

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΕΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

**ΜΑΚΑΤΣΩΡΗ ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ – ΜΑΡΙΑ  
ΣΑΡΑΦΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: ΚΑΚΑΒΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ  
ΜΠΟΒΙΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ, 2016**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την ένταξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα Έργα Υποδομής. Στην εποχή μας η προσπάθεια για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και των επιπτώσεων που προκαλούνται στο περιβάλλον και τις ανθρώπινες κοινωνίες καθιστούν αναγκαία την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ειδικότερα σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, με τόσο πλούσιο ενεργειακό δυναμικό, η χρήση τους αποτελεί ευκαιρία ανάπτυξης της οικονομίας τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο. Για τους λόγους αυτούς, προτείνεται η αξιοποίηση του μέχρι σήμερα ανεκμετάλλετου εργοταξιακού χώρου της γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου σε ένα επιδεικτικό πάρκο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, Παναγιώτη Κακαβά και Ιωάννη Μποβιάτση καθώς και τον καθηγητή Σωκράτη Καπλάνη για την εμπιστοσύνη που μας έδειξαν στην ανάθεση του θέματος, την επιστημονική τους καθοδήγηση και την πολύπλευρη συμπαράσταση τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειες μας που μας στήριξαν ηθικά αλλά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ



**Εικόνα 1 Πρώην εργοταξιακός χώρος της Γέφυρας Ρίου - Αντιρρίου σήμερα<sup>1</sup>**

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη αξιοποίησης του πρώην εργοταξιακού χώρου της Γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου, ώστε να φιλοξενήσει ένα επιδεικτικό πάρκο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αυτή η έκταση είναι κτήμα του ελληνικού δημοσίου που έχει περιέλθει στη δικαιοδοσία του ΤΑΙΠΕΔ (Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου - διάδοχη κατάσταση του ΚΕΔ).

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, καθώς παρατίθενται τα είδη τους περιληπτικά και η υπάρχουσα κατάσταση τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που την χαρακτηρίζουν και τους τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή. Ακόμη παρουσιάζεται η ιστορική τους εξέλιξη ανά τον κόσμο καθώς και η ελληνική πραγματικότητα. Τέλος, επιχειρείται μια περιγραφή των σπουδαιότερων υλικών και τεχνολογιών κατασκευής Φ/Β στοιχείων.

Στο τρίτο κεφάλαιο μελετάται αν είναι δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών γεννητριών σε αυτό το χώρο. Δηλαδή θα εξετασθεί η σκίαση, το ηλιακό δυναμικό της περιοχής για τη εκτίμηση της ηλιακής ενέργειας σε μηνιαία και ημερήσια βάση. Ακόμα επιλέγονται ενδεικτικά διάφορα φωτοβολταϊκά πάνελ, ώστε να εμφανίζεται η πρόσθετη αξία της λειτουργίας ως πάρκο Α.Π.Ε.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στην αιολική τεχνολογία, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που την χαρακτηρίζουν και τους τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή. Παρουσιάζεται η ιστορική τους εξέλιξη ανά τον κόσμο καθώς και η ελληνική πραγματικότητα. Επίσης επιχειρείται μια περιγραφή των κυριότερων τύπων ανεμογεννητριών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο με βάση τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή επιλέγεται η κατάλληλη ανεμογεννήτρια.

Στο έκτο κεφάλαιο μελετώνται οι απαραίτητες εργασίες διαμόρφωσης του χώρου για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών γεννητριών καθώς και των ανεμογεννητριών .

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα έσοδα καθώς και το κόστος του έργου.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	13
ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ «ΓΕΦΥΡΑ ΧΑΡΙΛΑΟΣ ΤΡΙΚΟΥΠΗΣ».....	14
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ «ΓΕΦΥΡΑΣ».....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε. ....	17
1.1 ΟΙ Α.Π.Ε. ΔΙΕΘΝΩΣ.....	19
1.2 ΟΙ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (PV / ΦΒ).....	23
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	23
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	24
2.3 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	25
2.4 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	26
2.5 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	26
2.6 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	26
2.7 ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ.....	27
2.8 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ (DC/DC CONVERTER).....	28
2.9 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (DC/AC INVERTER).....	29
2.10 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ.....	29
2.11 PEM (Electrolyser – Fuel Cells).....	30
2.12 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ B.E.M.S. ....	30
2.13 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	31
2.14 ΤΟ ΠΥΡΙΤΙΟ (Si).....	32

2.14.1	Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (SingleCrystalline Silicon, sc-Si)	32
2.14.2	Φωτοβολταϊκά κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου (MultiCrystalline Silicon, mc-Si)	32
2.14.3	Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)	32
2.14.4	Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe <sub>2</sub> ή CIS, με προσθήκη γάλλιου CIGS)	33
2.14.5	Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)	33
2.14.6	Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs)	33
2.15	ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	33
2.16	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΤΑΞΗ Φ/Β ΣΤΟ ΠΑΡΚΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>		
3.1	ΜΕΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	35
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ	36
3.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	37
3.4	ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	40
3.5	ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΑΣΗΣ	40
3.6	ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΕ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ	42
3.7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ</b>		
4.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	45
4.2	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Α/Γ	46
4.3	ΑΙΟΛΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	47
4.4	ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	47
4.5	ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	49
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ</b>		
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑ</b>		
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b>		
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ</b>		
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ - ΣΧΕΔΙΑ AutoCAD</b>		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΚΙΑΣΗ .....	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV – ΠΟΛΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ .....	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V – ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΑΙ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ .....	107
V.1    Μηνιαίο Δυναμικό .....	109
V.2    Ημερήσιο Δυναμικό .....	111
V.3    ΕΚΤΙΜΗΣΗ 1 ΑΞΟΝΑ.....	128
V.4    ΕΚΤΙΜΗΣΗ 2 ΑΞΟΝΩΝ.....	130
V.5    GLOBAL MONTHLY CLASSIC .....	135
V.6    GLOBAL MONTHLY CLIMATE.....	136
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ .....	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ.....	143
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ .....	171



### ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η έκταση, η οποία μελετάται, βρίσκεται στην περιοχή του Αντιρρίου. Το Αντίρριο είναι ακρωτήριο και χωριό της Αιτωλοακαρνανίας απέναντι από το Ρίο, με περίπου 1.100 κατοίκους. Είναι το βόρειο όριο του στενού Ρίου – Αντιρρίου.

Στην αρχαιότητα ονομαζόταν Μολύκριον Ρίον από την αρχαία πόλη Μολυκρεία ή Μολύκρια που ήταν εκεί κοντά. Ανήκε διοικητικά στη δυτική Λοκρίδα που ξεκινούσε από το όρος Τάφιασος (Κλόκοβα, Παλιοβούνα) και εκτεινόταν σε μια στενή παραλιακή ζώνη, η οποία μετά το Γαλαξίδι έφθανε μέχρι την Άμφισσα.

