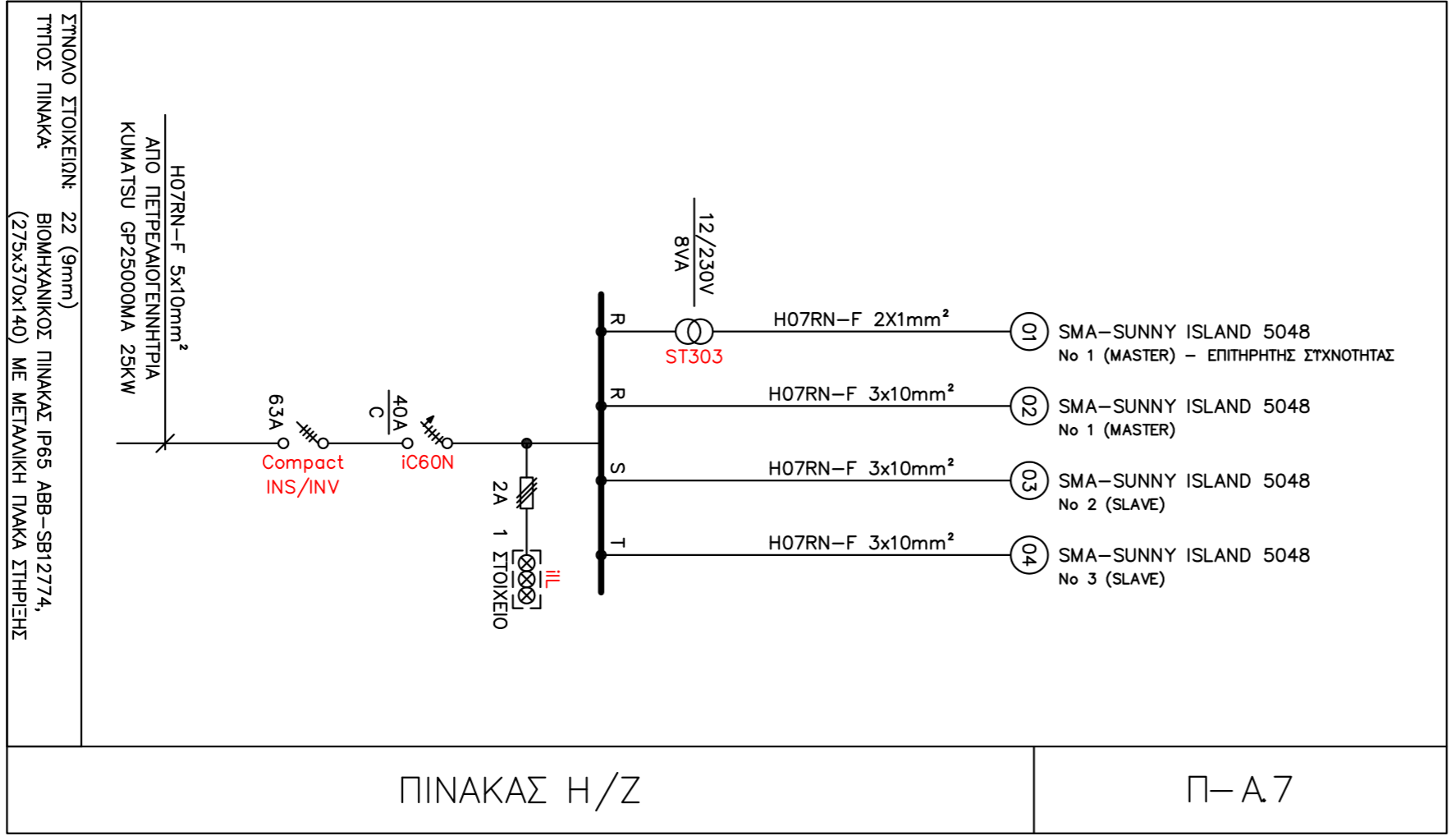
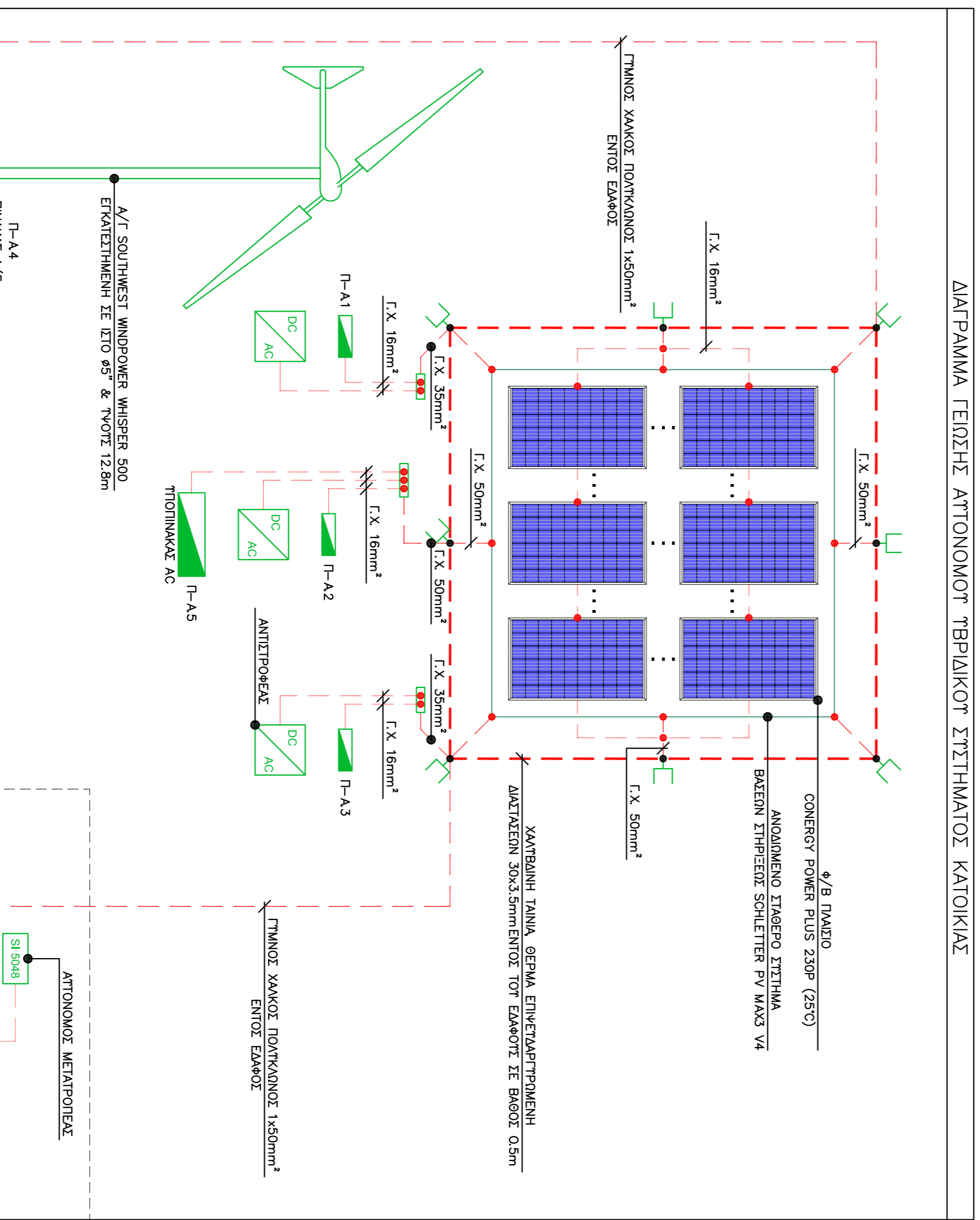
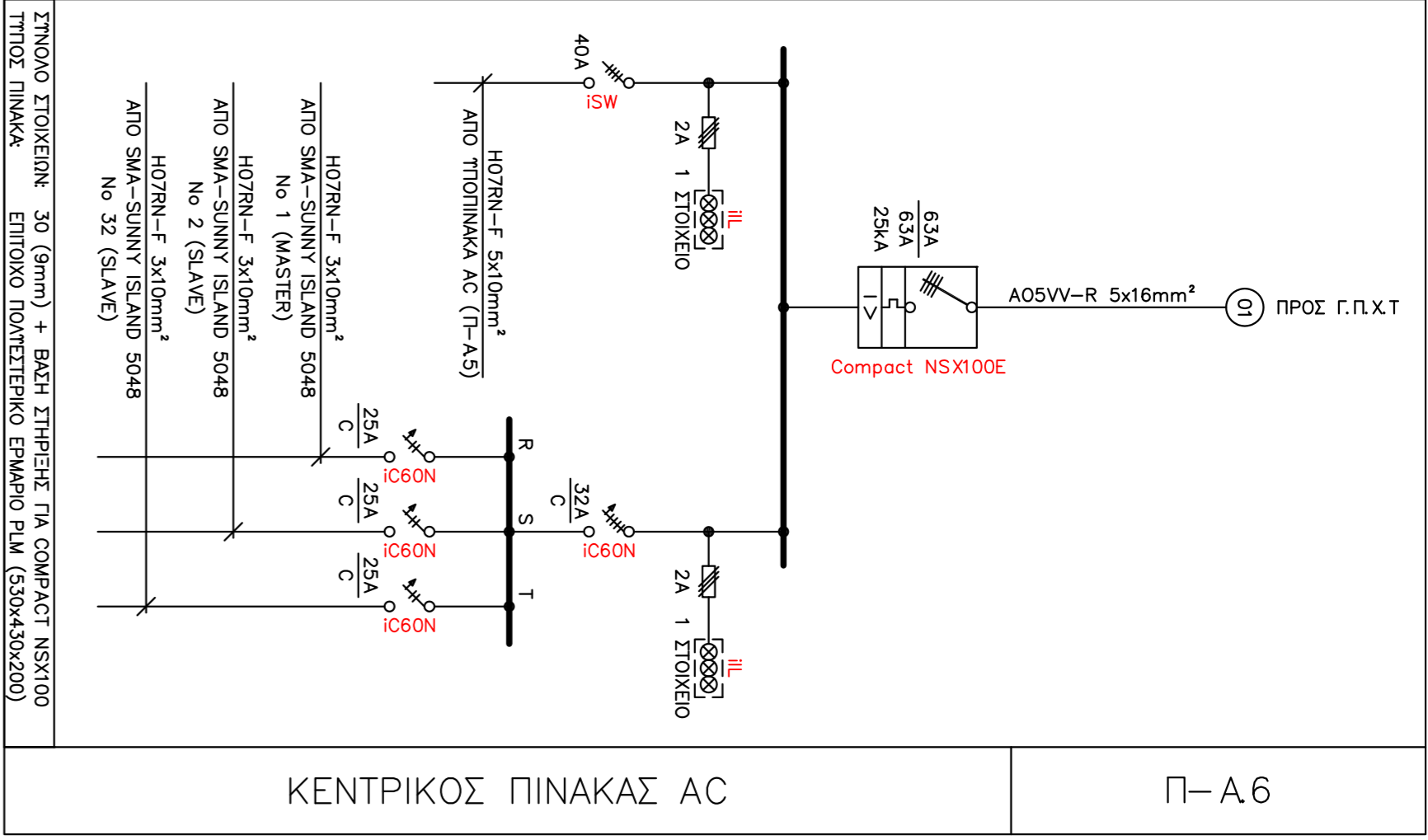
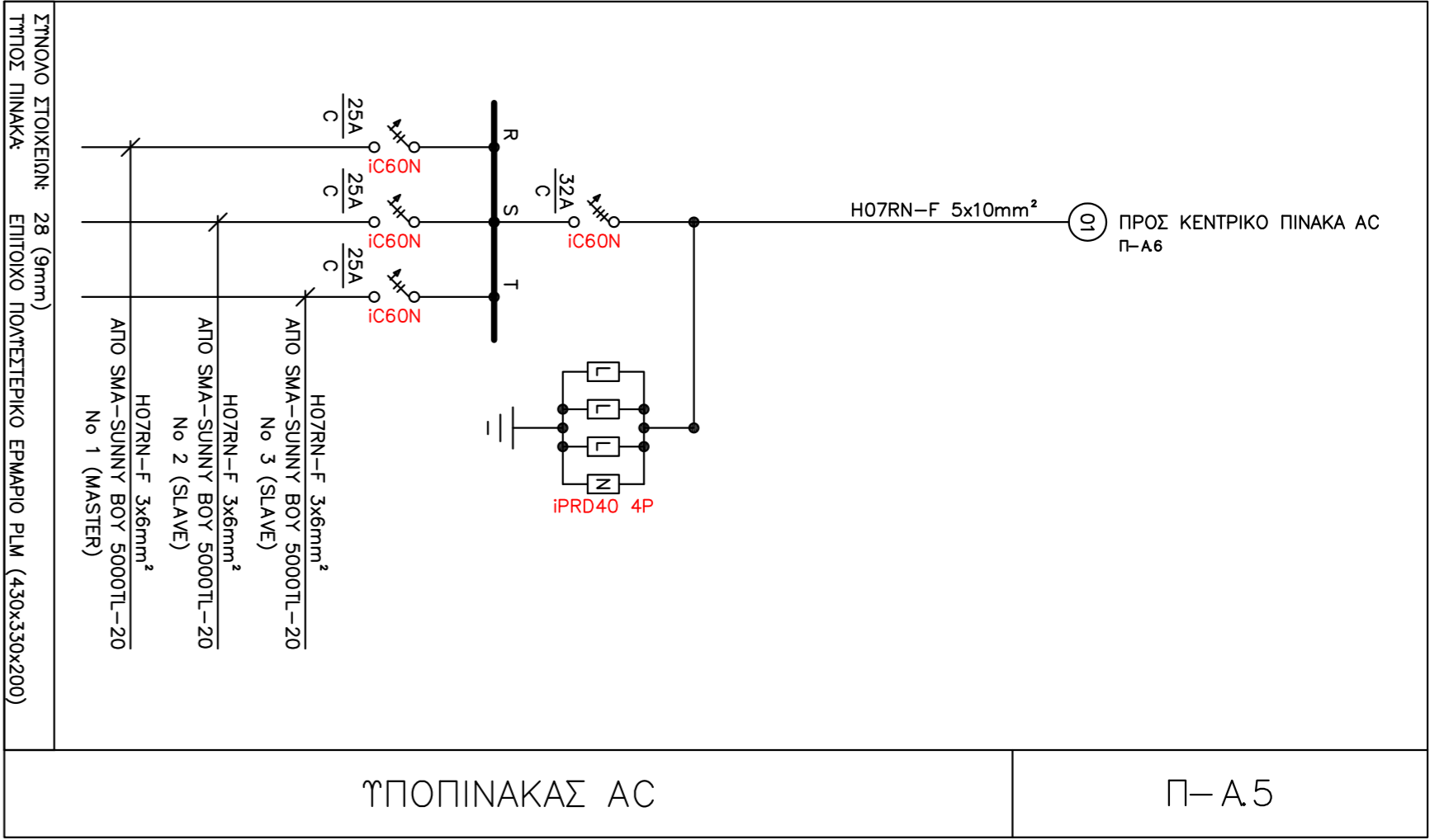
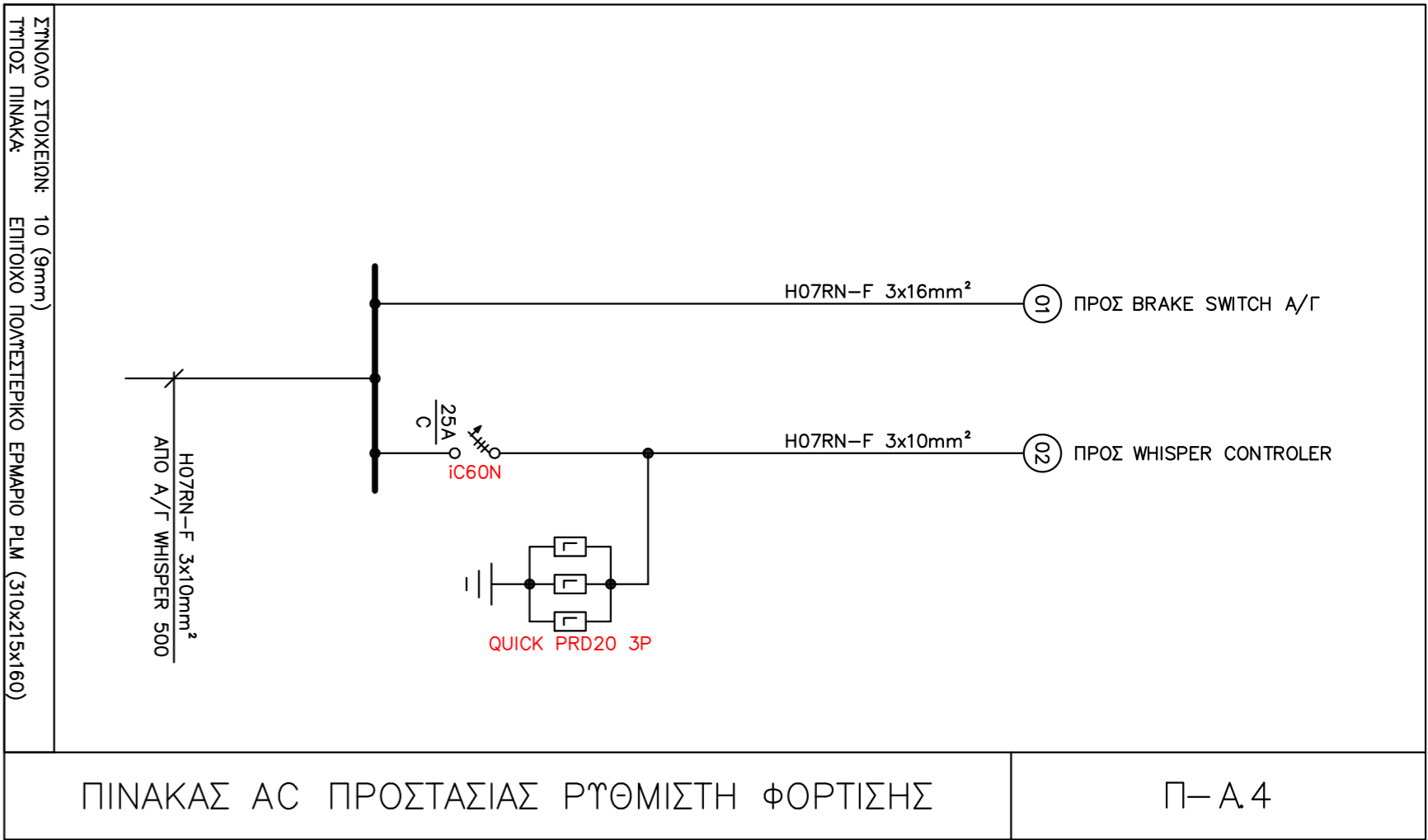
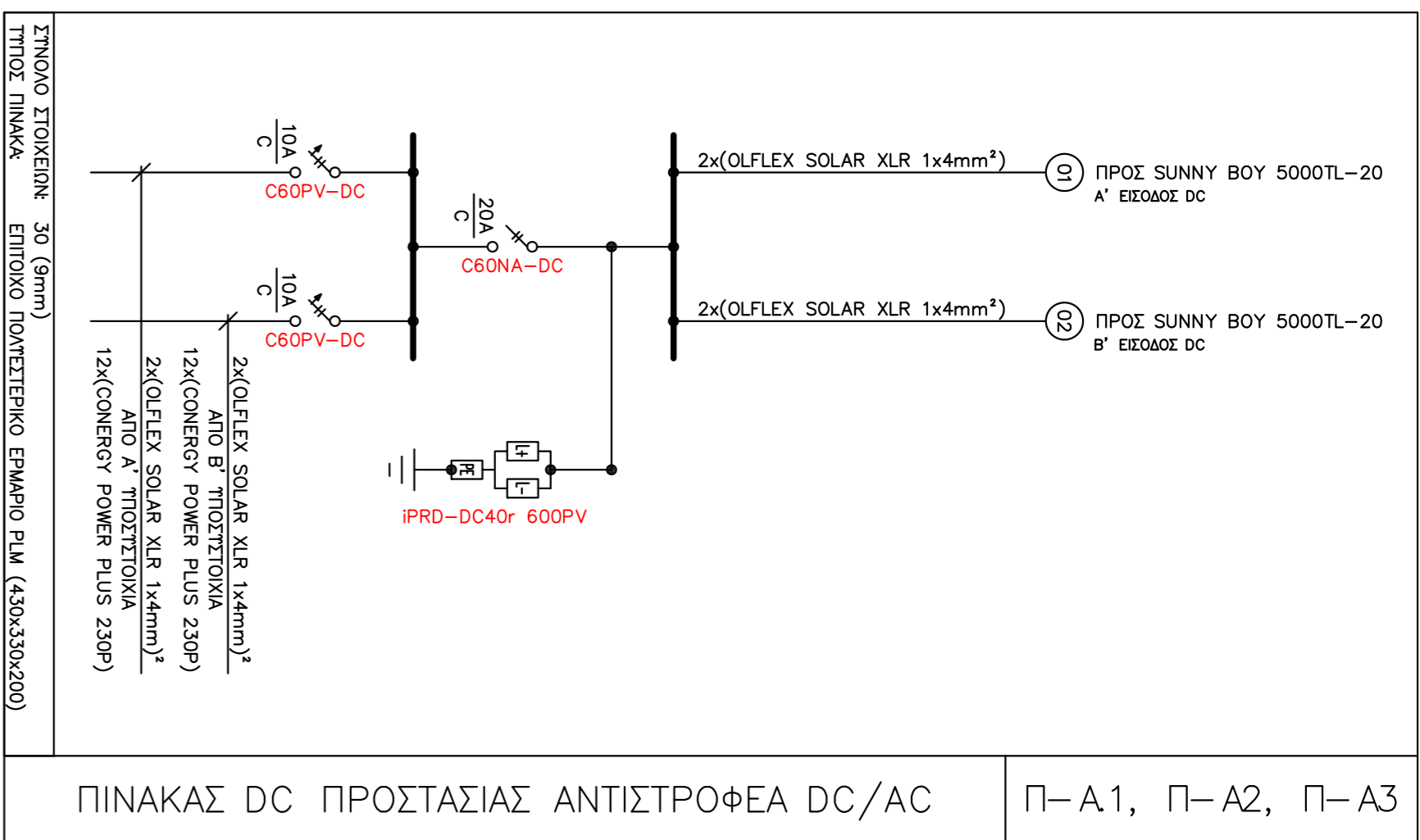
ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΤ ΤΡΩΔΙΚΟΤ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΤ ΔΙΣΥΟΤ 19.6KW



**ΤΙΤΛΟΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ**

	ΚΑΝΟΝΟ DC ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΓΗΣ ΤΩΝ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩΝ ΣΤΙΣΜΑΤΟΣ
	ΚΑΝΟΝΟ AC ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΓΗΣ ΤΩΝ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩΝ ΣΤΙΣΜΑΤΟΣ
	ΚΑΝΟΝΟ AC (ΠΡΟΦΟΡΩΔΙΑΣ ΤΩΝ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩΝ ΣΤΙΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ Η/Ζ)
	ΚΑΝΟΝΟ AC (ΠΡΟΦΟΡΩΔΙΑΣ ΤΩΝ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩΝ ΣΤΙΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ Α/Γ)
	ΚΑΝΟΝΟ ΕΠΙΚΟΝΩΝΣΗΣ R45
	ΚΑΝΟΝΟ ΕΣΤΕΡΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΓΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΜΑΤΟΣ
	ΚΑΝΟΝΟ ΕΣΤΕΡΝΙΚΩΝ VSL-Y-Z
	ΒΙΒΛΙΑΤΑ ΜΕΤΑ ΑΡΕΤΙΚΟ-ΘΑΥΛΙΚΟ
	ΚΟΤΤΗ ΣΤΙΣΜΕΤΗΣ 9/8 ΠΛΑΙΣΙΟΥ
	ΑΝΤΙΠΡΟΦΕΡΕΙΣ DC/AC (SMA SUNNY BOY 5000TL-20)
	ΔΙΑΚΟΤΗΣ ΦΡΕΜΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ
	ΠΡΩΤΩΤΗΣ ΦΩΤΙΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ WHISPER 500
	ΑΠΟΛΟΝΟΣ ΜΕΤΑΠΡΟΤΕΑΣ (SMA SUNNY ISLAND 5048)
	ΣΤΙΣΜΑ ΔΙΧΕΡΠΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΗΤΡΙΑΣ "SMA GENMAN"
	ΣΤΙΣΜΕΤΡΗΣ (Ησραελε 16 OP25 solar-power 2900)
	ΓΡΑΜΜΗ ΓΕΩΣΗΣ
	ΑΡΧΟΛΕΚΤΗΣ ΓΕΩΣΗΣ
	ΖΥΓΙΟΣ ΓΕΩΣΗΣ
	ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΓΕΩΣΗΣ

<p>ΟΕΜΑ : ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΛΕΙΟΥ</p> <p><b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ</b></p> <p>ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ Η/Μ</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</p>	<p>ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: <b>MBP-01</b></p> <p>ΚΑΜΑΚΑ 1:100</p> <p>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013</p> <p>ΕΚΔΟΣΗ 01</p> <p>ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ ΡΑΥΛΙΔΙΣ</p> <p>ΟΕΜΑ : ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΛΕΙΟΥ</p> <p>ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW</p> <p>ΟΕΜΑ : ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΛΕΙΟΥ</p> <p>ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW</p> <p>ΟΕΜΑ : ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΛΕΙΟΥ</p> <p>ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΥΠΑΚΩΤΩ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW</p>
---	--



**ΣΤΗΛΑΔΑΣΜΑ ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΔΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε**

**ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΠΑΛΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΕΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ 19.6KW**

**ΘΕΜΑ: ΗΛΕΚΤΡ. ΠΙΝΑΚΕΣ – ΔΙΑΓΡ. ΓΕΙΩΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΤΡΕΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: WP-02**

**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**

**Η/Μ: ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ**

**ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ/ΜΕΛΕΤΗ: ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ**

**ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013**

**ΕΚΔΟΣΗ: 01**

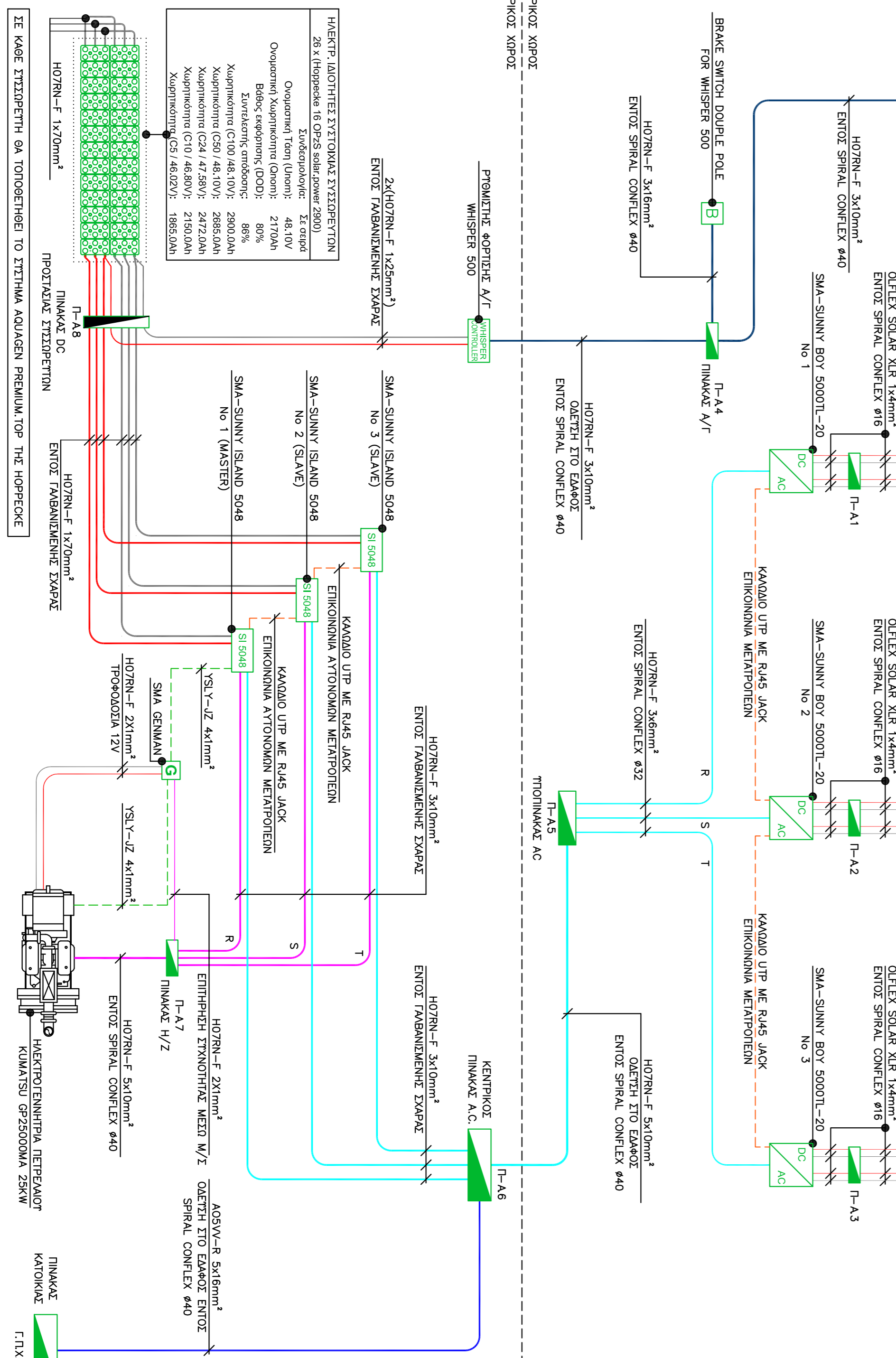
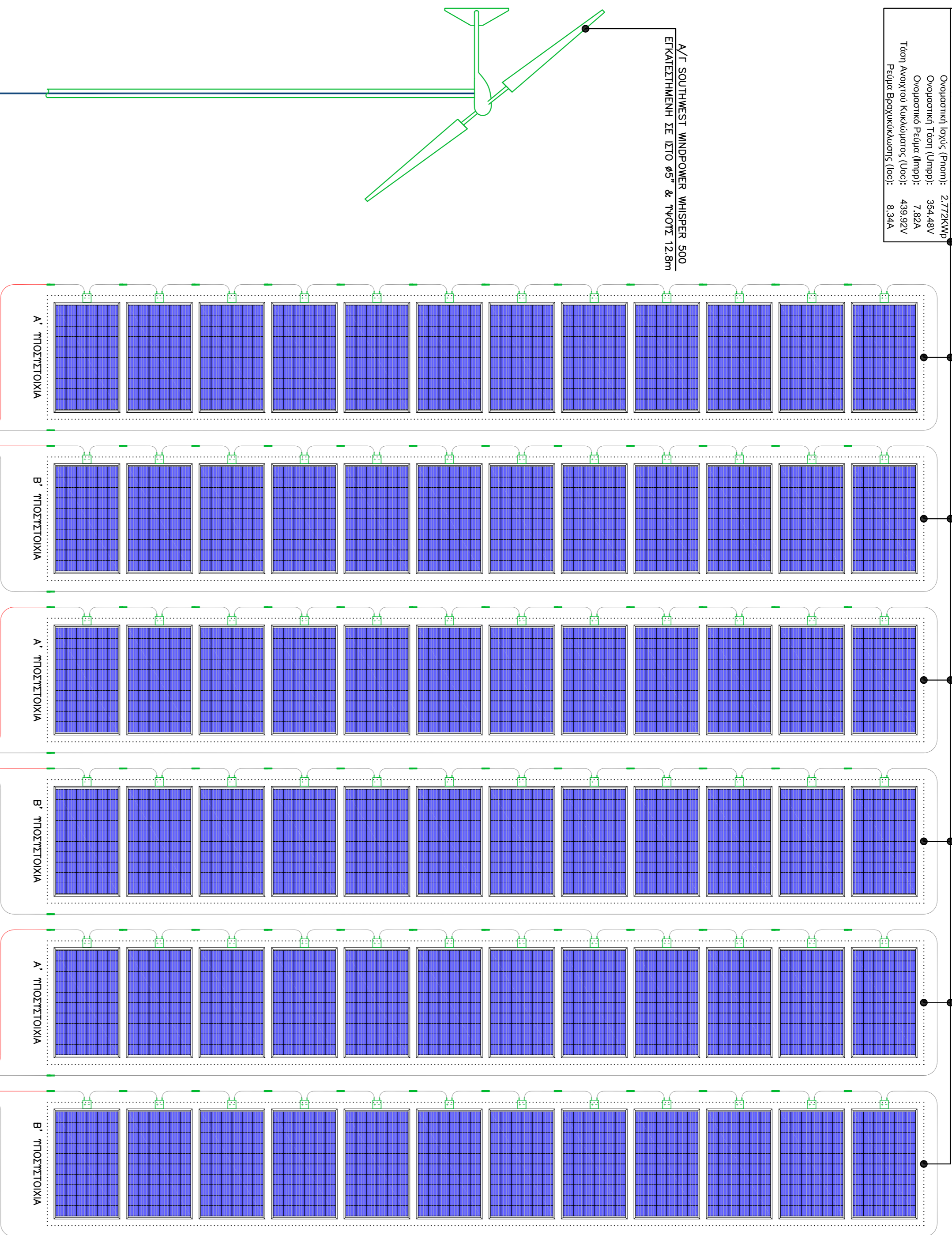
**ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΛΙΔΙΣ**

**ΕΛΕΧΣ: ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ**

**ΘΕΣΗ: ΒΕΡΟΙΑ**

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΩΒ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
 12 x Canary Power Plus 280P (25°C)  
 Ονομαστική Ισχύς (P<sub>max</sub>): 2,772kWp  
 Ονομαστική Τάση (U<sub>mp</sub>): 354,48V  
 Ονομαστική Ρεύμα (I<sub>mp</sub>): 7,822A  
 Τάση Ανόρθωσης Κατάστασης (U<sub>oc</sub>): 439,92V  
 Ρεύμα Ανόρθωσης Κατάστασης (I<sub>sc</sub>): 8,534A