Το Αντίρριο βρίσκεται στο νότιο άκρο της γεωγραφικής ενότητας Νότια Ναυπακτία και ανήκει διοικητικά στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας. Ένωσε και χώριζε τους Κόλπους και ήταν το μοναδικό πέρασμα από την Λοκρίδα – Αιτωλία για την Αχαΐα και χρησιμοποιείτο ως λιμάνι όλες τις εποχές.

Σήμερα το Αντίρριο είναι συγκοινωνιακός κόμβος της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας με την Πελοπόννησο. Η σύνδεση γίνεται με ferry boat που εκτελεί το δρομολόγιο Αντιρρίου – Ρίου, καθώς και οδικώς από τις 12 Αυγούστου του 2004 που ολοκληρώθηκε το έργο της ζεύξης Αντιρρίου – Ρίου μέσω καλωδιωτής γέφυρας.

Η ζεύξη του Ρίου – Αντιρρίου αποτελεί ένα από τα βασικά κομβικά οδικά σημεία της χώρας, αφού βρίσκεται στη συμβολή των δύο αξόνων Βορρά – Νότου. Εξυπηρετεί τον ανατολικό τομέα, Πάτρα – Αθήνα – Θεσσαλονίκη, τον δυτικό, Καλαμάτα – Πάτρα – Σύνορα με Αλβανία, τον άξονα Αντιρρίου – Ακτίου – Ηγουμενίτσας, όπως επίσης και την διαδρομή Αντιρρίου – Λαμίας.

## ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ «ΓΕΦΥΡΑ ΧΑΡΙΛΑΟΣ ΤΡΙΚΟΥΠΗΣ»



Εικόνα2 Γέφυρα Χαρίλαος Τρικούπης"

Ο Χαρίλαος Τρικούπης, πρώτος οραματίστηκε την ένωση της περιοχής του Μεσολογγίου με την Αχαΐα και έτσι στις 29 Μαρτίου του 1889 μίλησε στο Κοινοβούλιο για την ανάγκη γεφύρωσης του Στενού Ρίου – Αντιρρίου. Η κατασκευή, όμως του έργου αυτού δεν ήταν τεχνικά εφικτή μέχρι τα τέλη του 20ου αιώνα. Η κατασκευή της ξεκίνησε τελικά το 1998 και ολοκληρώθηκε μετά από επτά χρόνια, στις 12 Αυγούστου του 2004, την παραμονή της έναρξης των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας. Στη συνέχεια το 2007 σε ειδική τελετή η γέφυρα βαπτίστηκε σε «Γέφυρα Χαρίλαος Τρικούπης».

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ «ΓΕΦΥΡΑΣ»



Εικόνα3 Πυλώνες της Γέφυρας<sup>III</sup>

Η γέφυρα αποτελείται από τέσσερις πυλώνες κατασκευασμένους από σκυρόδεμα, διαμέτρου 90m στη στάθμη έδρασης και με ύψος που φτάνει τα 159m . Οι πυλώνες θεμελιώθηκαν σε βάθος που κυμαίνεται από 45m έως 62m. Το κυρίως τμήμα της γέφυρας, δηλαδή η καλωδιωτή γέφυρα πολλαπλών ανοιγμάτων μήκους 2.252m, είναι μια σύμμεικτη κατασκευή από προκατασκευασμένα τμήματα, που τοποθετήθηκαν στην οριστική τους θέση σε πρόβολο, συμμετρικά εκατέρωθεν των πυλώνων, τα οποία αναρτώνται με καλώδια ανάρτησης. Τα καλώδια αυτά αποτελούνται από γαλβανισμένα συρματόσχοινα, που προστατεύονται από τη διάβρωση με πολλαπλά περιβλήματα. Υπάρχουν επίσης δύο γέφυρες πρόσβασης μήκους 392 m στην πλευρά του Ρίου (σύμμεικτο κατάστρωμα) και 239m στην πλευρά του Αντιρρίου (προεντεταμένες αμφιέριστες δοκούς).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Α.Π.Ε., ή Ήπιες Μορφές Ενέργειας ή Νέες Πηγές Ενέργειας είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια<sup>iv</sup>.

Οι Α.Π.Ε. πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνο από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που έχουν ως σκοπό την εκμετάλλευση του δυναμικού τους. Γενικά, θεωρούνται εναλλακτικές των συμβατικών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου, του άνθρακα και του φυσικού αερίου).

Για την εκμετάλλευση των Α.Π.Ε. δεν απαιτείται κάποια ενεργειακή παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση όπως συμβαίνει με τις ήδη υπάρχουσες πηγές ενέργειας καθώς πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεδμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα<sup>v</sup>. Κατά συνέπεια η χρήση των Α.Π.Ε. συμβάλλει στην επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας.

Οι ήπιες πηγές ενέργειας που βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία και στην αιολική δύναμη θεωρούνται ανανεώσιμες μιας και ο ήλιος και ο άνεμος είναι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Οι Α.Π.Ε. χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (πχ θέρμανση) είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (πχ ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια).

Εκτός από τα παραπάνω, αξίζει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιούνται και για ευέλικτες εφαρμογές, και με κλιμακωτή ανάπτυξη που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας, αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Ακόμη ο εξοπλισμός τους είναι απλός στην κατασκευή και την συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής (περισσότερο από 25 χρόνια).

Οι κύριες μορφές Α.Π.Ε., είναι η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η βιομάζα, η ωκεάνια ενέργεια και τέλος η γεωθερμία θεωρείται ως ήπια μορφή ενέργειας.

Η **αιολική τεχνολογία**, χρησιμοποιεί τη κινητική ενέργεια των ανέμων που προκαλούνται από τη θέρμανση του αέρα σε μια περιοχή έναντι άλλης για να παράγει και ενέργεια ηλεκτρική. Συγκεκριμένα μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε περιστροφική και ακολούθως σε ηλεκτρική. Κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου δεν εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα ή άλλα αέρια που προκαλούν ρύπανση στο περιβάλλον, όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η **ηλιακή ενέργεια**, είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου μετατρέποντας την σε ηλεκτρική ή/και θερμική ακόμα και ψυκτική. Οι κυριότερες μορφές αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση μηχανικών μέσων είναι η θερμική και η φωτοβολταϊκή. Έτσι, υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, όπως τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, όπου βοηθούν στην απ' ευθείας μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια ή οι σταθμοί ηλιακής θερμικής ενέργειας, που αξιοποιούν την ηλιακή θερμότητα με τη βοήθεια κατόπτρων συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση ύδατος, ή άλλων μέσων και μετατρέπουν τον ατμό σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας γεννήτριας (κλιματισμός, θέρμανση χώρου και καθαρισμός νερού).