Η ΕΓΚΑΤΕΤΑΙ ΤΩΝ Α/Β ΠΑΝΕΛΩΝ ΘΑ ΓΙΝΕΙ ΕΞ ΑΝΑΓΚΗΣ ΕΠΙΣΕΡΩ ΣΤΗΝΑ  
 GREEN SHIELDING SHEETTER PV MASK 14 ΜΕ ΚΩΔΙΚΟ 507 ΚΑΙ ΚΟΤΙΛΙΟ ΠΡΟΣΩΠΟΛΟΓΙΣΜΟ Ο



ΤΥΠΟΜΗΝΙΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

	ΚΑΒΛΟ DC THE ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΤ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ
	ΚΑΒΛΟ DC THE ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΤ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ
	ΚΑΒΛΟ AC THE ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΤ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ
	ΚΑΒΛΟ AC (ΠΡΟΦΟΛΟΙΣΙΑΣ ΤΩΤ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ Η/Ζ)
	ΚΑΒΛΟ AC (ΠΡΟΦΟΛΟΙΣΙΑΣ ΤΩΤ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ Α/Γ)
	ΚΑΒΛΟ ΕΠΙΚΟΝΩΣΗΣ R4S
	ΚΑΒΛΟ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΩΜΑΤΟΣ
	ΚΑΒΛΟ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ VSL-V-JZ
	ΒΤΜΑΤΑ ΜΕΤΑ ΑΡΕΤΙΚΟ-ΘΗΤΙΚΟ
	ΚΟΤΙΛΙΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ Α/Β ΠΑΝΕΛΩΝ
	ΑΝΤΙΠΡΟΒΕΛΕΣ DC/AC (SMA SUNNY BOY 5000TL-20)
	ΔΙΑΚΟΤΗ ΦΕΡΑΝΕΡΜΑΤΟΣ ΑΝΕΜΟΤΕΝΗΤΗΤΑΣ
	ΠΡΩΤΗΤΗ ΦΩΤΙΩΤΗΣ ΑΝΕΜΟΤΕΝΗΤΗΤΑΣ WHISPER 500
	ΑΤΟΝΟΜΟΣ ΜΕΤΑΠΡΩΒΕΛΕΣ (SMA SUNNY ISLAND 5048)
	ΣΤΗΝΑ ΔΙΑΚΕΡΜΕΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΝΗΤΗΤΑΣ "SMA GENMAX"
	ΣΤΙΠΤΩΤΗΣ (Hepcke 16 0P2S solar power 2900)

<p>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΕΜΟΤΕΝΗΤΗΤΑΣ</p> <p>Sunshine Windpower - Whisper 500</p> <p>Ονομαστική Ισχύς (P<sub>max</sub>): 3000W          Μάκρυνη Ισχύς (P<sub>10min</sub>): 3200W          Μάκρυνη Τάση (U<sub>mp</sub>): 320V          Τύπος Ανορθωσης Κατάστασης: 3 φάσες          Τύπος Ανορθωσης Κατάστασης: 2 φάσες          Φίλιππος, Εργαστήριο: 2x2x48V          Διάμετρος: 45mm          Υψος: 128mm          Αριθμός Μπαταριών: 2          Προστασία: Side-filing          Υψος: 128mm</p>	<p>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΤΗ</p> <p>Ησπερκε 16 0P2S solar power 2900</p> <p>Ονομαστική Ισχύς (P<sub>max</sub>): 1,850W          Ονομαστική Χωρητικότητα (Q<sub>max</sub>): 2900Ah          Βάθος εκφόρτισης (DOD): 80%          Ζώνη ασφαλείας (SOC): 20%          Χωρητικότητα (C100 / 48.10V): 2900,00Ah          Χωρητικότητα (C50 / 48.10V): 2868,00Ah          Χωρητικότητα (C24 / 48.10V): 2472,00Ah          Χωρητικότητα (C10 / 48.10V): 2190,00Ah          Χωρητικότητα (C5 / 48.20V): 1865,00Ah</p>
<p>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΗΛΕΚΤΡ. ΓΕΝΗΤΗΡΑΣ</p> <p>ΚΙΛΙΑΤΣΙ GP25000MA 25KW</p> <p>Τύπος Χωρητιστήριου Γεννητήρα: 230V / 400V          Ονομαστική Τάση AC: 230V / 400V          Ονομαστική Δύναμη: 50Hz / 60Hz          Σύνδεση σύνδεσης (Φάση): 2Φ / 3Φ          Αριθμός Φάσεων: 3          Τύπος Χωρητιστήριου Γεννητήρα: No          Έκδοση: No          Κλάση: 3760.c.s          Στήριξη: Ανορθωτής          Κορυφαία ταχύτητα (RPM): 1500/κμ          Χωρητικότητα (Diesel): 4L / 10φ          Αριθμός Λογισμικού: 10L          Αριθμός Λογισμικού: 25-28</p>	<p>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΗΛΕΚΤΡ. ΓΕΝΗΤΗΡΑΣ</p> <p>ΚΙΛΙΑΤΣΙ GP25000MA 25KW</p> <p>Τύπος Χωρητιστήριου Γεννητήρα: 230V / 400V          Ονομαστική Τάση AC: 230V / 400V          Ονομαστική Δύναμη: 50Hz / 60Hz          Σύνδεση σύνδεσης (Φάση): 2Φ / 3Φ          Αριθμός Φάσεων: 3          Τύπος Χωρητιστήριου Γεννητήρα: No          Έκδοση: No          Κλάση: 3760.c.s          Στήριξη: Ανορθωτής          Κορυφαία ταχύτητα (RPM): 1500/κμ          Χωρητικότητα (Diesel): 4L / 10φ          Αριθμός Λογισμικού: 10L          Αριθμός Λογισμικού: 25-28</p>

**ΣΥΝΤΑΞΙΑ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣ ΕΠΕΡΓΕΙΑΣ**  
**ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΤΟΝΟΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ – ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε**

**ΘΕΣ ΕΡΓΟΥ:** ΠΑΛΙΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ  
**ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΤΟΝΟΜΟΥ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ ΔΥΣΤΟΣ 19,6KW**

**ΘΕΜΑ :** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΤΟΝΟΜΟΥ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΙΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

**ΜΕΤΗΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**

**Η/Μ** ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε

**ΣΥΝΤΑΞΙΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**ΕΡΕΥΝΟΣ ΔΡ. ΓΕΡΠΩΤΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ**

**ΒΕΡΒΕΙΔΗ**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: TBP-03**

**ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΔΙΣ**

**ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΔΙΣ**

**ΜΕΤΗΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ**

**ΗΛΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ**

**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013**

**ΕΚΔΟΣΗ 01**

**ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΡΑΥΔΙΣ**

**ΣΥΝΤΑΞΙΑ / ΤΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**ΕΡΕΥΝΟΣ ΔΡ. ΓΕΡΠΩΤΟΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ**

**ΒΕΡΒΕΙΔΗ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ' – ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ ΈΡΓΟΥ, ΚΟΣΤΟΣ  
ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΔΕΗ**



ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ								
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑΣ	ΦΠΑ 23% /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΦΠΑ 23% ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ
SOUTHWEST WIND POWER WHISPER-500 WITH CONTROLLER 48V	1 τεμ	5.698,30 €	1.310,61 €	<b>7.008,91 €</b>	5.698,30 €	1.310,61 €	<b>7.008,91 €</b>	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Α/Γ
BRAKE SWITCH DOUBLE POLE FOR WHISPER 500	1 τεμ	67,10 €	15,43 €	<b>82,53 €</b>	67,10 €	15,43 €	<b>82,53 €</b>	
SOUTHWEST WIND POWER WHISPER-500 TOWER INSERT KIT	1 τεμ	240,41 €	55,29 €	<b>295,70 €</b>	240,41 €	55,29 €	<b>295,70 €</b>	
SOUTHWEST WIND POWER 42FT (12.8M) GUYED TOWER KIT FOR WHISPER 500	1 τεμ	1.348,23 €	310,09 €	<b>1.658,32 €</b>	1.348,23 €	310,09 €	<b>1.658,32 €</b>	
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΑΣΕΩΝ ΙΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ (ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ)	3,5 m <sup>3</sup>	250,00 €	57,50 €	<b>307,50 €</b>	875,00 €	201,25 €	<b>1.076,25 €</b>	
CONERGY POWER PLUS 230 P	72 τεμ	207,00 €	47,61 €	<b>254,61 €</b>	14.904,00 €	3.427,92 €	<b>18.331,92 €</b>	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Φ/Β ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ
ΒΑΣΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ (SCHLETTER PV MAX3 V4)	17 τεμ	279,00 €	64,17 €	<b>343,17 €</b>	4.620,24 €	1.062,66 €	<b>5.682,90 €</b>	
SUNNY BOY 5000TL-20	3 τεμ	1.336,58 €	307,41 €	<b>1.643,99 €</b>	4.009,74 €	922,24 €	<b>4.931,98 €</b>	
SMA SUNNY ISLAND SI 5048	3 τεμ	2.410,60 €	554,44 €	<b>2.965,04 €</b>	7.231,80 €	1.663,31 €	<b>8.895,11 €</b>	ΑΥΤΟΝΟΜΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ
HOPPECKE SOLAR PHOTOVOLTAIC BATTERY 16 OPZS SOLAR POWER 2900	26 τεμ	655,04 €	150,66 €	<b>805,70 €</b>	17.031,04 €	3.917,14 €	<b>20.948,18 €</b>	ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ
AQUAGEN PREMIUM.TOP	28 τεμ	52,20 €	12,01 €	<b>64,21 €</b>	1.461,60 €	336,17 €	<b>1.797,77 €</b>	
ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΗΤΡΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ KUMATSU GP25000MA 25KW	1 τεμ	3.861,79 €	888,21 €	<b>4.750,00 €</b>	3.861,79 €	888,21 €	<b>4.750,00 €</b>	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑ-ΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ "SMA GENMAN"	1 τεμ	289,00 €	66,47 €	<b>355,47 €</b>	289,00 €	66,47 €	<b>355,47 €</b>	
ΒΥΣΜΑ 3-6 mm - ΑΡΞΕΝΙΚΟ-MC-4	12 τεμ	2,04 €	0,47 €	<b>2,51 €</b>	24,48 €	5,63 €	<b>30,11 €</b>	ΑΓΩΓΟΙ - ΚΑΛΩΔΙΑ - ΣΩΛΗΝΕΣ - ΣΧΑΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΑ
ΥΠΟΔΟΧΗ 3-6 mm ΘΗΛΥΚΟ-MC-4	12 τεμ	2,04 €	0,47 €	<b>2,51 €</b>	24,48 €	5,63 €	<b>30,11 €</b>	
OLFLEX SOLAR XLR 1x4mm <sup>2</sup> RED	40,0 m	1,93 €	0,44 €	<b>2,37 €</b>	77,02 €	17,71 €	<b>94,73 €</b>	
OLFLEX SOLAR XLR 1x4mm <sup>2</sup> BLACK	40,0 m	1,93 €	0,44 €	<b>2,37 €</b>	77,02 €	17,71 €	<b>94,73 €</b>	
H07RN-F 1X25mm <sup>2</sup>	10,0 m	3,54 €	0,81 €	<b>4,35 €</b>	35,40 €	8,14 €	<b>43,54 €</b>	
H07RN-F 1X70mm <sup>2</sup>	30,0 m	8,69 €	2,00 €	<b>10,69 €</b>	260,70 €	59,96 €	<b>320,66 €</b>	
H07RN-F 2X1mm <sup>2</sup>	5,0 m	0,47 €	0,11 €	<b>0,58 €</b>	2,35 €	0,54 €	<b>2,89 €</b>	
H07RN-F 3X6mm <sup>2</sup>	50,0 m	2,78 €	0,64 €	<b>3,42 €</b>	139,00 €	31,97 €	<b>170,97 €</b>	
H07RN-F 3X10mm <sup>2</sup>	80,0 m	5,25 €	1,21 €	<b>6,46 €</b>	420,00 €	96,60 €	<b>516,60 €</b>	
H07RN-F 3X16mm <sup>2</sup>	5,0 m	5,74 €	1,32 €	<b>7,06 €</b>	28,70 €	6,60 €	<b>35,30 €</b>	
H07RN-F 5X10mm <sup>2</sup>	40,0 m	7,86 €	1,81 €	<b>9,67 €</b>	314,40 €	72,31 €	<b>386,71 €</b>	
A05VV-R 5x16mm <sup>2</sup>	20,0 m	7,20 €	1,66 €	<b>8,86 €</b>	144,00 €	33,12 €	<b>177,12 €</b>	
SPIRAL CONFLEX Ø16	80,0 m	0,48 €	0,11 €	<b>0,59 €</b>	38,40 €	8,83 €	<b>47,23 €</b>	
SPIRAL CONFLEX Ø32	50,0 m	1,21 €	0,28 €	<b>1,49 €</b>	60,50 €	13,92 €	<b>74,42 €</b>	
SPIRAL CONFLEX Ø40	150,0 m	1,68 €	0,39 €	<b>2,07 €</b>	252,00 €	57,96 €	<b>309,96 €</b>	
UTP 4X2X24AWG CAT.6 J-2YY	40,0 m	0,29 €	0,07 €	<b>0,36 €</b>	11,60 €	2,67 €	<b>14,27 €</b>	
YSLY-JZ 4x1mm <sup>2</sup>	10,0 m	0,51 €	0,12 €	<b>0,63 €</b>	5,10 €	1,17 €	<b>6,27 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΠΙΡΑΛ (ΜΟΥΦΕΣ, ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ, ΒΥΣΜΑΤΑ ΚΤΛ)	1 ΣΕΤ	60,00 €	13,80 €	<b>73,80 €</b>	60,00 €	13,80 €	<b>73,80 €</b>	
ΣΧΑΡΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΓΑΛΒ. (150X60X0.60)	15,0 m	1,78 €	0,41 €	<b>2,19 €</b>	26,70 €	6,14 €	<b>32,84 €</b>	
ΚΑΠΑΚΙ ΣΧΑΡΑΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΓΑΛΒ. (150X0.60)	15,0 m	1,30 €	0,30 €	<b>1,60 €</b>	19,50 €	4,49 €	<b>23,99 €</b>	
ΤΑΧΥΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΣΧΑΡΑΣ 60MM	7 τεμ	0,46 €	0,11 €	<b>0,57 €</b>	3,22 €	0,74 €	<b>3,96 €</b>	
ΣΕΤ ΛΟΙΠΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΧΑΡΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	1 ΣΕΤ	50,00 €	11,50 €	<b>61,50 €</b>	50,00 €	11,50 €	<b>61,50 €</b>	
ΕΠΙΤΟΙΧΟ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (430x330x200)ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	3 τεμ	85,95 €	19,77 €	<b>105,72 €</b>	257,86 €	59,31 €	<b>317,16 €</b>	
ΣΕΤ ΣΑΣΙ ΜΕ ΡΑΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΩΠΕΣ ΓΙΑ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (430x330x200)	3 ΣΕΤ	49,42 €	11,37 €	<b>60,78 €</b>	148,25 €	34,10 €	<b>182,35 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΡΜΑΡΙΟΥ (ΣΤΥΠΙΘΑΛΙΠΤΕΣ, ΜΠΛΟΚ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ, ΚΟΣ ΚΤΛ)	3 ΣΕΤ	16,00 €	3,68 €	<b>19,68 €</b>	48,00 €	11,04 €	<b>59,04 €</b>	

**ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑΣ	ΦΠΑ 23% /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΦΠΑ 23% ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ C60RV-DC 10Α, ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	6 τεμ	87,41 €	20,10 €	<b>107,51 €</b>	524,45 €	120,62 €	<b>645,07 €</b>	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ Φ/Β ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ C60NA-DC 20Α, ΓΙΑ ΈΛΕΓΧΟ & ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΣΕ Φ/Β ΕΚΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	3 τεμ	80,62 €	18,54 €	<b>99,16 €</b>	241,86 €	55,63 €	<b>297,49 €</b>	
ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΟ ΤΥΠΟΥ ΙΙ ΜΕ ΑΠΟΣΠΩΜΕΝΑ ΦΥΣΙΓΓΙΑ, IPRD-DC40R 600RV	3 τεμ	83,16 €	19,13 €	<b>102,29 €</b>	249,48 €	57,38 €	<b>306,86 €</b>	
ΕΠΙΤΟΙΧΟ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (310x215x160) ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	1 τεμ	57,97 €	13,33 €	<b>71,30 €</b>	57,97 €	13,33 €	<b>71,30 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΡΜΑΡΙΟΥ (ΡΑΓΕΣ, ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΕΣ, ΜΠΛΟΚ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ, ΚΟΣ ΚΤΛ)	1 Σέτ	6,80 €	1,56 €	<b>8,36 €</b>	6,80 €	1,56 €	<b>8,36 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ IC60N 3P, 6kA, 25A	1 τεμ	20,90 €	4,81 €	<b>25,71 €</b>	20,90 €	4,81 €	<b>25,71 €</b>	
ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΟ ΤΥΠΟΥ ΙΙ ΜΕ ΑΠΟΣΠΩΜΕΝΑ ΦΥΣΙΓΓΙΑ, IPRD20 3P	1 τεμ	78,01 €	17,94 €	<b>95,95 €</b>	78,01 €	17,94 €	<b>95,95 €</b>	ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ AC
ΕΠΙΤΟΙΧΟ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (430x330x200) ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	1 τεμ	85,95 €	19,77 €	<b>105,72 €</b>	85,95 €	19,77 €	<b>105,72 €</b>	
ΣΕΤ ΣΑΣΙ ΜΕ ΡΑΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΩΠΕΣ ΓΙΑ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (430x330x200)	1 Σέτ	49,42 €	11,37 €	<b>60,78 €</b>	49,42 €	11,37 €	<b>60,78 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΡΜΑΡΙΟΥ (ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΕΣ, ΜΠΛΟΚ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ, ΚΟΣ ΚΤΛ)	1 Σέτ	16,00 €	3,68 €	<b>19,68 €</b>	16,00 €	3,68 €	<b>19,68 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ IC60N 2P, 6kA, 25A	3 τεμ	13,73 €	3,16 €	<b>16,89 €</b>	41,19 €	9,47 €	<b>50,66 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ IC60N 4P, 6kA, 32A	1 τεμ	29,88 €	6,87 €	<b>36,75 €</b>	29,88 €	6,87 €	<b>36,75 €</b>	
ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΟ ΤΥΠΟΥ ΙΙ ΜΕ ΑΠΟΣΠΩΜΕΝΑ ΦΥΣΙΓΓΙΑ, IPRD40 3P+N	1 τεμ	52,20 €	12,01 €	<b>64,21 €</b>	52,20 €	12,01 €	<b>64,21 €</b>	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ AC
ΕΠΙΤΟΙΧΟ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (530x430x200) ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	1 τεμ	101,83 €	23,42 €	<b>125,25 €</b>	101,83 €	23,42 €	<b>125,25 €</b>	
ΣΕΤ ΣΑΣΙ ΜΕ ΡΑΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΩΠΕΣ ΓΙΑ ΕΡΜΑΡΙΟ PLM (530x430x200)	1 Σέτ	53,00 €	12,19 €	<b>65,19 €</b>	53,00 €	12,19 €	<b>65,19 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΡΜΑΡΙΟΥ (ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΕΣ, ΜΠΛΟΚ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ, ΚΟΣ ΚΤΛ)	1 Σέτ	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ COMPACT NSX100E	1 τεμ	104,01 €	23,92 €	<b>127,93 €</b>	104,01 €	23,92 €	<b>127,93 €</b>	
ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΥΧΝΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΑΣΗΣ ΙΙΙ	2 τεμ	12,50 €	2,88 €	<b>15,38 €</b>	25,01 €	5,75 €	<b>30,76 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ IC60N 2P, 6kA, 25A	3 τεμ	13,73 €	3,16 €	<b>16,89 €</b>	41,19 €	9,47 €	<b>50,66 €</b>	ΠΙΝΑΚΑΣ AC - ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ Υ ΖΕΥΓΟΣ
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ IC60N 4P, 6kA, 32A	1 τεμ	29,88 €	6,87 €	<b>36,75 €</b>	29,88 €	6,87 €	<b>36,75 €</b>	
ΡΑΓΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ISW 40A 4P	1 τεμ	20,34 €	4,68 €	<b>25,02 €</b>	20,34 €	4,68 €	<b>25,02 €</b>	
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ IP65 ABB SB12774 (275x370x140 ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	1 τεμ	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΑ (ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΕΣ, ΚΟΣ, ΒΑΣΕΙΣ, ΡΑΓΕΣ, ΚΤΛ)	1 Σέτ	25,00 €	5,75 €	<b>30,75 €</b>	25,00 €	5,75 €	<b>30,75 €</b>	
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ 230V/8-12V, 8VA, ST303	1 τεμ	11,16 €	2,57 €	<b>13,73 €</b>	11,16 €	2,57 €	<b>13,73 €</b>	
ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COMPACT INS/INV 63A 4P	1 τεμ	32,37 €	7,45 €	<b>39,82 €</b>	32,37 €	7,45 €	<b>39,82 €</b>	ΠΙΝΑΚΑΣ DC - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ IC60N 4P, 6kA, 40A	1 τεμ	34,42 €	7,92 €	<b>42,33 €</b>	34,42 €	7,92 €	<b>42,33 €</b>	
ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΥΧΝΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΑΣΗΣ ΙΙΙ	1 τεμ	12,50 €	2,88 €	<b>15,38 €</b>	12,50 €	2,88 €	<b>15,38 €</b>	
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ IP65 ABB SB12774 (275x370x140) ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	1 τεμ	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	32,00 €	7,36 €	<b>39,36 €</b>	
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΑ (ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΕΣ, ΚΟΣ, ΒΑΣΕΙΣ, ΡΑΓΕΣ, ΚΤΛ)	1 Σέτ	25,00 €	5,75 €	<b>30,75 €</b>	25,00 €	5,75 €	<b>30,75 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ABB S804N-C80, 80A, 36KA, 4P	1 τεμ	184,00 €	42,32 €	<b>226,32 €</b>	184,00 €	42,32 €	<b>226,32 €</b>	
ΜΙΚΡΟΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ABB S804N-C125, 125A, 36KA, 4P	3 τεμ	192,00 €	44,16 €	<b>236,16 €</b>	576,00 €	132,48 €	<b>708,48 €</b>	ΥΛΙΚΑ ΓΕΙΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΓΕΙΩΣΕΩΣ Φ20x1.5m St/tzn	3 τεμ	23,46 €	5,40 €	<b>28,86 €</b>	70,38 €	16,19 €	<b>86,57 €</b>	
ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΦΡΕΑΤΙΟ 200x200x200 ΚΟΜΠΛΕ	3 τεμ	6,89 €	1,58 €	<b>8,47 €</b>	20,67 €	4,75 €	<b>25,42 €</b>	
ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΤΑΪΝΙΑ, ΘΕΡΜΑ ΕΠΙΨΕΥΔΑΡΓΥΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ 30x3.5mm	50,0 m	2,57 €	0,59 €	<b>3,16 €</b>	128,50 €	29,56 €	<b>158,06 €</b>	
ΓΥΜΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ 16mm <sup>2</sup>	180,0 m	1,72 €	0,40 €	<b>2,12 €</b>	309,60 €	71,21 €	<b>380,81 €</b>	
ΓΥΜΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ 25mm <sup>2</sup>	20,0 m	2,71 €	0,62 €	<b>3,33 €</b>	54,20 €	12,47 €	<b>66,67 €</b>	
ΓΥΜΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ 35mm <sup>2</sup>	5,0 m	3,75 €	0,86 €	<b>4,61 €</b>	18,75 €	4,31 €	<b>23,06 €</b>	
ΓΥΜΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ 50mm <sup>2</sup>	70,0 m	5,15 €	1,18 €	<b>6,33 €</b>	360,50 €	82,92 €	<b>443,42 €</b>	



**ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑΣ	ΦΠΑ 23% /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ /ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΦΠΑ 23% ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ
ΣΕΤ ΜΕ ΛΟΙΠΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΓΕΙΩΣΕΩΣ (ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ ΤΑΙΝΙΑΣ, ΚΟΣ, ΖΥΓΟΙ, ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ, ΠΛΑΚΕΣ, ΚΤΛ.)	1 Σέτ	250,00 €	57,50 €	<b>307,50 €</b>	250,00 €	57,50 €	<b>307,50 €</b>	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 19,56KW	1 τεμ	3.252,03 €	747,97 €	<b>4.000,00 €</b>	3.252,03 €	747,97 €	<b>4.000,00 €</b>	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
<b>ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ :</b>					<b>71.457,36 €</b>	<b>16.435,19 €</b>	<b>87.892,55 €</b>	

**Οικιακό - Χωρίς Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1) (1/2011)****Ανταγωνιστικές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Χρέωση ενέργειας	Χρέωση Παγίου Μονοφασικής Παροχής	Χρέωση Παγίου Τριφασικής Παροχής
Από έως	€/KWh	€/ τετράμηνο	€/ τετράμηνο
0 800	0,05400 €	1,52 €	4,80 €
801 1000	0,06860 €	1,52 €	9,20 €
1001 1200	0,07100 €	1,52 €	9,20 €
1201 1600	0,07270 €	1,52 €	9,20 €
1601 2000	0,07270 €	1,52 €	14,00 €
2001 <	0,08174 €	1,52 €	14,00 €

Ελάχιστη Χρέωση Μονοφασικού: 5,30 €/Τετράμηνο

Ελάχιστη Χρέωση Τριφασικού: 8,58 €/Τετράμηνο

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Δίκτυο Μεταφοράς			Δίκτυο Διανομής		Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
	Χρέωση Ισχύος	Χρέωση Ενέργειας	Λοιπές επιβαρύνσεις	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση)	
Από έως	€/KVA x Συμφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh	€/KVA x Συμφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh
0 800						0,00020 €/KWh
801 1000						0,00528 €/KWh
1001 1200						0,00528 €/KWh
1201 1600	0,16000 €	0,00605 €/KWh	0,00046 €/KWh	0,5900 €/KVA	0,02170 €/KWh	0,00528 €/KWh
1601 2000						0,01137 €/KWh
2001 3000						0,03157 €/KWh
3001 <						0,03608 €/KWh

**ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ ΑΠΕ** 0,00195 €/KWh**Οικιακό - Με Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1Ν) (1/2011)****Ανταγωνιστικές Χρεώσεις****Κατανάλωσης ημέρας:**

Πάγιο, τιμές ενέργειας, ελάχιστη χρέωση : όπως στο τιμολόγιο Χωρίς Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1)

**Κατανάλωσης Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης:**

Πάγιο νύχτας : 4,00 €/Τετράμηνο

Ενέργεια νύχτας, όλες οι kWh : 0,0540 €/KWh

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Δίκτυο Μεταφοράς			Δίκτυο Διανομής		Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
	Χρέωση Ισχύος	Χρέωση Ενέργειας	Λοιπές επιβαρύνσεις	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση)	
Από έως	€/KVA x Συμφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh	€/KVA x Συμφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh
0 800						0,00020 €/KWh
801 1000						0,00528 €/KWh
1001 1200						0,00528 €/KWh
1201 1600	0,16000 €	0,00605 €/KWh	0,00046 €/KWh	0,5900 €/KVA	0,02170 €/KWh	0,00528 €/KWh
1601 2000						0,01137 €/KWh
2001 3000						0,03157 €/KWh
3001 <						0,03608 €/KWh

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις Κατανάλωσης Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης**

0 &lt; - € - € 0,00046 €/KWh - € - € 0,00145 €/KWh

**ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ ΑΠΕ** 0,00195 €/KWh

Το ωράριο εφαρμογής του Τιμολογίου Με Χρονοχρέωση είναι :

1. Για τους Οικιακούς πελάτες :

α. τμηματικό για τη Χειμερινή περίοδο (1 Νοεμβρίου έως 30 Απριλίου) από 02.00 έως 08.00 και από 15.30 έως 17.30. συνεχές για τη Θερινή περίοδο (1 Μαΐου έως 31 Οκτωβρίου) από 23.00 έως 07.00 β. Μόνο συνεχές ωράριο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, από 23.00 έως 07.00, για ορισμένους παλαιούς οικιακούς πελάτες που είχαν πάρει το Τιμολόγιο με Χρονοχρέωση πριν το έτος 1988, εφ' όσον στο μεταξύ δεν ζήτησαν το τμηματικό ωράριο.

Το Τιμολόγιο με Χρονοχρέωση (νυκτερινό τιμολόγιο) με συνεχές ωράριο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους δεν χορηγείται πλέον.



**Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ Δ.Ε.Η.**

<b>ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Α' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ</b>							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Ιανουάριος	31	25,06 kWh	5,34 kWh	30,40 kWh	776,85 kWh	165,66 kWh	942,51 kWh
Φεβρουάριος	28	25,06 kWh	5,14 kWh	30,20 kWh	701,77 kWh	143,92 kWh	845,69 kWh
Μάρτιος	31	24,68 kWh	4,51 kWh	29,19 kWh	765,07 kWh	139,89 kWh	904,95 kWh
Απρίλιος	30	23,86 kWh	3,66 kWh	27,51 kWh	715,65 kWh	109,74 kWh	825,39 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>120</b>				<b>2959,34 kWh</b>	<b>559,21 kWh</b>	<b>3518,55 kWh</b>
<b>Απώλειες Καλωδιώσεων :</b>				<b>3,00%</b>	<b>88,78 kWh</b>	<b>16,78 kWh</b>	<b>105,56 kWh</b>
				<b>Τελικό Σύνολο:</b>	<b>3048,12 kWh</b>	<b>575,99 kWh</b>	<b>3624,10 kWh</b>

<b>ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Β' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ</b>							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Μάιος	31	23,86 kWh	5,15 kWh	29,01 kWh	739,79 kWh	159,52 kWh	899,31 kWh
Ιούνιος	30	29,78 kWh	7,72 kWh	37,50 kWh	893,33 kWh	231,71 kWh	1125,04 kWh
Ιούλιος	31	35,25 kWh	10,27 kWh	45,52 kWh	1092,70 kWh	318,47 kWh	1411,17 kWh
Αύγουστος	31	35,68 kWh	10,26 kWh	45,94 kWh	1106,04 kWh	318,18 kWh	1424,22 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>123</b>				<b>3831,85 kWh</b>	<b>1027,88 kWh</b>	<b>4859,73 kWh</b>
<b>Απώλειες Καλωδιώσεων :</b>				<b>3,00%</b>	<b>114,96 kWh</b>	<b>30,84 kWh</b>	<b>145,79 kWh</b>
				<b>Τελικό Σύνολο:</b>	<b>3946,80 kWh</b>	<b>1058,72 kWh</b>	<b>5005,52 kWh</b>

<b>ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Γ' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ</b>							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Σεπτέμβριος	30	28,96 kWh	7,23 kWh	36,19 kWh	868,73 kWh	216,98 kWh	1085,71 kWh
Οκτώβριος	31	24,19 kWh	3,37 kWh	27,57 kWh	749,98 kWh	104,60 kWh	854,58 kWh
Νοέμβριος	30	24,16 kWh	4,11 kWh	28,27 kWh	724,76 kWh	123,22 kWh	847,99 kWh
Δεκέμβριος	31	24,62 kWh	4,91 kWh	29,54 kWh	763,34 kWh	152,34 kWh	915,68 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>122</b>				<b>3106,82 kWh</b>	<b>597,15 kWh</b>	<b>3703,96 kWh</b>
<b>Απώλειες Καλωδιώσεων :</b>				<b>3,00%</b>	<b>93,20 kWh</b>	<b>17,91 kWh</b>	<b>111,12 kWh</b>
				<b>Τελικό Σύνολο:</b>	<b>3200,02 kWh</b>	<b>615,06 kWh</b>	<b>3815,08 kWh</b>

Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ Δ.Ε.Η.

ΤΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΔΕΗ (ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΧΡΕΩΣΗΣ 1/2011) :

1.651,24 €

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : <b>01/01/2011 - 30/04/2011</b>	Ημέρες : <b>120</b>
Συμφωνημένη Ισχύς : <b>Τριφασική Παροχή 25,0 KVA</b>	
<b>Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος</b>	<b>Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος</b>
• Κατανάλωση Ενέργειας	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $0,16€ \times 25KVA \times (120 / 365) = 1,32 €$ Χρέωση Ενέργειας: $2959,34KWh \times 0,00605KWh/€ = 17,90 €$
Χωρίς χρονοχρέωση : 2959,34 kWh Με χρονοχρέωση : 559,21 kWh	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : <b>3518,55 kWh</b>	$3518,55KWh \times 0,00046KWh/€ = 1,62 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: <b>20,84 €</b>
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
Χωρίς χρονοχρέωση : 14,00 € Με χρονοχρέωση : 4,00 €	Χρέωση Ισχύος: $0,59€ \times 25KVA \times (120 / 365) = 4,85 €$ Χρέωση Ενέργειας: $2959,34KWh \times 0,0217KWh/€ = 64,22 €$
Συνολική Πάγια Χρέωση : <b>18,00 €</b>	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: <b>69,07 €</b>
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφελείας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $2959,34KWh \times 0,08174KWh/€ = 241,90 €$ Με χρονοχρέωση : $559,21KWh \times 0,054KWh/€ = 30,20 €$	$2959,34KWh \times 0,03157KWh/€ = 93,43 €$ $559,21KWh \times 0,00145KWh/€ = 0,81 €$
Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : <b>272,09 €</b>	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: <b>94,24 €</b>
	• Ειδικό Τέλος ΑΠΕ
	$3518,55KWh \times 0,00195KWh/€ = 6,86 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: <b>6,86 €</b>
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: <b>290,09 €</b>	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων <b>191,00 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 481,10 €</b>	

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : <b>01/05/2011 - 31/08/2011</b>	Ημέρες : <b>123</b>
Συμφωνημένη Ισχύς : <b>Τριφασική Παροχή 25,0 KVA</b>	
<b>Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος</b>	<b>Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος</b>
• Κατανάλωση Ενέργειας	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (123 / 365) = 1,35 €$ Χρέωση Ενέργειας: $3831,85KWh \times KWh/€ = 23,18 €$
Χωρίς χρονοχρέωση : 3831,85 kWh Με χρονοχρέωση : 1027,88 kWh	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : <b>4859,73 kWh</b>	$4859,73KWh \times KWh/€ = 2,24 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: <b>26,77 €</b>
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
Χωρίς χρονοχρέωση : 14,35 € Με χρονοχρέωση : 4,10 €	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (123 / 365) = 4,97 €$ Χρέωση Ενέργειας: $3831,85KWh \times KWh/€ = 83,15 €$
Συνολική Πάγια Χρέωση : <b>18,45 €</b>	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: <b>88,12 €</b>
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφελείας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $3831,85KWh \times KWh/€ = 313,22 €$ Με χρονοχρέωση : $1027,88KWh \times KWh/€ = 55,51 €$	$3831,85KWh \times KWh/€ = 138,25 €$ $1027,88KWh \times KWh/€ = 1,49 €$
Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : <b>368,72 €</b>	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: <b>139,74 €</b>
	• Ειδικό Τέλος ΑΠΕ
	$4859,73KWh \times KWh/€ = 9,48 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: <b>9,48 €</b>
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: <b>387,17 €</b>	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων <b>264,11 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 651,28 €</b>	

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : <b>01/09/2011 - 31/12/2011</b>	Ημέρες : <b>122</b>
Συμφωνημένη Ισχύς : <b>Τριφασική Παροχή 25,0 KVA</b>	
<b>Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος</b>	<b>Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος</b>
• Κατανάλωση Ενέργειας	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (122 / 365) = 1,34 €$ Χρέωση Ενέργειας: $3106,82KWh \times KWh/€ = 18,80 €$
Χωρίς χρονοχρέωση : 3106,82 kWh Με χρονοχρέωση : 597,15 kWh	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : <b>3703,96 kWh</b>	$3703,96KWh \times KWh/€ = 1,70 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: <b>21,84 €</b>
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
Χωρίς χρονοχρέωση : 14,23 € Με χρονοχρέωση : 4,07 €	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (122 / 365) = 4,93 €$ Χρέωση Ενέργειας: $3106,82KWh \times KWh/€ = 67,42 €$
Συνολική Πάγια Χρέωση : <b>18,30 €</b>	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: <b>72,35 €</b>
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφελείας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $3106,82KWh \times KWh/€ = 253,95 €$ Με χρονοχρέωση : $597,15KWh \times KWh/€ = 32,25 €$	$3106,82KWh \times KWh/€ = 112,09 €$ $597,15KWh \times KWh/€ = 0,87 €$
Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : <b>286,20 €</b>	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: <b>112,96 €</b>
	• Ειδικό Τέλος ΑΠΕ
	$3703,96KWh \times KWh/€ = 7,22 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: <b>7,22 €</b>
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: <b>304,50 €</b>	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων <b>214,37 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 518,86 €</b>	

**Οικιακό - Χωρίς Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1) (1/2013)****Ανταγωνιστικές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Χρέωση ενέργειας	Χρέωση Παγίου Μονοφασικής Παροχής	Χρέωση Παγίου Τριφασικής Παροχής
Από έως	€/KWh	€/ τετράμηνο	€/ τετράμηνο
0 800	0,07793 €	1,52 €	4,80 €
801 1000	0,09460 €	1,52 €	4,80 €
1001 1200	0,09460 €	1,52 €	4,80 €
1201 1600	0,09460 €	1,52 €	4,80 €
1601 2000	0,09460 €	1,52 €	4,80 €
2001 <	0,10252 €	1,52 €	4,80 €

Ελάχιστη Χρέωση Μονοφασικού: 5,30 €/Τετράμηνο  
Ελάχιστη Χρέωση Τριφασικού: 8,58 €/Τετράμηνο

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Δίκτυο Μεταφοράς			Δίκτυο Διανομής		Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
	Χρέωση Ισχύος	Χρέωση Ενέργειας	Λοιπές επιβαρύνσεις	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση)	
Από έως	€/KVA x Συνφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh	€/KVA x Συνφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh
0 800						0,00699 €/KWh
801 1000						0,00699 €/KWh
1001 1200						0,00699 €/KWh
1201 1600	0,17000 €	0,00541 €/KWh	0,00046 €/KWh	0,6300 €/KVA	0,02030 €/KWh	0,00699 €/KWh
1601 2000						0,01570 €/KWh
2001 3000						0,03987 €/KWh
3001 <						0,04488 €/KWh

**Ειδ.Τέλ. Μείωσ. Εκπομπ. Αερ. Ρύπων:** 0,00953 €/KWh

**Οικιακό - Με Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1N) (1/2013)****Ανταγωνιστικές Χρεώσεις****Κατανάλωσης ημέρας:**

Πάγιο, τιμές ενέργειας, ελάχιστη χρέωση : όπως στο τιμολόγιο Χωρίς Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1)

**Κατανάλωσης Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης:**

Πάγιο νύχτας : 2,00 €/Τετράμηνο  
Ενέργεια νύχτας, όλες οι kWh : 0,0661 €/KWh

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις**

Κλιμάκια	Δίκτυο Μεταφοράς			Δίκτυο Διανομής		Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
	Χρέωση Ισχύος	Χρέωση Ενέργειας	Λοιπές επιβαρύνσεις	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση)	
Από έως	€/KVA x Συνφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh	€/KVA x Συνφ ανά έτος	€/KWh	€/KWh
0 800						0,00699 €/KWh
801 1000						0,00699 €/KWh
1001 1200						0,00699 €/KWh
1201 1600	0,17000 €	0,00541 €/KWh	0,00046 €/KWh	0,6300 €/KVA	0,02030 €/KWh	0,00699 €/KWh
1601 2000						0,01570 €/KWh
2001 3000						0,03987 €/KWh
3001 <						0,04488 €/KWh

**Μονοπωλιακές Χρεώσεις Κατανάλωσης Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης**

0 <	- €	- €	0,00046 €/KWh	- €	- €	0,00889 €/KWh
-----	-----	-----	---------------	-----	-----	---------------

**Ειδ.Τέλ. Μείωσ. Εκπομπ. Αερ. Ρύπων:** 0,00953 €/KWh

Το ωράριο εφαρμογής του Τιμολογίου Με Χρονοχρέωση είναι :

1. Για τους Οικιακούς πελάτες :

α. τμηματικό για τη Χειμερινή περίοδο (1 Νοεμβρίου έως 30 Απριλίου) από 02.00 έως 08.00 και από 15.30 έως 17.30. συνεχές για τη Θερινή περίοδο (1 Μαΐου έως 31 Οκτωβρίου) από 23.00 έως 07.00 β. Μόνο συνεχές ωράριο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, από 23.00 έως 07.00, για ορισμένους παλαιούς οικιακούς πελάτες που είχαν πάρει το Τιμολόγιο με Χρονοχρέωση πριν το έτος 1988, εφ' όσον στο μεταξύ δεν ζήτησαν το τμηματικό ωράριο. Το Τιμολόγιο με Χρονοχρέωση (νυκτερινό τιμολόγιο) με συνεχές ωράριο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους δεν χορηγείται πλέον.

**ΟΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

Συνολικό Ηλεκτρικό Φορτίο Ηλεκτρικών Συστημάτων		Συνολική Ισχύς : 37729,2 W											
		Απαιτούμενη Ετήσια Ενέργεια : 12082,24 kWh											
		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πομπές :		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Γ / Ημερα :		0,81	0,80	0,77	0,77	0,99	1,21	1,22	0,96	0,73	0,75	0,75	0,78
Γ / Μηνια :		24,98	22,41	23,99	21,88	23,84	29,82	37,40	37,75	28,78	22,65	22,48	24,27
Ως (KWh) :		30,404	30,203	29,192	27,513	29,010	37,501	45,522	45,942	36,190	27,567	28,266	29,538
Ως (KWh) :		942,513	845,688	904,954	825,391	899,307	1125,036	1411,170	1424,217	1085,714	854,581	847,988	915,679

**Μέση ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας: 33,102 kWh**

	Συντελεστές ζήτησης επί του συνολικού φορτίου												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
0:00-01:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1:00-02:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
2:00-03:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
3:00-04:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
4:00-05:00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
5:00-06:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
6:00-07:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
7:00-08:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8:00-09:00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
9:00-10:00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00-11:00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
11:00-12:00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
12:00-13:00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
13:00-14:00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
14:00-15:00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07
15:00-16:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
16:00-17:00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
17:00-18:00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
18:00-19:00	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09	0,06	0,06	0,06	0,07
19:00-20:00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
20:00-21:00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
21:00-22:00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
22:00-23:00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
23:00-24:00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,81</b>	<b>0,80</b>	<b>0,77</b>	<b>0,73</b>	<b>0,77</b>	<b>0,99</b>	<b>1,21</b>	<b>1,22</b>	<b>0,96</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>	<b>0,78</b>

	Οριοι χρονολογία/ορια ζήτησης ενέργειας (KWh)											
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00-01:00	0,575	0,583	0,489	0,385	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
1:00-02:00	0,575	0,583	0,489	0,385	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
2:00-03:00	0,575	0,583	0,489	0,385	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
3:00-04:00	0,575	0,583	0,489	0,385	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
4:00-05:00	0,575	0,583	0,489	0,385	0,438	0,677	0,919	0,919	0,600	0,244	0,342	0,491
5:00-06:00	0,762	0,750	0,703	0,565	0,630	0,872	1,166	1,214	0,897	0,514	0,584	0,678
6:00-07:00	0,762	0,750	0,703	0,565	0,630	0,872	1,166	1,214	0,897	0,514	0,584	0,678
7:00-08:00	1,270	1,219	1,054	1,043	1,059	1,325	1,567	1,555	1,224	1,011	1,134	1,232
8:00-09:00	1,022	1,034	1,020	1,025	0,963	1,052	1,161	1,605	1,027	1,043	1,009	0,998
9:00-10:00	0,177	0,200	0,186	0,193	0,142	0,632	0,737	0,737	0,601	0,181	0,148	0,155
10:00-11:00	1,190	1,123	1,201	0,857	1,145	1,296	1,884	1,852	1,264	1,185	1,183	1,182
11:00-12:00	1,817	1,829	1,817	1,810	1,737	1,986	1,986	1,986	1,662	1,801	1,799	1,797
12:00-13:00	4,092	4,104	4,092	4,097	4,429	2,339	2,688	2,688	2,230	0,916	0,920	0,910
13:00-14:00	0,926	0,944	0,932	0,937	1,749	2,339	2,688	2,688	2,230	0,916	0,920	0,910
14:00-15:00	2,657	2,676	2,664	2,669	3,376	3,966	4,315	4,315	3,856	2,648	2,652	2,642
15:00-16:00	0,285	0,287	0,285	0,282	0,847	1,703	2,052	2,041	1,994	0,280	0,285	0,277
16:00-17:00	0,276	0,276	0,287	0,282	0,847	1,703	2,052	2,041	1,994	0,280	0,285	0,277
17:00-18:00	0,830	0,630	0,497	0,490	0,992	1,426	1,650	1,639	1,343	0,741	0,900	0,934
18:00-19:00	2,507	2,507	2,354	2,177	2,445	2,891	3,116	3,116	2,259	2,450	2,436	2,468
19:00-20:00	1,422	1,424	1,431	1,459	1,662	1,738	2,295	2,640	1,962	1,457	1,383	1,400
20:00-21:00	3,352	3,354	3,388	3,444	2,271	2,568	3,033	3,153	2,397	3,471	3,371	3,330
21:00-22:00	2,282	2,284	2,291	2,319	2,167	2,889	3,439	3,439	2,718	2,317	2,250	2,264
22:00-23:00	0,889	0,881	0,905	0,936	1,547	2,040	2,222	2,222	1,841	0,931	0,864	0,878
23:00-24:00	1,027	1,015	1,031	0,850	1,289	1,712	1,900	1,900	1,582	0,719	0,794	0,943
<b>Σύνολο:</b>	<b>30,404</b>	<b>30,203</b>	<b>29,192</b>	<b>27,513</b>	<b>29,010</b>	<b>37,501</b>	<b>45,522</b>	<b>45,942</b>	<b>36,190</b>	<b>27,567</b>	<b>28,266</b>	<b>29,538</b>

	Οριοι χρονολογία/ορια ζήτησης ενέργειας (KWh)											
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00-01:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,964	4,964
1:00-02:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,964	4,964
2:00-03:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,964	4,964
3:00-04:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,964	4,964
4:00-05:00	4,964	4,964	4,964	4,964	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,942	4,964	4,964
5:00-06:00	5,961	5,961	5,961	5,961	5,939	5,939	5,939	5,939	5,939	5,961	5,961	5,961
6:00-07:00	5,961	5,961	5,961	5,961	5,939	5,939	5,939	5,939	5,939	5,961	5,961	5,961
7:00-08:00	13,444	13,444	13,444	13,444	17,285	17,285	17,285	17,285	17,285	13,389	14,486	14,486
8:00-09:00	13,444	13,444	13,444	13,444	17,284	17,284	17,284	17,284	17,284	13,389	14,444	14,444
9:00-10:00	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338	4,338
10:00-11:00	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024	4,024
11:00-12:00	4,424	4,424	4,424	4,424	6,028	6,028	6,028	6,028	6,028	4,424	4,424	4,424
12:00-13:00	6,208	6,208	6,208	6,208	6,528	6,528	6,528	6,528	6,528	6,208	6,208	6,208
13:00-14:00	3,567	3,567	3,567	3,567	3,387	3,387	3,387	3,387	3,387	3,567	3,567	3,567
14:00-15:00	7,943	7,943	7,943	7,943	11,763	11,763	11,763	11,763	11,763	7,943	7,943	7,943
15:00-16:00	1,093	1,093	1,093	1,093	4,913	4,913	4,913	4,913	4,913	1,093	1,093	1,093
16:00-17:00	1,093	1,093	1,093	1,093	4,913	4,913	4,913	4,913	4,913	1,093	1,093	1,093
17:00-18:00	6,112	6,112										

**Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ Δ.Ε.Η.**

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Α' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Ιανουάριος	31	25,06 kWh	5,34 kWh	30,40 kWh	776,85 kWh	165,66 kWh	942,51 kWh
Φεβρουάριος	28	25,06 kWh	5,14 kWh	30,20 kWh	701,77 kWh	143,92 kWh	845,69 kWh
Μάρτιος	31	24,68 kWh	4,51 kWh	29,19 kWh	765,07 kWh	139,89 kWh	904,95 kWh
Απρίλιος	30	23,86 kWh	3,66 kWh	27,51 kWh	715,65 kWh	109,74 kWh	825,39 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>120</b>				<b>2959,34 kWh</b>	<b>559,21 kWh</b>	<b>3518,55 kWh</b>
Απώλειες Καλωδιώσεων :				3,00%	88,78 kWh	16,78 kWh	105,56 kWh
<b>Τελικό Σύνολο:</b>					<b>3048,12 kWh</b>	<b>575,99 kWh</b>	<b>3624,10 kWh</b>

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Β' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Μάιος	31	23,86 kWh	5,15 kWh	29,01 kWh	739,79 kWh	159,52 kWh	899,31 kWh
Ιούνιος	30	29,78 kWh	7,72 kWh	37,50 kWh	893,33 kWh	231,71 kWh	1125,04 kWh
Ιούλιος	31	35,25 kWh	10,27 kWh	45,52 kWh	1092,70 kWh	318,47 kWh	1411,17 kWh
Αύγουστος	31	35,68 kWh	10,26 kWh	45,94 kWh	1106,04 kWh	318,18 kWh	1424,22 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>123</b>				<b>3831,85 kWh</b>	<b>1027,88 kWh</b>	<b>4859,73 kWh</b>
Απώλειες Καλωδιώσεων :				3,00%	114,96 kWh	30,84 kWh	145,79 kWh
<b>Τελικό Σύνολο:</b>					<b>3946,80 kWh</b>	<b>1058,72 kWh</b>	<b>5005,52 kWh</b>

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ Γ' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ							
Μήνας	Ημέρες	Μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση			Μέση μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση		
		Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο	Χωρίς χρονοχρέωση	Με χρονοχρέωση	Σύνολο
Σεπτέμβριος	30	28,96 kWh	7,23 kWh	36,19 kWh	868,73 kWh	216,98 kWh	1085,71 kWh
Οκτώβριος	31	24,19 kWh	3,37 kWh	27,57 kWh	749,98 kWh	104,60 kWh	854,58 kWh
Νοέμβριος	30	24,16 kWh	4,11 kWh	28,27 kWh	724,76 kWh	123,22 kWh	847,99 kWh
Δεκέμβριος	31	24,62 kWh	4,91 kWh	29,54 kWh	763,34 kWh	152,34 kWh	915,68 kWh
<b>Σύνολο:</b>	<b>122</b>				<b>3106,82 kWh</b>	<b>597,15 kWh</b>	<b>3703,96 kWh</b>
Απώλειες Καλωδιώσεων :				3,00%	93,20 kWh	17,91 kWh	111,12 kWh
<b>Τελικό Σύνολο:</b>					<b>3200,02 kWh</b>	<b>615,06 kWh</b>	<b>3815,08 kWh</b>



ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : 01/01/2013 - 30/04/2013	Ημέρες : 120
Συμφωνημένη Ισχύς : Τριφασική Παροχή 25,0 KVA	
Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος
	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $0,17€ \times 25KVA \times (120 / 365) = 1,40 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $2959,34KWh \times 0,00541KWh/€ = 16,01 €$
• Κατανάλωση Ενέργειας	Χωρίς χρονοχρέωση : 2959,34 kWh
	Με χρονοχρέωση : 559,21 kWh
	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : 3518,55 kWh
	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
	$3518,55KWh \times 0,00046KWh/€ = 1,62 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: 19,03 €
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
	Χρέωση Ισχύος: $0,63€ \times 25KVA \times (120 / 365) = 5,18 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $2959,34KWh \times 0,0203KWh/€ = 60,07 €$
	Συνολική Πάγια Χρέωση : 6,80 €
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: 65,25 €
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $2959,34KWh \times 0,10252KWh/€ = 303,39 €$	$2959,34KWh \times 0,03987KWh/€ = 117,99 €$
Με χρονοχρέωση : $559,21KWh \times 0,0661KWh/€ = 36,96 €$	$559,21KWh \times 0,00889KWh/€ = 4,97 €$
	Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : 340,35 €
	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: 122,96 €
	• Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπής Αερίων Ρύπων
	$3518,55KWh \times 0,00953KWh/€ = 33,53 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: 33,53 €
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: 347,15 €	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων 240,77 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 587,93 €</b>	

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : 01/05/2013 - 31/08/2013	Ημέρες : 123
Συμφωνημένη Ισχύς : Τριφασική Παροχή 25,0 KVA	
Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος
	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (123 / 365) = 1,43 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $3831,85KWh \times KWh/€ = 20,73 €$
• Κατανάλωση Ενέργειας	Χωρίς χρονοχρέωση : 3831,85 kWh
	Με χρονοχρέωση : 1027,88 kWh
	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : 4859,73 kWh
	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
	$4859,73KWh \times KWh/€ = 2,24 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: 24,40 €
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (123 / 365) = 5,31 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $3831,85KWh \times KWh/€ = 77,79 €$
	Συνολική Πάγια Χρέωση : 6,97 €
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: 83,09 €
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $3831,85KWh \times KWh/€ = 392,84 €$	$3831,85KWh \times KWh/€ = 171,97 €$
Με χρονοχρέωση : $1027,88KWh \times KWh/€ = 67,94 €$	$1027,88KWh \times KWh/€ = 9,14 €$
	Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : 460,78 €
	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: 181,11 €
	• Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπής Αερίων Ρύπων
	$4859,73KWh \times KWh/€ = 46,31 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: 46,31 €
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: 467,75 €	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων 334,92 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 802,67 €</b>	

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ: Γ1Ν ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	
Περίοδος Κατανάλωσης : 01/09/2013 - 31/12/2013	Ημέρες : 122
Συμφωνημένη Ισχύς : Τριφασική Παροχή 25,0 KVA	
Ανταγωνιστικές Χρεώσεις / Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	Μονοπωλιακές Χρεώσεις / Χρεώσεις Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος
	• Δίκτυο Μεταφοράς
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (122 / 365) = 1,42 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $3106,82KWh \times KWh/€ = 16,81 €$
• Κατανάλωση Ενέργειας	Χωρίς χρονοχρέωση : 3106,82 kWh
	Με χρονοχρέωση : 597,15 kWh
	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας : 3703,96 kWh
	• Λοιπές επιβαρύνσεις Δικτύου Μεταφοράς
	$3703,96KWh \times KWh/€ = 1,70 €$
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Μεταφοράς: 19,93 €
• Πάγια Χρέωση	• Δίκτυο Διανομής
	Χρέωση Ισχύος: $€ \times 25KVA \times (122 / 365) = 5,26 €$
	Χρέωση Ενέργειας: $3106,82KWh \times KWh/€ = 63,07 €$
	Συνολική Πάγια Χρέωση : 6,91 €
	Σύνολο Χρεώσεων Δικτύου Διανομής: 68,33 €
• Χρέωση Ηλεκτρικού Ρεύματος	• Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας:
Χωρίς χρονοχρέωση : $3106,82KWh \times KWh/€ = 318,51 €$	$3106,82KWh \times KWh/€ = 139,43 €$
Με χρονοχρέωση : $597,15KWh \times KWh/€ = 39,47 €$	$597,15KWh \times KWh/€ = 5,31 €$
	Αξία Ηλεκτρικού Ρεύματος : 357,98 €
	Σύνολο Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας: 144,74 €
	• Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπής Αερίων Ρύπων
	$3703,96KWh \times KWh/€ = 35,30 €$
	Σύνολο ΑΠΕ: 35,30 €
Σύνολο (1) Ανταγωνιστικών χρεώσεων: 364,90 €	Σύνολο (2) Μονοπωλιακών Χρεώσεων 268,31 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΑΞΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1+2): 633,20 €</b>	

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΓ' – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ  
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**



## ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

	PV	W500	Gen	Hoppecke 16 OPzS solar.power	Converter	Dispatch Strategy	Total Capital Cost	Total NPC	Tot. Ann. Cap. Cost	Tot. Ann. Repl. Cost	Total O&M Cost	Total Fuel Cost	Total Ann. Cost	Operating Cost	COE
#	kW	(Τεμ)	kW	(Τεμ)	kW		€	€	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/kWh
1	16,56	1	25	26	15	LF	87898	94627	3516	54	0	215	3785	269	0,31
2	16,56	1	25	26	15	CC	87898	100716	3516	69	0	444	4029	513	0,33
3	16,56	0	25	26	15	LF	77776	103082	3111	108	0	904	4123	1012	0,34
4	16,56	0	25	26	15	CC	77776	114573	3111	132	0	1339	4583	1472	0,38
5	0,00	1	25	26	15	CC	63883	347120	2555	769	0	10561	13885	11329	1,15
6	0,00	1	25	26	15	LF	63883	371225	2555	925	0	11368	14849	12294	1,23
7	0,00	0	25	26	15	CC	53761	398646	215	1047	0	12748	15946	13795	1,32
8	0,00	0	25	26	15	LF	53761	438138	215	1149	0	14226	17526	15375	1,45
9	16,56	1	25	0	15	CC	65148	828071	2606	2035	0	28482	33123	30517	2,74
10	16,56	1	25	0	15	LF	65148	828071	2606	2035	0	28482	33123	30517	2,74
11	16,56	0	25	0	15	CC	55026	884187	2201	2226	0	3094	35367	33166	2,93
12	16,56	0	25	0	15	LF	55026	884187	2201	2226	0	3094	35367	33166	2,93
13	0,00	1	25	0	15	CC	41133	935877	1645	2416	0	33373	37435	3579	3,10
14	0,00	1	25	0	15	LF	41133	935877	1645	2416	0	33373	37435	3579	3,10
15	0,00	0	25	0	0	CC	17184	969751	687	2584	0	35519	3879	38103	3,21
16	0,00	0	25	0	0	LF	17184	969751	687	2584	0	35519	3879	38103	3,21

	PV Production	Wind Production	Gen Production	Tot. Electrical Production	AC Primary Load Served	Ren. Fraction	Cap. Shortage	Cap. Shortage Frac.	Unmet Load	Unmet Load Frac.	Excess Electricity	Diesel	CO2 Emissions	CO Emissions	UHC Emissions	PM Emissions	SO2 Emissions	NOx Emissions
#	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr	L/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr
1	21009	3172	265	24445	12083	0,99	0	0	0	0,00	7473	148	391	1	0	0	1	9
2	21009	3172	678	24859	12083	0,97	0	0	0	0,00	7795	307	807	2	0	0	2	18
3	21009	0	1115	22124	12083	0,95	0	0	0	0,00	4951	624	1644	4	0	0	3	36
4	21009	0	2031	23040	12083	0,91	0	0	0	0,00	5566	925	2436	6	1	0	5	54
5	0	3172	17259	20430	12083	0,16	0	0	0	0,00	82	7293	19206	47	5	4	39	423
6	0	3172	14020	17192	12083	0,18	0	0	0	0,00	0	7851	20674	51	6	4	42	455
7	0	0	21462	21462	12083	0,00	0	0	0	0,00	11	8804	23184	57	6	4	47	511
8	0	0	17545	17545	12083	0,00	0	0	0	0,00	0	9825	25872	64	7	5	52	570
9	21009	3172	35125	59305	12083	0,41	0	0	0	0,00	46770	19670	51798	128	14	10	104	1,141
10	21009	3172	35125	59305	12083	0,41	0	0	0	0,00	46770	19670	51798	128	14	10	104	1,141
11	21009	0	38155	59164	12083	0,36	0	0	0	0,00	46821	21367	56267	139	15	10	113	1,239
12	21009	0	38155	59164	12083	0,36	0	0	0	0,00	46821	21367	56267	139	15	10	113	1,239
13	0	3172	41155	44327	12083	0,07	0	0	0	0,00	32169	23048	60693	150	17	11	122	1,337
14	0	3172	41155	44327	12083	0,07	0	0	0	0,00	32169	23048	60693	150	17	11	122	1,337
15	0	0	43800	43800	12083	0,00	0	0	0	0,00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1,423
16	0	0	43800	43800	12083	0,00	0	0	0	0,00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1,423

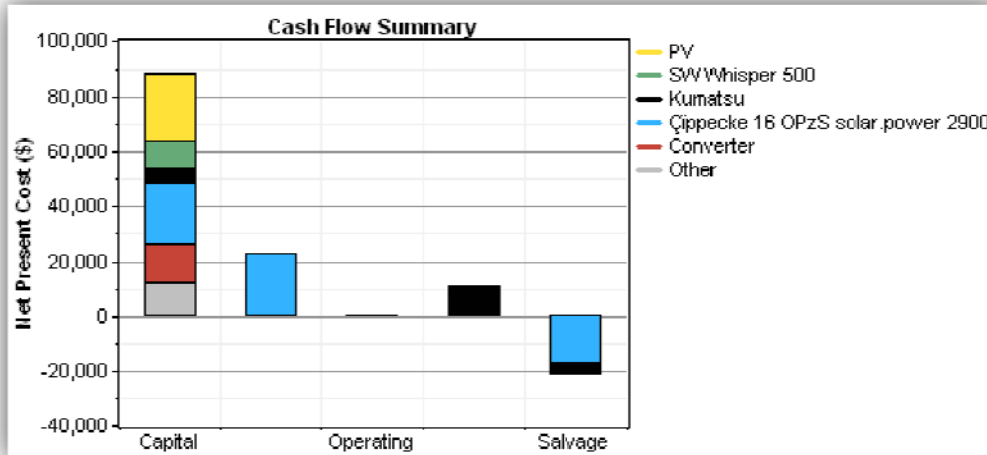
	<b>Gen Fuel</b>	<b>Gen Hours</b>	<b>Gen Starts</b>	<b>Gen Life</b>	<b>Battery Autonomy</b>	<b>Battery Throughput</b>	<b>Battery Life</b>
<b>#</b>	<b>L/yr</b>	<b>hr/yr</b>	<b>starts/yr</b>	<b>yr</b>	<b>hr</b>	<b>kWh/yr</b>	<b>yr</b>
1	148	53	46	283,02	80,91	7787	20,00
2	307	99	5	151,52	80,91	7790	20,00
3	624	223	199	67,26	80,91	8878	20,00
4	925	300	15	50,00	80,91	9009	20,00
5	7293	2266	114	6,62	80,91	10383	19,80
6	7851	2804	2216	5,35	80,91	6530	20,00
7	8804	2685	135	5,59	80,91	11699	17,50
8	9825	3509	2620	4,27	80,91	6992	20,00
9	19670	7025	796	2,14	0,00	0	20,00
10	19670	7025	796	2,14	0,00	0	20,00
11	21367	7631	643	1,97	0,00	0	20,00
12	21367	7631	643	1,97	0,00	0	20,00
13	23048	8231	270	1,82	0,00	0	20,00
14	23048	8231	270	1,82	0,00	0	20,00
15	24529	8760	1	1,71	0,00	0	20,00
16	24529	8760	1	1,71	0,00	0	20,00

**System architecture**

PV Array	16.6 kW
Wind turbine	1 SW Whisper 500
Kumatsu	25 kW
Battery	26 Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900
Inverter	15 kW
Rectifier	15 kW
Dispatch strategy	Cycle Charging

**Cost summary**

Total net present cost	€ 100,716
Levelized cost of energy	€ 0.333/kWh
Operating cost	€ 513/yr

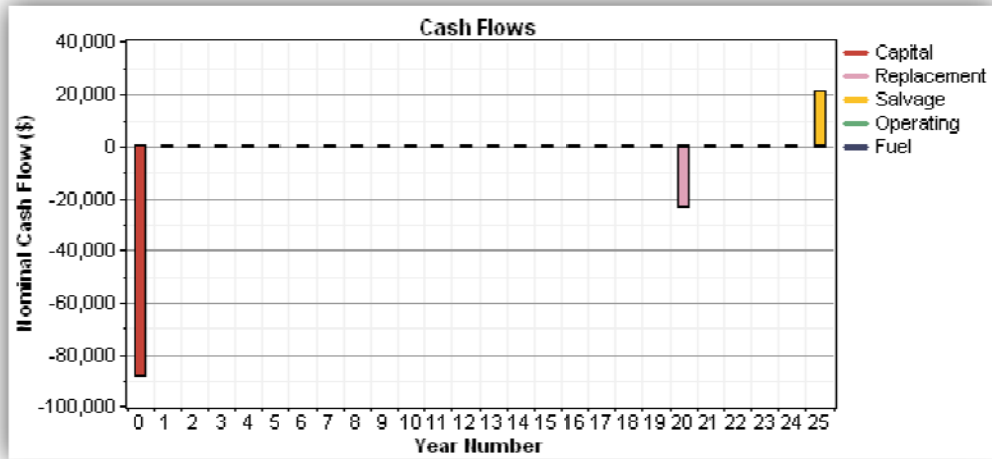


**Net Present Costs**

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(€)	(€)	(€)	(€)	(€)	(€)
PV	24,015	0	0	0	0	24,015
SW Whisper 500	10,122	0	0	0	0	10,122
Kumatsu	5,105	0	0	11,097	-3,966	12,236
Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900	22,750	22,750	0	0	-17,063	28,438
Converter	13,827	0	0	0	0	13,827
Other	12,079	0	0	0	0	12,079
System	87,898	22,750	0	11,097	-21,029	100,716

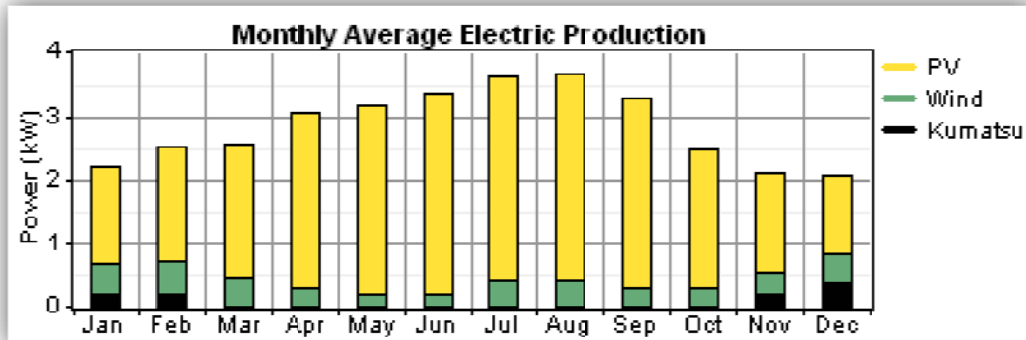
**Annualized Costs**

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)
PV	961	0	0	0	0	961
SW Whisper 500	405	0	0	0	0	405
Kumatsu	204	0	0	444	-159	489
Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900	910	910	0	0	-683	1,138
Converter	553	0	0	0	0	553
Other	483	0	0	0	0	483
System	3,516	910	0	444	-841	4,029



### Electrical

Component	Production	Fraction
	(kWh/yr)	
PV array	21,009	85%
Wind turbine	3,172	13%
Kumatsu	678	3%
Total	24,859	100%



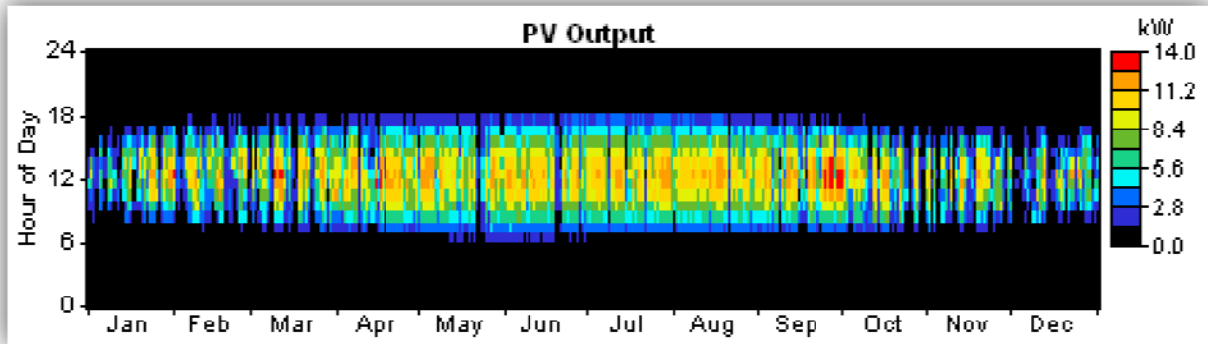
Load	Consumption	Fraction
	(kWh/yr)	
AC primary load	12,083	100%
Total	12,083	100%