Η **υδροηλεκτρική τεχνολογία** βασίζεται στην εκμετάλλευση της κινητικής και δυναμικής ενέργειας του ύδατος των ποταμών την οποία μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών. Η ενέργεια αυτή παράγεται σε πολλά μέρη

του κόσμου που είναι πλούσια σε ποταμούς και με ανάγλυφο εδάφους τέτοιο ώστε να χρησιμοποιείται εύκολα η βαρυτική ενέργεια.

Η **γεωθερμική ενέργεια** πραγματεύεται τη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ενέργειας. Η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει πρακτικά σταθερή (15-17 °C), ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου 300 °C/km, ωστόσο υπάρχουν περιοχές που ονομάζονται γεωθερμικά πεδία όπου η γεωθερμική βαθμίδα ξεπερνά κατά πολύ τον μέσο όρο. Η γεωθερμική ενέργεια, δυστυχώς δεν είναι ανανεώσιμη καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται και δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Η **βιομάζα** ως τεχνολογία εστιάζει στο βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανόμενων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων<sup>vi</sup>. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα φυσικά και δασικά υπολείμματα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, της αγροτικής βιομηχανίας και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.

Η βιομάζα ως οργανική ύλη αποτελεί μια αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Δηλαδή, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, το νερό και τα ανόργανα συστατικά από το έδαφος.

**Νερό + Διοξείδιο του άνθρακα + Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) + Ανόργανα στοιχεία  $\Rightarrow$  Βιομάζα + Οξυγόνο**

**Εξίσωση 1 Διεργασία σχηματισμού βιομάζας<sup>vii</sup>**

Όταν σχηματιστεί η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Η βιομάζα χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες:

- Παραδοσιακή βιομάζα, η οποία περιλαμβάνει τα καυσόξυλα και τα κάρβουνα για οικιακή χρήση, την ήρα του ρυζιού, άλλα φυτικά υπολείμματα και την κοπριά ζώων.
- Σύγχρονη βιομάζα, η οποία περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος και τα γεωργικά υπολείμματα, τα οικιακά απόβλητα, τα βιοαέρια και τα βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες.

Η **ωκεάνια ενέργεια** μπορεί διακριθεί σε δύο υπο-ομάδες:

1. την τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα
2. την τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από τα παλιρροϊκά κύματα ή ρεύματα.

Τονίζεται ότι και στις δύο περιπτώσεις παράγεται καθαρή ηλεκτρική ενέργεια από μια τεραστίων δυνατοτήτων πηγή, στην δεύτερη ομάδα μάλιστα η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να προϋπολογιστεί επακριβώς καθώς η συχνότητα και η ένταση των παλιρροϊκών κυμάτων δεν είναι τυχαίες μεταβλητές, όπως συμβαίνει με τα θαλάσσια κύματα της πρώτης ομάδας.

## 1.1 ΟΙ Α.Π.Ε. ΔΙΕΘΝΩΣ

Το ενδιαφέρον στην σημερινή εποχή για την ανάπτυξη των τεχνολογιών και την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε. πυροδοτήθηκε έπειτα από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του έτους 1974 και παγιώθηκε μετά τη κλιματική αλλαγή και την συνειδητοποίηση των διεθνών περιβαλλοντικών προβλημάτων την δεκαετία του '90. Σε αντίθεση με το παρελθόν η ανάπτυξη των Α.Π.Ε. συνδέεται άμεσα με τα περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία αποτελούν σημαντική συνιστώσα σε οποιοδήποτε ενεργειακό επενδυτικό σχέδιο. Για πολλές χώρες, οι Α.Π.Ε. αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας, με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στην μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εξοπλισμού.

Υπάρχουν διαφορές από χώρα σε χώρα, όσον αναφορά το ποια μορφή ενέργειας προσφέρει την αφθονότερη, προσφορότερη και καταλληλότερη, καθώς σημαντικό ρόλο παίζουν οι γεωλογικές και κλιματολογικές συνθήκες, έτσι ώστε η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να είναι αποδοτική.

Οι πέντε πρωτοπόρες χώρες στη εγκατάσταση και χρήση των Α.Π.Ε. σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το έτος 2014 είναι κατά σειρά οι κάτωθι όπως δείχνει αναλυτικά ο Πίνακας 1:

1. Κίνα
2. Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
3. Βραζιλία
4. Γερμανία
5. Καναδάς

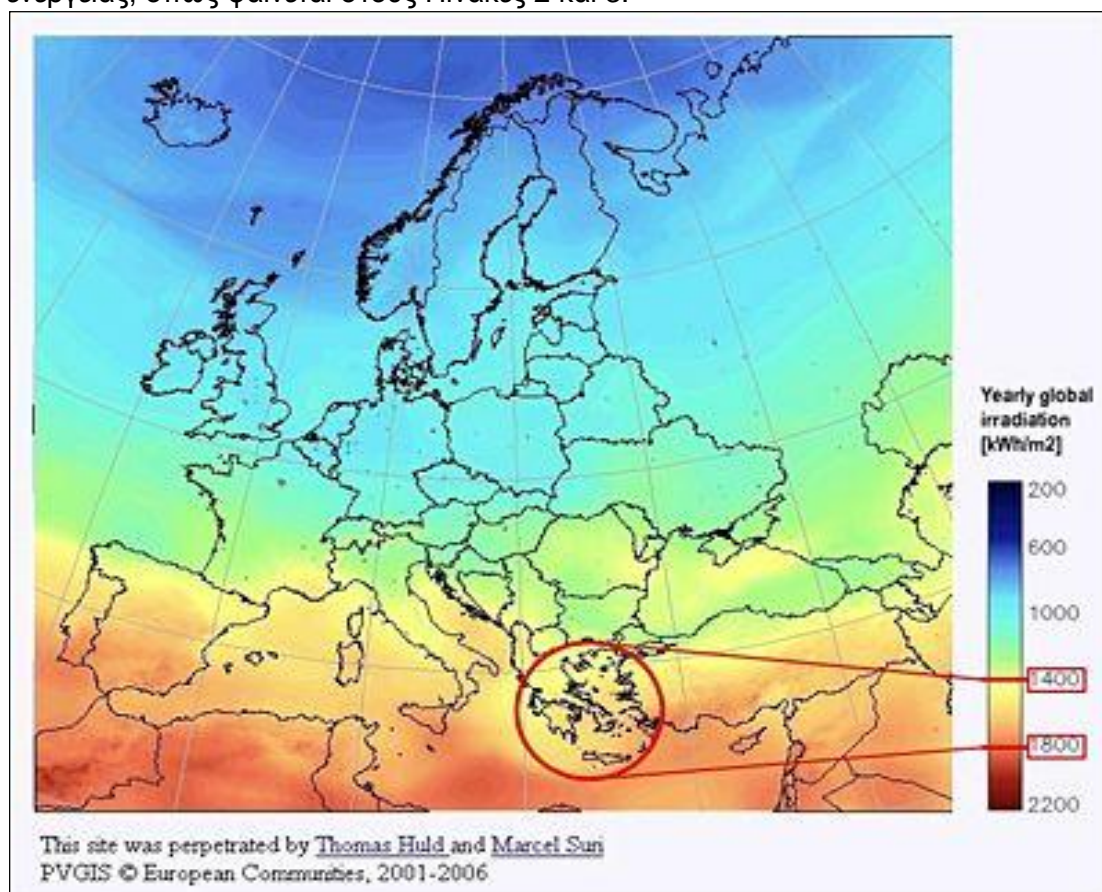
**TOTAL CAPACITY OR GENERATION AS OF END-2014**

	1	2	3	4	5
<b>POWER</b>					
Renewable power (incl. hydro)	China	United States	Brazil	Germany	Canada
Renewable power (not incl. hydro)	China	United States	Germany	Spain / Italy	Japan / India
Renewable power capacity <i>per capita</i> (among top 20, not including hydro <sup>3</sup> )	Denmark	Germany	Sweden	Spain	Portugal
☀️ Biopower generation	United States	Germany	China	Brazil	Japan
🌋 Geothermal power capacity	United States	Philippines	Indonesia	Mexico	New Zealand
💧 Hydropower capacity <sup>4</sup>	China	Brazil	United States	Canada	Russia
💧 Hydropower generation <sup>4</sup>	China	Brazil	Canada	United States	Russia
☀️ Concentrating solar thermal power (CSP)	Spain	United States	India	United Arab Emirates	Algeria
☀️ Solar PV capacity	Germany	China	Japan	Italy	United States
☀️ Solar PV capacity <i>per capita</i>	Germany	Italy	Belgium	Greece	Czech Republic
🌬️ Wind power capacity	China	United States	Germany	Spain	India
🌬️ Wind power capacity <i>per capita</i>	Denmark	Sweden	Germany	Spain	Ireland

**Πίνακας 1 Οι χώρες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ έως το 2014<sup>viii</sup>**

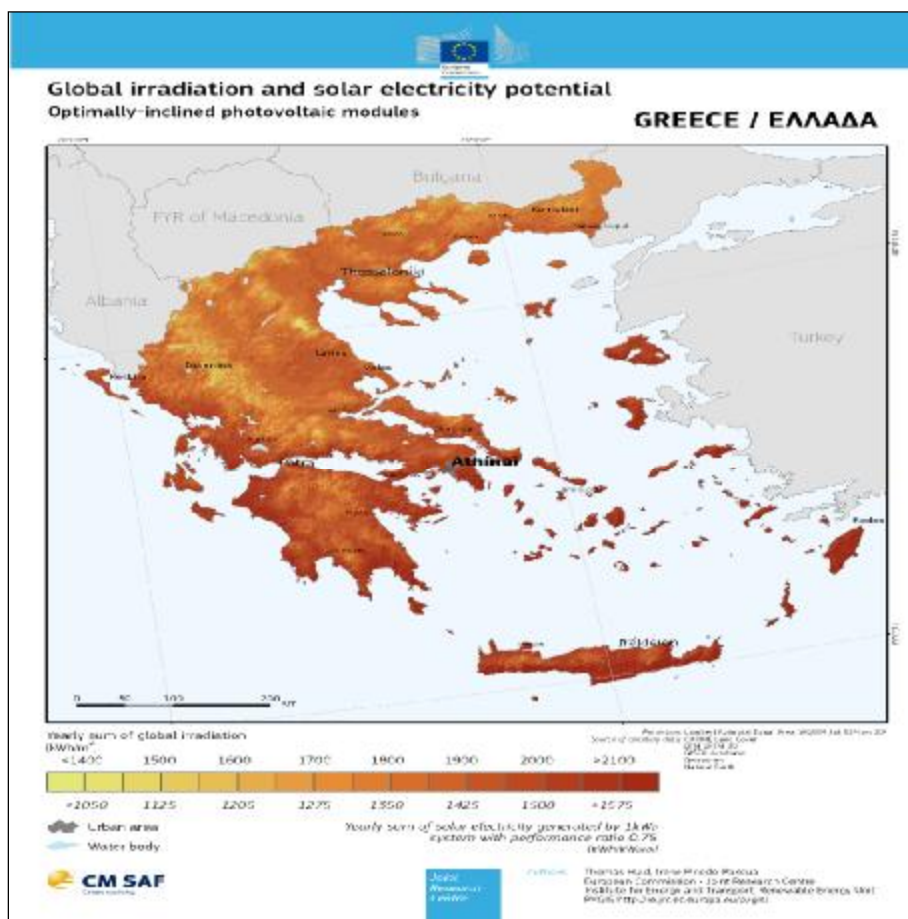
## 1.2 ΟΙ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στη Ελλάδα που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας. Η Ελλάδα βρίσκεται σε μια περιοχή εξαιρετικά ηλιόλουστη, με συχνούς ανέμους και πλούσια σε υδάτινους πόρους. Οι γεωγραφικές και γεωλογικές προϋποθέσεις στην Ελλάδα ευνοούν την ύπαρξη Φ/Β συστημάτων αφού σύμφωνα με μελέτες κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται σε συνολική παραγόμενη ενέργεια από 1400-1800 kWh/m<sup>2ix</sup>, ή ακόμα και περισσότερο αν τα Φ/Β συστήματα σχεδιαστούν και τοποθετηθούν με σκοπό τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας, όπως φαίνεται στους Πίνακες 2 και 3.



Πίνακας 2 Παγκόσμια παραγόμενη ενέργεια<sup>x</sup>





Πίνακας 3 Παραγόμενη ενέργεια στην Ελλάδα<sup>xi</sup>

Στην Ελλάδα ένα σημαντικό μέρος της ηλεκτρικής παραγωγής, σύμφωνα με τα Ετήσια στοιχεία παραγωγής στο διασυνδεδεμένο σύστημα<sup>xii</sup>, προέρχεται από τα υδροηλεκτρικά έργα. Συγκεκριμένα, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί σήμερα κατατάσσονται σε 4 κυρίως συγκροτήματα, σε 2 ανεξάρτητους υδροηλεκτρικούς σταθμούς και σε άλλους μικρούς.