Quantity	Value	Units
Excess electricity	7,795	kWh/yr
Unmet load	0.000142	kWh/yr
Capacity shortage	0.00	kWh/yr
Renewable fraction	0.973	

### PV

Quantity	Value	Units
Rated capacity	16.6	kW
Mean output	2.40	kW
Mean output	57.6	kWh/d
Capacity factor	14.5	%
Total production	21,009	kWh/yr

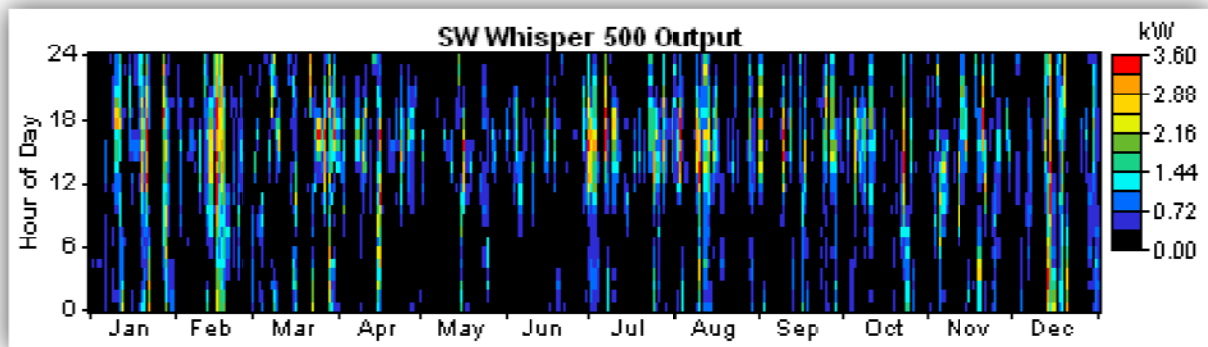
Quantity	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	13.3	kW
PV penetration	174	%
Hours of operation	4,344	hr/yr
Levelized cost	0.0457	€/kWh



**DC Wind Turbine: SW Whisper 500**

Variable	Value	Units
Total rated capacity	3.00	kW
Mean output	0.362	kW
Capacity factor	12.1	%
Total production	3,172	kWh/yr

Variable	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	3.32	kW
Wind penetration	26.3	%
Hours of operation	4,334	hr/yr
Levelized cost	0.128	€/kWh



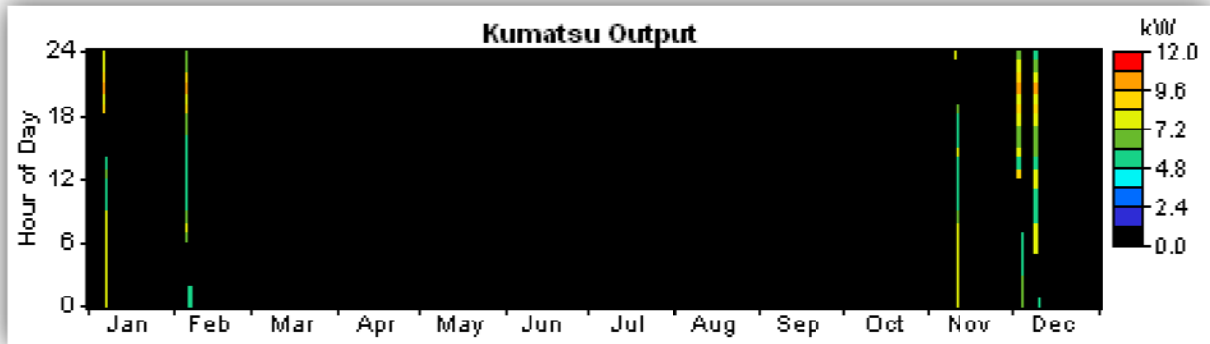
**Kumatsu**

Quantity	Value	Units
Hours of operation	99	hr/yr
Number of starts	5	starts/yr
Operational life	152	yr
Capacity factor	0.310	%
Fixed generation cost	3.21	€/hr
Marginal generation cost	0.232	€/kWh <sub>yr</sub>

Quantity	Value	Units
Electrical production	678	kWh/yr
Mean electrical output	6.85	kW
Min. electrical output	5.00	kW
Max. electrical output	10.3	kW

Quantity	Value	Units
Fuel consumption	307	L/yr
Specific fuel consumption	0.452	L/kWh
Fuel energy input	3,016	kWh/yr
Mean electrical efficiency	22.5	%



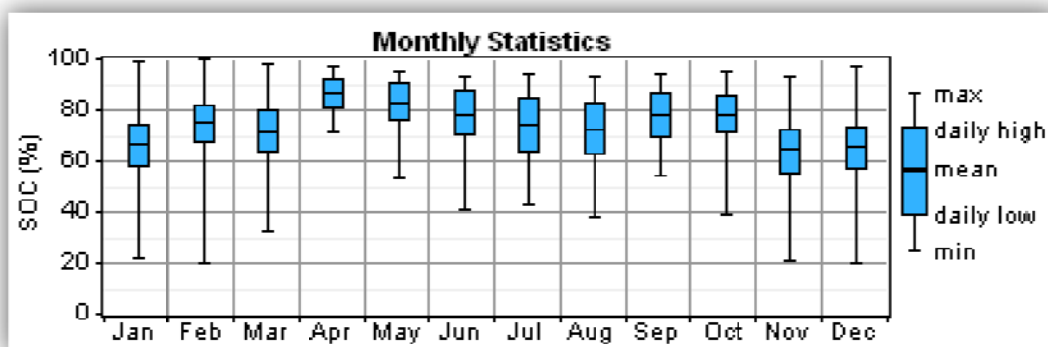
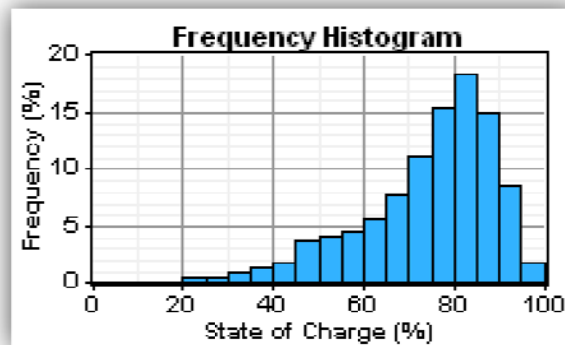


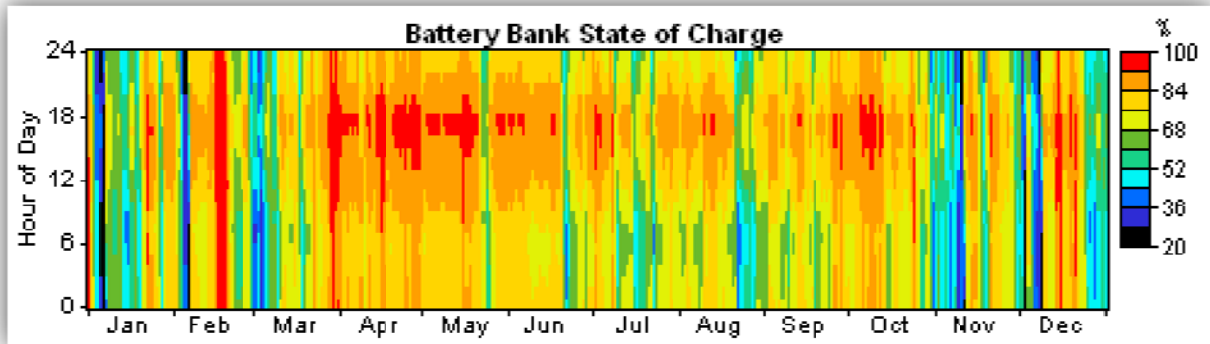
**Battery**

Quantity	Value
String size	26
Strings in parallel	1
Batteries	26
Bus voltage (V)	48.1

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	139	kWh
Usable nominal capacity	112	kWh
Autonomy	80.9	hr
Lifetime throughput	205,200	kWh
Battery wear cost	0.120	€/kWh
Average energy cost	0.010	€/kWh

Quantity	Value	Units
Energy in	8,323	kWh/yr
Energy out	7,224	kWh/yr
Storage depletion	68.6	kWh/yr
Losses	1,031	kWh/yr
Annual throughput	7,790	kWh/yr
Expected life	20.0	yr

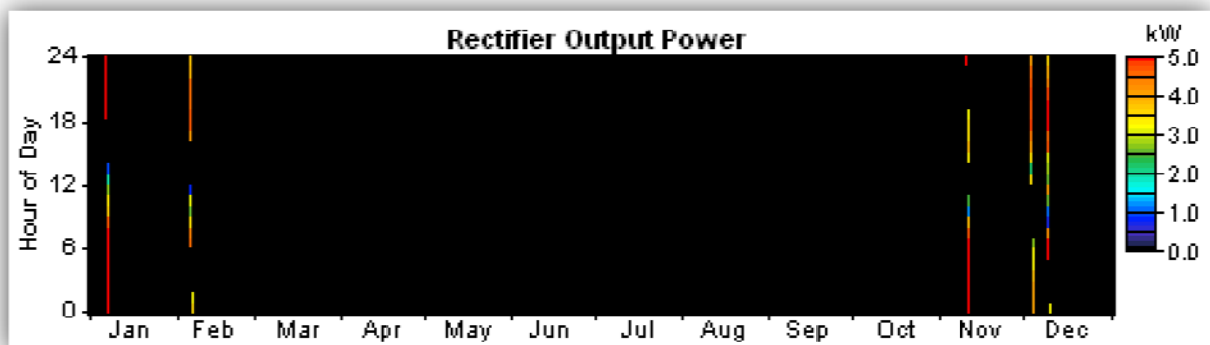
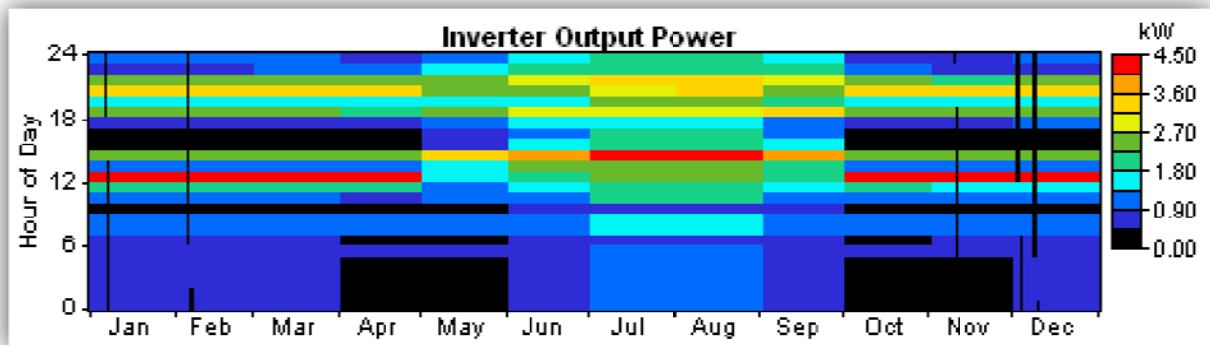




**Converter**

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	15.0	15.0	kW
Mean output	1.4	0.0	kW
Minimum output	0.0	0.0	kW
Maximum output	4.3	5.0	kW
Capacity factor	9.1	0.3	%

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of operation	8,661	92	hrs/yr
Energy in	15,690	514	kWh/yr
Energy out	11,956	367	kWh/yr
Losses	3,734	148	kWh/yr



**Emissions**

<b>Pollutant</b>	<b>Emissions (kg/yr)</b>
Carbon dioxide	807
Carbon monoxide	1.99
Unburned hydrocarbons	0.221
Particulate matter	0.15
Sulfur dioxide	1.62
Nitrogen oxides	17.8

## ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

	PV	W500	Gen	Hoppecke 16 OPzS solar.power	Converter	Dispatch Strategy	Total Capital Cost	Total NPC	Tot. Ann. Cap. Cost	Tot. Ann. Repl. Cost	Total O&M Cost	Total Fuel Cost	Total Ann. Cost	Operating Cost	COE
#	kW	(Τεμ)	kW	(Τεμ)	kW		€	€	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/yr	€/kWh
1	19,32	1	25	26	15	CC	91901	97691	3676	50	0	181	3908	232	0,323
2	19,32	0	25	26	15	CC	81779	104475	3271	94	0	813	4179	908	0,346
3	22,08	0	0	52	15	CC	103426	114801	4137	455	0	0	4592	455	0,380
4	16,56	1	0	52	15	CC	105543	116918	4222	455	0	0	4677	455	0,387
5	0,00	2	25	52	15	CC	96755	268569	3870	588	0	6285	10743	6873	0,889
6	0,00	0	25	52	15	CC	76511	343502	3060	765	0	9914	13740	10680	1,137
7	22,08	2	25	0	15	CC	83275	740500	3331	1728	0	24561	29620	26289	2,451
8	22,08	0	25	0	15	CC	63031	838196	2521	2070	0	28937	33528	31007	2,775
9	0,00	2	25	0	15	CC	51255	884461	2050	2238	0	31090	35378	33328	2,928
10	0,00	0	25	0	0	CC	17184	969751	687	2584	0	35519	38790	38103	3,210

	PV Production	Wind Production	Gen Production	Tot. Electrical Production	AC Primary Load Served	Ren. Fraction	Cap. Shortage	Cap. Shortage Frac.	Unmet Load	Unmet Load Frac.	Excess Electricity	Diesel	CO2 Emissions	CO Emissions	UHC Emissions	PM Emissions	SO2 Emissions	NOx Emissions
#	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr		kWh/yr	L/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr	kg/yr
1	24510	3172	283	27965	12083	0,99	0	0	0	0,00	10942	125	330	1	0	0	1	7
2	24510	0	1261	25771	12083	0,95	0	0	0	0,00	8457	562	1479	4	0	0	3	33
3	28012	0	0	28012	12083	1,00	0	0	0	0,00	10966	0	0	0	0	0	0	0
4	21009	3172	0	24180	12083	1,00	7	0	5	0,00	7243	0	0	0	0	0	0	0
5	0	6344	14376	20719	12083	0,31	0	0	0	0,00	139	434	11429	28	3	2	23	252
6	0	0	23043	23043	12083	0,00	0	0	0	0,00	0	6847	18030	45	5	3	36	397
7	28012	6344	30290	64645	12083	0,53	0	0	0	0,00	51684	16962	44666	110	12	8	90	984
8	28012	0	35685	63697	12083	0,44	0	0	0	0,00	51126	19984	52624	130	14	10	106	1159
9	0	6344	38340	44684	12083	0,14	0	0	0	0,00	32355	21471	56540	140	15	11	114	1245
10	0	0	43800	43800	12083	0,00	0	0	0	0,00	31718	24529	64594	159	18	12	130	1423

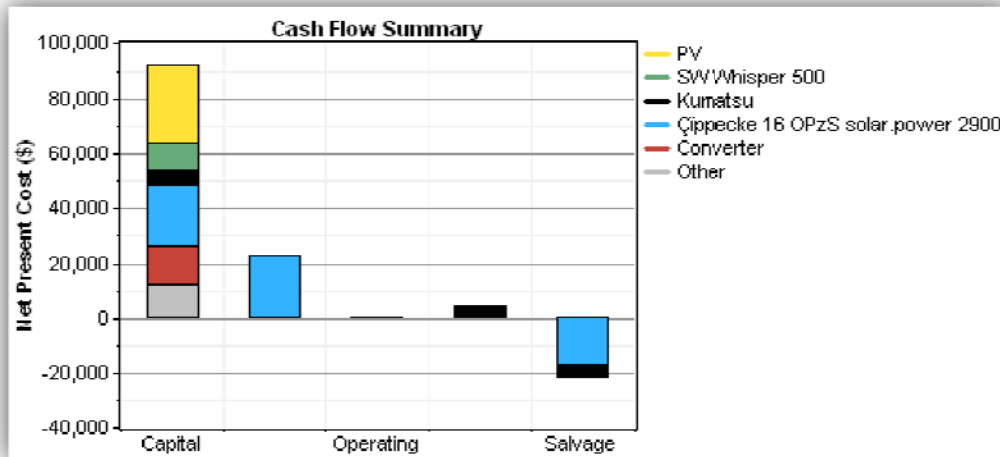
	Gen Fuel	Gen Hours	Gen Starts	Gen Life	Battery Autonomy	Battery Throughput	Battery Life
#	L/yr	hr/yr	starts/yr	yr	hr	kWh/yr	yr
1	125	40	2	375,00	80,91	7728	20,00
2	562	180	9	83,33	80,91	8965	20,00
3	0	0	0	1000,00	161,81	9061	20,00
4	0	0	0	1000,00	161,81	7896	20,00
5	4340	1020	51	14,71	161,81	10885	20,00
6	6847	1580	79	9,49	161,81	13929	20,00
7	16962	6058	885	2,48	0,00	0	20,00
8	19984	7137	722	2,10	0,00	0	20,00
9	21471	7668	431	1,96	0,00	0	20,00
10	24529	8760	1	1,71	0,00	0	20,00

**System architecture**

PV Array	19.3 kW
Wind turbine	1 SW Whisper 500
Kumatsu	25 kW
Battery	26 Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900
Inverter	15 kW
Rectifier	15 kW
Dispatch strategy	Cycle Charging