1. Συγκρότημα Αχελώου, με συνολική ισχύ 925,6 MW
2. Συγκρότημα Αλιάκμονα, με συνολική ισχύ 879,3 MW
3. Συγκρότημα Αράχθου, με συνολική ισχύ 553,9 MW
4. Συγκρότημα Νέστου, με συνολική ισχύ 500 MW
5. Λίμνης Πλαστήρα, με ισχύ 129,9 MW
6. Λάδωνας, με ισχύ 70MW
7. Λοιποί μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί, με συνολική ισχύ 1,3 MW.<sup>xiii</sup>

Έτσι συνυπολογίζοντας και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα που ανέρχονται σε ποσοστό 70% του συνόλου παρατηρείται, ότι το ποσοστό της συνολικής ενεργειακής παραγωγής της χώρας που προέρχεται από Α.Π.Ε. είναι σήμερα στο 10%<sup>xiv</sup>.

Η Ελλάδα όπως και το σύνολο των κρατών – μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει θέσει ως εθνικούς στόχους μέχρι το έτος 2020

- α. 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 2009/29/ΕΚ<sup>xv</sup>,
- β. 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ<sup>xvi</sup> και
- γ. 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Ειδικότερα για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση.

Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10% στις μεταφορές<sup>xvii</sup>.

Συμπερασματικά, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. προέρχεται από<sup>xviii</sup> :

1. Την εκμετάλλευση Αιολικής ή Ηλιακής Ενέργειας ή βιομάζας ή Βιοαερίου.
2. Την εκμετάλλευση Γεωθερμικής Ενέργειας, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
3. Την εκμετάλλευση της Ενέργειας από την Θάλασσα.
4. Την εκμετάλλευση Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW.
5. Συνδυασμό των ανωτέρω, που σημαίνει υβριδικά συστήματα όπως συνδυασμός φωτοβολταϊκών γεννητριών με ανεμογεννήτριες ή με βιομάζα ή με γεωθερμία καθώς και ανεμογεννήτριες με γεωθερμία.
6. Τη Συμπαράγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας, των (1) και (2) και συνδυασμό τους.

Με τον όρο συμπαράγωγή, εννοούμε την παραγωγή ενέργειας που επιτυγχάνεται:

- i. Από ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας ή
- ii. Με ενεργειακή αξιοποίηση των μη τοξικών και μη επικίνδυνων για το περιβάλλον βιομηχανικών υποπαραγώγων μονάδων νομίμως εγκατεστημένων στην ελληνική επικράτεια. Ως βιομηχανικά υποπαραγώγα νοούνται και παράγωγα – κατάλοιπα της συγκεκριμένης βιομηχανίας, τα οποία αποδεσμεύονται από την παραγωγή διαδικασίας, ή
- iii. Σε συνδυασμό με την παραγωγή θερμότητας και είναι εξασφαλισμένη η διάθεση της παραγόμενης θερμότητας για την κάλυψη άμεσα θερμικών ή έμμεσα ψυκτικών φορτίων. Επιπλέον, εφόσον η συμπαράγωγή δεν γίνεται αποκλειστικά με χρήση Α.Π.Ε., η σχέση δυναμικότητας της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος της εγκαταστημένης συμπαράγωγής και η εφαρμοζόμενη τεχνολογία πρέπει να εξασφαλίσουν συνολικό ετήσιο βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης συμπαράγωγής, υπολογιζόμενα στην ωφέλιμα χρησιμοποιούμενη θερμότητα, τουλάχιστον 65% και ειδικά στην περίπτωση που χρησιμοποιείται τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου 75%. Ειδικά στην περίπτωση αυτοπαραγώγων του τριτογενή τομέα το ελάχιστο όριο για τον ως άνω οριζόμενο συνολικό ετήσιο βαθμό απόδοσης ορίζεται σε 60%.

### 2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



Edmond Becquerel

Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel (1820 – 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.



H. G. Adams, F.R.S.  
Adams

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν ο Adams (1836 – 1915) και ο φοιτητής του Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σεληνίο (Se) όταν ήταν εκτεθειμένο στο φως.



Czochralski

Το 1918 ο Πολωνός Czochralski (1885 – 1953) ανέπτυξε μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα.

Το πρώτο ηλιακό στοιχείο ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson, η απόδοση του οποίου, ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

## 2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται η χρήση της ηλιακής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της Φ/Β τεχνολογίας. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική είναι τα εξής:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη, ανεξάντλητη πηγή και προέρχεται από τη φύση δωρεάν
- Ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης των σωμάτων θερμικών και ηλεκτρικών
- Υψηλή αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες
- Μεγάλη διάρκεια ζωής (περισσότερο από 25 έτη)
- Μηδενική ρύπανση και πλήρης απουσία αποβλήτων
- Αθόρυβα στη λειτουργία τους
- Κατασκευή από πρώτες ύλες
- Μεγάλο εύρος εφαρμογών, όσον αφορά την ισχύ (από μερικά Watts μέχρι μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκατοντάδων MW ή και GW)
- Εγκατάσταση χωρίς την απαραίτητη ενίσχυση του δικτύου διανομής, όταν υπάρχει κατάλληλη γεωγραφική κατανομή (κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές)
- Δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνεται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.
- Ευελιξία στις εφαρμογές, καθώς λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.
- Δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτροδότησης καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου (net metering).  
Από την άλλη πλευρά τα κύρια μειονεκτήματα είναι:
- Αρκετά υψηλό κόστος κατασκευής Φ/Β στοιχείων, το οποίο όμως μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το σύστημα να συνεχίσει να παράγει ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.
- Στα αυτόματα Φ/Β συστήματα (απαραίτητη αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας) η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με ασύμφορο τρόπο και το κόστος των συσσωρευτών είναι μεγάλο, ιδιαίτερα μάλιστα αν η ζωή του είναι κατά μέσο όρο 10 έτη.



## 2.3 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Οι ηλιακές κυψέλες ή φωτοβολταϊκά στοιχεία, είναι «συσκευές» που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου (1839 Becquerel), με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας φυσικών πόρων, αλλά και προστασίας και υγείας του περιβάλλοντος. Επειδή, αντί της καύσης του άνθρακα, C, ή υδρογονανθράκων που ρυπαίνουν το περιβάλλον με CO, CO<sub>2</sub> και οξείδια N και S, είναι δυνατό μέσω του φαινομένου αυτού, να επιτύχουμε απ' ευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο.

Τα Φ/Β πλαίσια είναι προκατασκευασμένα σε εργοστασιακές μονάδες. Τα ηλιακά στοιχεία είναι στερεωμένα σε ένα υπόβαθρο από μία κολλητική ουσία και όλο αυτό σε ένα ανθεκτικό φύλλο από μέταλλο, το οποίο είναι συνήθως αλουμίνιο, ή από ένα ενισχυμένο πλαστικό, που αποτελεί την πλάτη του πλαισίου. Η πρόσοψη τους καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Το εμπροσθεν και το όπισθεν φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους, στεγανά και μόνιμα, τη διεργασία αυτή βοηθά μία ταινία από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και έτσι συσφίγγονται με ένα περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Με αυτό τον τρόπο διαμορφώνεται το Φ/Β πλαίσιο (module), που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά και κυκλοφορεί στο εμπόριο με τη χρήση του συλλέκτη στη συγκρότηση των Φ/Β γεννητριών.

Ένα Φ/Β σύστημα που παράγει ηλεκτρική ενέργεια αποτελείται από πολλά επιμέρους στοιχεία. Στο σημείο αυτό γίνεται μια επισκόπηση των στοιχείων αυτών που συνθέτουν ένα πλήρες Φ/Β σύστημα είτε πρόκειται για αυτόνομο είτε για διασυνδεδεμένο.

## 2.4 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πρόκειται για Φ/Β εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτόνομα για την τροφοδότηση συγκεκριμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής. Αποτελούνται από

- i. τη Φ/Β γεννήτρια
- ii. τους συσσωρευτές
- iii. τους μετατροπείς DC/DC
- iv. τους αντιστροφείς DC/AC
- v. το ρυθμιστή φόρτισης
- vi. το PEM (Electrolyser και FUEL CELL)
- vii. τα συστήματα διαχείρισης B.E.M.S.

Οι παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν τις ανωτέρω μονάδες, όπως αυτές λειτουργούν στο Εργαστήριο των Α.Π.Ε. του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

## 2.5 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πρόκειται για εγκαταστάσεις όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στο δίκτυο. Σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα το δίκτυο ενεργεί με απεριόριστη ικανότητα αποθήκευσης, άρα τελική η απόδοσή του θα είναι καλύτερη από αυτή του αυτόνομου συστήματος και συνεπώς δεν είναι απαραίτητοι οι συσσωρευτές.

## 2.6 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σε μια Φ/Β εγκατάσταση που σκοπεύει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή λειτουργεί ως σταθμός παραγωγής, χρησιμοποιούνται εκατοντάδες ή και χιλιάδες Φ/Β πλαίσια τυπικής ισχύος από 20W μέχρι 300W. Τα Φ/Β πλαίσια έχουν ως βασικό μέρος την ηλιακή κυψέλη που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος πολυστρωματικός ημιαγωγός, πάχους μερικών χιλιοστών σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Όπως είναι αναμενόμενο τα πλαίσια αυτά ομαδοποιούνται και συνδέονται με κατάλληλο τρόπο. Για την καλύτερη δυνατή αξιοπιστία ενός συστήματος είναι απαραίτητο οι συνδέσεις μεταξύ των Φ/Β στοιχείων, μέσα στα πλαίσια αλλά και ανάμεσα σε αυτά να μην είναι μόνο στη σειρά αλλά και παράλληλες. Το Φ/Β σύστημα αποτελείται στην απλή του μορφή από σταθερά εγκατεστημένους συλλέκτες (πλαίσια) ή διαφορετικά από συλλέκτες με δυνατότητα προσανατολισμού. Έτσι, αναλυτικότερα έχουμε:

A) ΣΤΑΘΕΡΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ, όπου τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό (για το βόριο ημισφαίριο) και έχουν κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο, κατάλληλη ώστε να μεγιστοποιείται η πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας άρα συνεπώς και η παραγωγή ενέργειας.

B) ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ, όπου τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε μια βάση, η οποία έχει δυνατότητα να στρέφεται κατά ένα ή και δύο άξονες, με σκοπό την μεγαλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (tracking PV systems)

1)Κίνηση ενός άξονα: ο άξονας τους είναι είτε οριζόντιος είτε πολικός. Ο πολικός άξονας πλεονεκτεί είτε στην συγκομιδή ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας έναντι του οριζόντιου άξονα, αλλά η εγκατάστασή του είναι πιο περίπλοκη μηχανικά.

2)Κίνηση δυο αξόνων: επιτυγχάνουν την μέγιστη δυνατή συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας καθώς κινούνται οριζοντίως αλλά και πολικώς, ακολουθώντας την πορεία του ήλιου.

Γ] ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΜΕ ΑΝΑΚΛΑΣΤΗΡΕΣ/ΚΑΤΟΠΤΡΑ, όπου οι μορφές που κατασκευάζονται, ποικίλουν (κοίλα, παραβολικά, ελλειπτικά, τριγωνικά, κωνικά κ. α) και έχουν σαν σκοπό να ενισχύουν και να εστιάζουν το ποσό του ηλιακού φωτός προς τα Φ/Β στοιχεία.

Δ] ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΟΠΤΡΑ, τα οποία προτιμώνται για ακόμη μεγαλύτερη πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι αποφεύγεται η καταπόνηση του συστήματος έδρασης, αφού οι ανακλαστήρες περιστρέφονται κατά το ήμισυ από ότι οι συστοιχίες, καθώς το φαινόμενο της ανάκλασης διπλασιάζει την κίνηση του κατόπτρου.

## 2.7 ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ



**Εικόνα 4** Συσσωρευτές από το ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Συσσωρευτές χρησιμοποιούνται στα αυτόνομα Φ/Β συστήματα για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας, σε περιόδους που η παραγόμενη ενέργεια εμφανίζει περίσσεια κατά τη διάρκεια της ημέρας (πχ καλοκαίρι) και για την χρησιμοποίησή της, όταν η παράγωγή είναι ανεπαρκής (πχ χειμώνας).

Η χωρητικότητα των μπαταριών υπολογίζεται από την εφαρμογή του ενεργειακού ισοζυγίου επειδή υπάρχει το ενδεχόμενο να μην καλύπτονται οι ανάγκες των φορτίων σε παρατεταμένες περιόδους πχ συννεφιάς ή κάποιας βλάβης του συστήματος, σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία βοηθητική γεννήτρια ή ακόμα και άλλες εναλλακτικές βοηθητικές πηγές ενέργειας πχ, ανεμογεννήτριες, μετατρέποντας το σύστημα σε υβριδικό.