**Cost summary**

Total net present cost	€ 97,691
Levelized cost of energy	€ 0.323/kWh
Operating cost	€ 232/yr

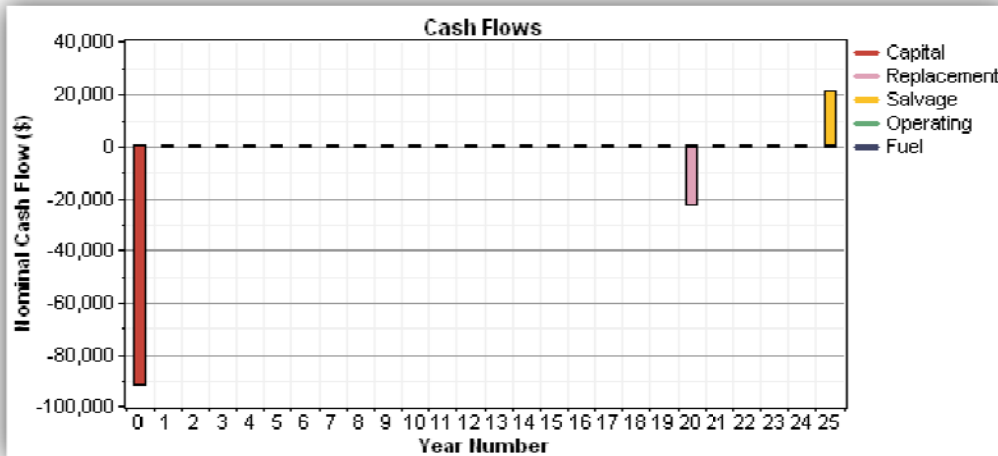


**Net Present Costs**

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(€)	(€)	(€)	(€)	(€)	(€)
PV	28,018	0	0	0	0	28,018
SW Whisper 500	10,122	0	0	0	0	10,122
Kumatsu	5,105	0	0	4,539	-4,433	5,208
Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900	22,750	22,750	0	0	-17,063	28,438
Converter	13,827	0	0	0	0	13,827
Other	12,079	0	0	0	0	12,079
System	91,901	22,750	0	4,536	-21,029	97,691

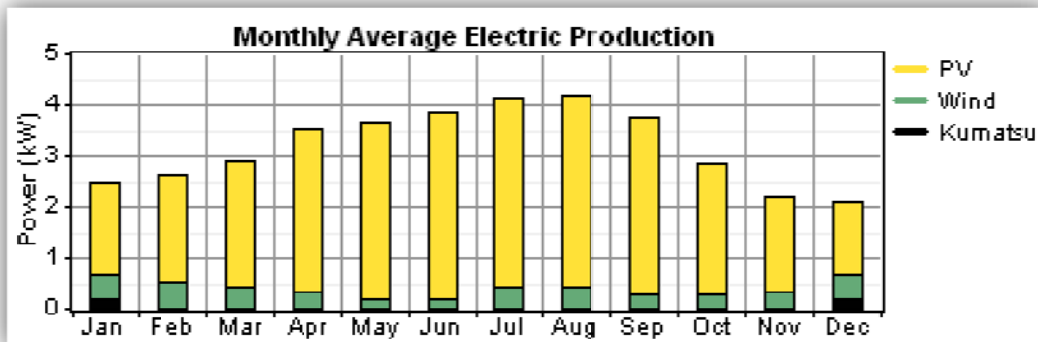
**Annualized Costs**

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)	(€/yr)
PV	1,121	0	0	0	0	1,121
SW Whisper 500	405	0	0	0	0	405
Kumatsu	204	0	0	181	-177	208
Hoppecke 16 OPzS solar.power 2900	910	910	0	0	-683	1,138
Converter	553	0	0	0	0	553
Other	483	0	0	0	0	483
System	3,676	910	0	181	-860	3,908



**Electrical**

Component	Production	Fraction
	(kWh/yr)	
PV array	24,510	88%
Wind turbine	3,172	11%
Kumatsu	283	1%
Total	27,965	100%



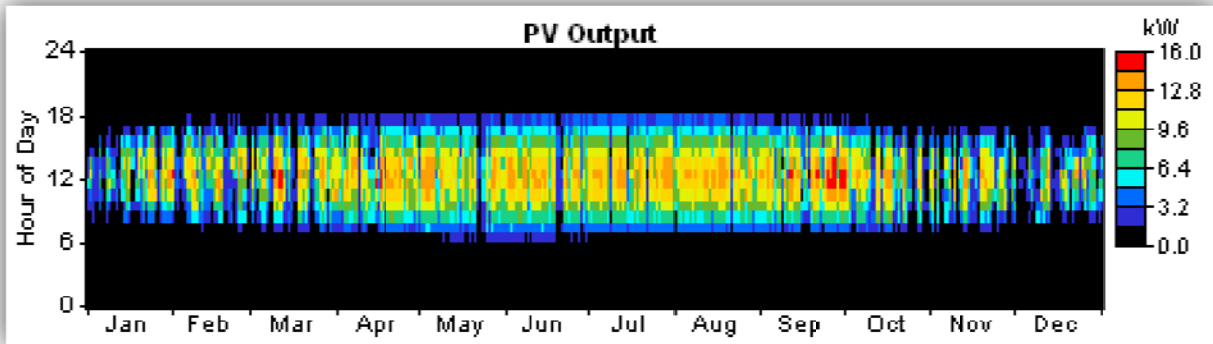
Load	Consumption	Fraction
	(kWh/yr)	
AC primary load	12,083	100%
Total	12,083	100%

Quantity	Value	Units
Excess electricity	10,942	kWh/yr
Unmet load	0.000144	kWh/yr
Capacity shortage	0.00	kWh/yr
Renewable fraction	0.990	

**PV**

Quantity	Value	Units
Rated capacity	19.3	kW
Mean output	2.80	kW
Mean output	67.2	kWh/d
Capacity factor	14.5	%
Total production	24,510	kWh/yr

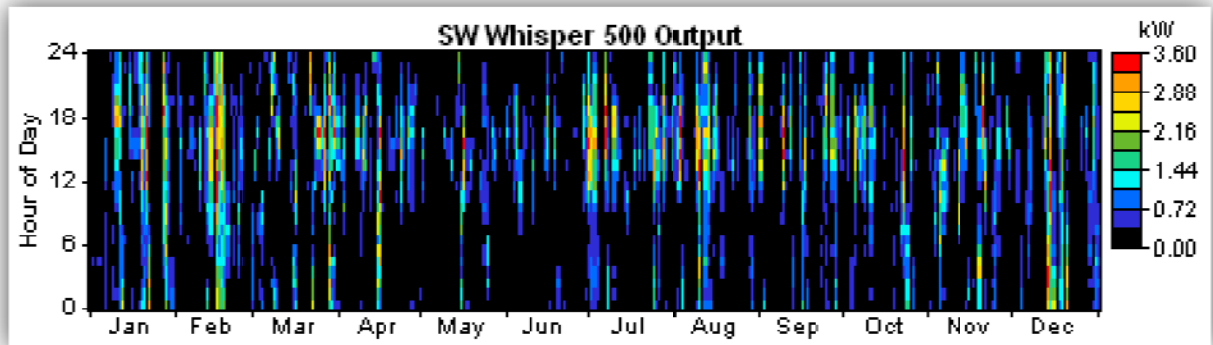
Quantity	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	15.6	kW
PV penetration	203	%
Hours of operation	4,344	hr/yr
Levelized cost	0.0457	€/kWh



**DC Wind Turbine: SW Whisper 500**

Variable	Value	Units
Total rated capacity	3.00	kW
Mean output	0.362	kW
Capacity factor	12.1	%
Total production	3,172	kWh/yr

Variable	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	3.32	kW
Wind penetration	26.3	%
Hours of operation	4,334	hr/yr
Levelized cost	0.128	€/kWh

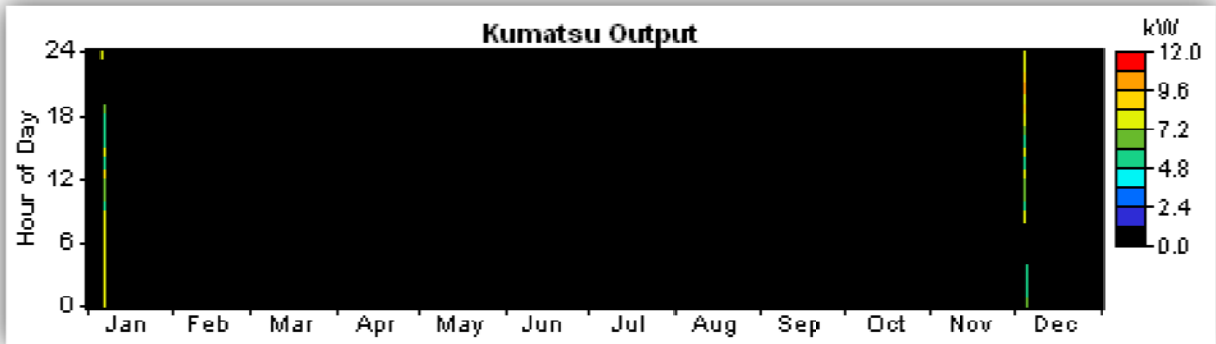


**Kumatsu**

Quantity	Value	Units
Hours of operation	40	hr/yr
Number of starts	2	starts/yr
Operational life	375	yr
Capacity factor	0.129	%
Fixed generation cost	3.21	€/hr
Marginal generation cost	0.232	€/kWhyr

Quantity	Value	Units
Electrical production	283	kWh/yr
Mean electrical output	7.08	kW
Min. electrical output	5.00	kW
Max. electrical output	10.3	kW

Quantity	Value	Units
Fuel consumption	125	L/yr
Specific fuel consumption	0.442	L/kWh
Fuel energy input	1,233	kWh/yr
Mean electrical efficiency	23.0	%

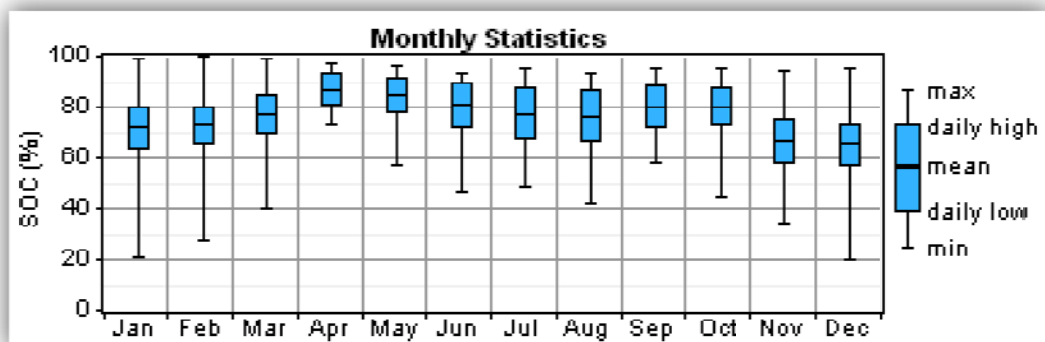
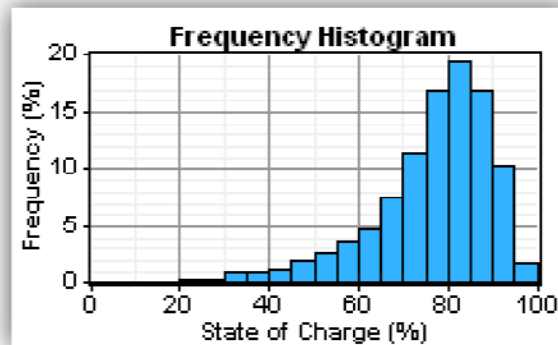


**Battery**

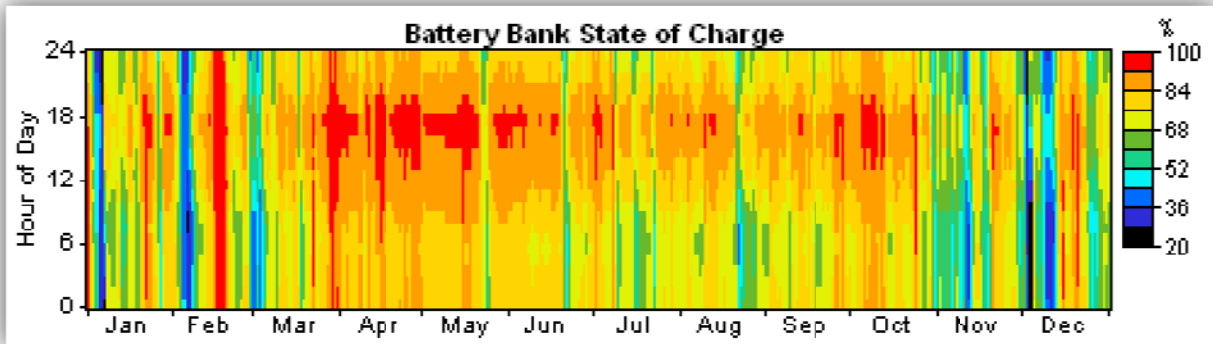
Quantity	Value
String size	26
Strings in parallel	1
Batteries	26
Bus voltage (V)	48.1

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	139	kWh
Usable nominal capacity	112	kWh
Autonomy	80.9	hr
Lifetime throughput	205,200	kWh
Battery wear cost	0.120	€/kWh
Average energy cost	0.006	€/kWh

Quantity	Value	Units
Energy in	8,282	kWh/yr
Energy out	7,167	kWh/yr
Storage depletion	46.2	kWh/yr
Losses	1,069	kWh/yr
Annual throughput	7,728	kWh/yr
Expected life	20.0	yr



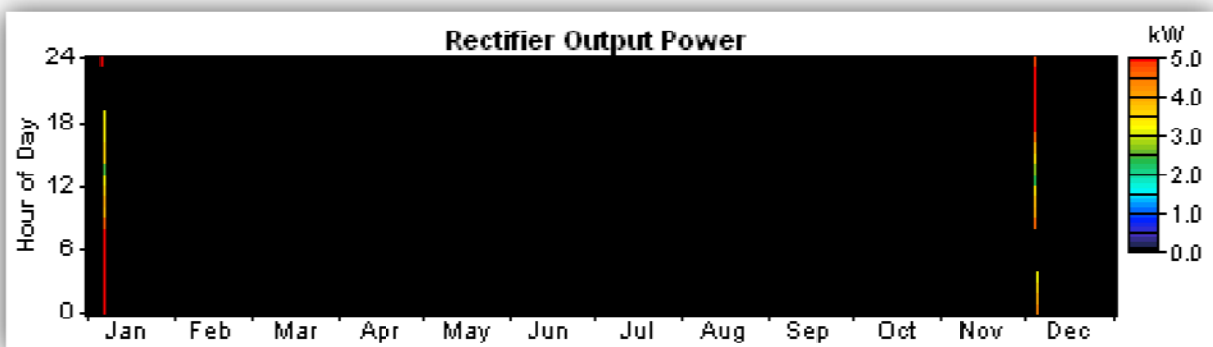
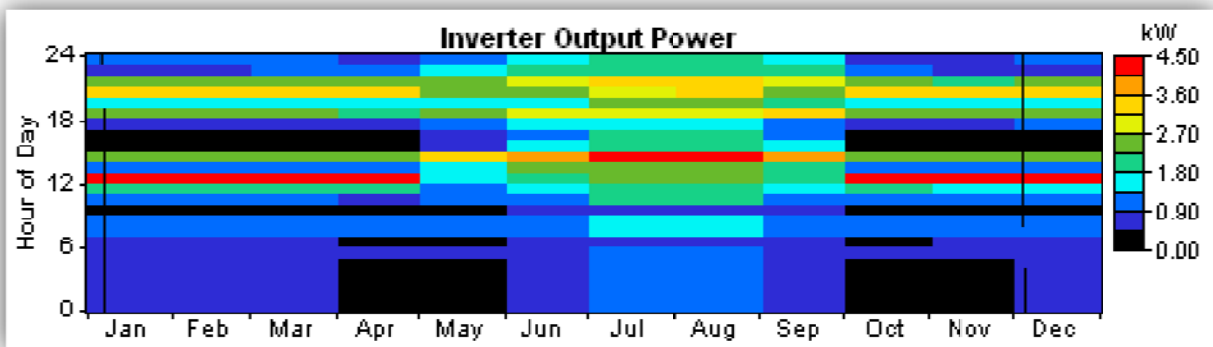




**Converter**

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	15.0	15.0	kW
Mean output	1.4	0.0	kW
Minimum output	0.0	0.0	kW
Maximum output	4.3	5.0	kW
Capacity factor	9.2	0.1	%

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of operation	8,720	40	hrs/yr
Energy in	15,792	233	kWh/yr
Energy out	12,034	166	kWh/yr
Losses	3,758	67	kWh/yr



**Emissions**

<b>Pollutant</b>	<b>Emissions (kg/yr)</b>
Carbon dioxide	330
Carbon monoxide	0,815
Unburned hydrocarbons	0.0902
Particulate matter	0.0614
Sulfur dioxide	0.663
Nitrogen oxides	7.27

**Αθήνα**

**Οκτώβριος 2013**