## 2.8 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ (DC/DC CONVERTER)



**Εικόνα 5 Μετατροπέας από το ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Η τιμή της παραγόμενης τάσης από τα Φ/Β δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται γύρω από μια μέση τιμή. Για να σταθεροποιηθεί η τάση εξόδου της Φ/Β γεννήτριας και να καταστεί κατάλληλη για την είσοδό της στον αντιστροφέα χρησιμοποιούνται μετατροπείς συνεχούς ρεύματος. Οι μετατροπείς αυτοί μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με το αν η τάση εξόδου που βγάζουν είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την τάση εισόδου:

- Μετατροπέας Υποβιβασμού
- Μετατροπέας Ανύψωσης
- Μετατροπέας Ανύψωσης – Υποβιβασμού
- Μετατροπέας Πλήρους Γέφυρας

## 2.9 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (DC/AC INVERTER)



Εικόνα 6 Inverter 3kw xantrex από το ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η παραγόμενη τάση από την Φ/Β γεννήτρια είναι ακατάλληλη για την άμεση σύνδεση του Φ/Β σταθμού στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και για την μετατροπή της συνεχούς τάσης (dc) που παράγεται από τα Φ/Β στοιχεία σε εναλλασσόμενη(ac), κατάλληλης τιμής και συχνότητας για διασύνδεση στο δίκτυο, χρησιμοποιείται ο αντιστροφέας. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- Με μετασχηματιστή
  - Χωρίς μετασχηματιστή
- Συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται οι αντιστροφείς χωρίς μετασχηματιστή, διότι έχουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης.

## 2.10 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Ρυθμιστής φόρτισης λέγεται η ηλεκτρονική συσκευή που ελέγχει τη σωστή φόρτιση και αποφόρτιση των συσσωρευτών του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος. Ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης και σταματά τη φόρτιση όταν η μπαταρία έχει φορτιστεί εντελώς.

## 2.11 PEM (Electrolyser – Fuel Cells)

Η παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μέσω των αντιστροφών τάσης (Inverter) διοχετεύεται σε ένα σύστημα PEM (Electrolyser) και Στοιχείων Καυσίμου (Fuel Cells).

Το σύστημα PEM (Electrolyser) – Στοιχείων καυσίμου (Fuel Cell) θα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Η φωτοβολταϊκή διάταξη που θα τροφοδοτεί την διαδικασία ηλεκτρόλυσης και τα στοιχεία καυσίμου να είναι τέτοια ώστε η παραγόμενη τάση αυτής να είναι ίση με την απαιτούμενη τάση από το σύστημα ηλεκτρόλυσης.
- Το παραγόμενο υδρογόνο να αποθηκεύεται σε δεξαμενή υδρογόνου υψηλής πίεσης, ενώ η παροχέτευση στο σύστημα Fuel Cells να γίνεται ανάλογα με τη ζήτηση.
- Μετά την πλήρωση της δεξαμενής υδρογόνου η παρεχόμενη από τα Φ/Β ισχύς διοχετεύεται στα φορτία ή στο δίκτυο της Δ.Ε.Η.
- Η ισχύς που απαιτείται για την συμπίεση υδρογόνου να είναι η ελάχιστη δυνατή.
- Να διαθέτει σύστημα ανίχνευσης διαρροής υδρογόνου με δυνατότητα αποστολής σήματος διαρροής και άμεσης παύσης της λειτουργίας του συστήματος.
- Να διαθέτει σύστημα ένδειξης πλήρωσης υδρογόνου και κατάστασης λειτουργίας κάθε διαδικασίας.

## 2.12 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ B.E.M.S.

Σκοπός της εγκατάστασης ενός συστήματος B.E.M.S. (Building Energy Management System) είναι η επιτήρηση και ο αυτόματος έλεγχος των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Συνέπεια αυτού είναι η εξασφάλιση συνθηκών άνεσης και η εξοικονόμηση ενέργειας. Δίνει τη δυνατότητα στο χειριστή να παρακολουθεί τη λειτουργία του συστήματος (πχ. τη θέρμανση, τον κλιματισμό, τον φωτισμό, τον εξαερισμό, τα μέτρα ασφαλείας), αλλά και την άμεση παρέμβαση σε αυτό (πχ. για αλλαγή κάποιας παραμέτρου λειτουργίας από μακριά) αν κρίνεται απαραίτητο. Η εγκατάσταση ενός συστήματος B.E.M.S. μπορεί να επιφέρει όχι μόνο εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και να μειώσει το ενεργειακό κόστος και συνεπώς να έχουμε χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες.



## 2.13 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ



Εικόνα 7 Φωτοβολταϊκά πλαίσια στην οροφή του ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

- Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:
1. Τύποι Φ/Β στοιχείων πυριτίου «μεγάλου πάχους»:
    - Μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc-Si), με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 15% έως 18%,
    - Πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si), με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.2.
  2. Τύποι Φ/Β στοιχείων λεπτών επιστρώσεων
    - Άμορφου Πυριτίου, ονομαστικής απόδοσης 7%.
    - Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CIS) με προσθήκη Γαλλίου (CIGS), ονομαστικής απόδοσης από 7% έως 11%.
    - Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe), με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 11%.
    - Αρσενιούχο Γάλλιο (GaAs), με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 17%.
  3. Πολυστρωματικά Φ/Β στοιχεία
    - Αποτελούνται από στρώσεις υλικών με τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών. Τα πιο γνωστά πολυστρωματικά Φ/Β στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω), ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου με ονομαστική απόδοση 19%.

Απόδοση ενός Φ/Β στοιχείου είναι το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το ηλιακό στοιχείο προς τη διαθέσιμη από την ηλιακή ακτινοβολία ισχύ. Εξαρτάται κυρίως από:

- το κλίμα και την ηλιοφάνεια της περιοχής.
- τη θερμοκρασία του Φ/Β στοιχείου, το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας.
- το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.
- την κλίση των Φ/Β πάνελ ως προς το οριζόντιο επίπεδο (βέλτιστη κλίση στην Ελλάδα 30 μοίρες).
- την ηλικία των Φ/Β πάνελ.

Συμπερασματικά, τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία παρουσιάζουν μεγαλύτερες αποδόσεις από τα πολυκρυσταλλικά και τα άμορφα. Τα άμορφα μπορεί να έχουν την χαμηλότερη απόδοση ωστόσο είναι τα οικονομικότερα.

## 2.14 ΤΟ ΠΥΡΙΤΙΟ (Si)

Το πυρίτιο (Si) καλύπτει το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β. Η κυριαρχία αυτή οφείλεται αρχικά στα χαρακτηριστικά του και στην αφθονία του στη γη, που το κατέστησαν ικανό και συμφέρον μέσο για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Το πυρίτιο συναντάται στη μορφή του διοξειδίου του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) και είναι το πιο άφθονο στοιχείο στην επιφάνεια του εδάφους, εκτός από το οξυγόνο.

Με την επεξεργασία του πυριτίου παράγονται μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα Φ/Β στοιχεία.

### 2.14.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (SingleCrystalline Silicon, sc-Si)

Η μοριακή δομή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι ομοιόμορφη, το πάχος του κυμαίνεται από 1/3 έως 1/2 του χιλιοστού και διακρίνεται για τον ψηλό βαθμό απόδοσής του η οποία κυμαίνεται από 15% - 18% για το πλαίσιο. Επίσης παρουσιάζει καλή σχέση απόδοσης/επιφάνειας ή «ενεργειακής πυκνότητας», έχοντας όμως υψηλότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με τα άλλα στοιχεία πυριτίου.

### 2.14.2 Φωτοβολταϊκά κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου (MultiCrystalline Silicon, mc-Si)

Η μοριακή δομή του πολυκρυσταλλικού πυριτίου δεν είναι ομοιόμορφη και το πάχος του κυμαίνεται από 1/3 έως 1/2 του χιλιοστού. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές, που όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η απόδοσή του. Παρουσιάζει χαμηλότερη απόδοση από το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο καθώς κυμαίνεται από 13 - 15% για το πλαίσιο, έχει όμως χαμηλότερη τιμή αφού η μέθοδος παραγωγής του είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών.

### 2.14.3 Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)

Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Ως υλικό παρουσιάζει μεγάλη δομική αταξία, παρόλα αυτά εφαρμόζεται στην Φ/Β τεχνολογία με τη μορφή κράματος με υδρογόνο. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά, δεν επηρεάζονται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Το μειονέκτημα των άμορφων Φ/Β στοιχείων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα, δηλαδή για να παράγουμε την ίδια ενέργεια απαιτείται περίπου η διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία. Η απόδοσή του κυμαίνεται για το πλαίσιο από 6 έως 8% και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή του είναι αρκετά χαμηλότερη.



#### 2.14.4 Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe<sub>2</sub> ή CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS)

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του κυμαίνεται στο 11% (πλαίσιο). Με την πρόσμιξη γαλλίου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο (CIGS). Μειονέκτημά του είναι ότι το ίδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση και συνεπώς η τιμή του να είναι αυξημένη.

#### 2.14.5 Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με απόδοσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%.

#### 2.14.6 Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs)

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ικανοποιητική απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

## **2.15 ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

- Οι χώροι που θα επιλεγούν θα πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις:
- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Έχει υπολογιστεί ότι χρειάζεται περίπου 10 m<sup>2</sup> για κάθε 1kWp.
  - Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό.
  - Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που θα δίνει το μέγιστο ενεργειακό αποτέλεσμα στην διάρκεια του έτους. Για την Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 30°.

## 2.16 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν την μεγαλύτερη απόδοση, ενώ τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση και κατά συνέπεια είναι φθηνότερα από τα μονοκρυσταλλικά. Ακόμη μικρότερη απόδοση έχουν τα άμορφα στοιχεία με πολύ μικρότερη χρηματική αξία.

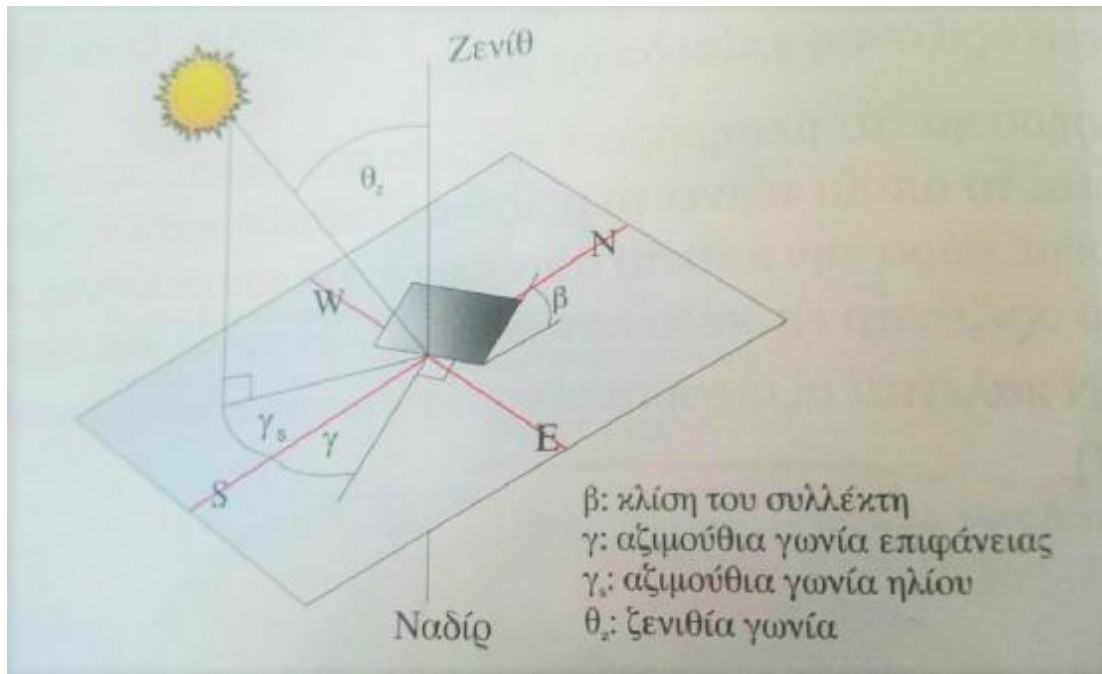
Με βάση την αξιοποίηση του χώρου, που πραγματεύεται η παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν οι εξής τύποι φωτοβολταϊκών πλαισίων:

- a) c-Si
- b) pc-Si
- c) double sided c-Si
- d) double sided pc-Si
- e) flexible PV
- f) transparent PV
- g) semi-transparent PV
- h) CdTe
- i) CIS

οι οποίοι θα τοποθετηθούν είτε πάνω σε μεταλλικές σταθερές βάσεις, είτε σε ιχνηλάτες ενός ή δύο αξόνων κίνησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΤΑΞΗ Φ/Β ΣΤΟ ΠΑΡΚΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 3.1 ΜΕΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ<sup>xix</sup>



Εικόνα 8 Η διεύθυνση B-N και η προβολή στο οριζόντιο επίπεδο της καθέτου στο συλλέκτη.<sup>xx</sup>

Οι εικόνες 8 και 9 δείχνουν τις γωνίες που χρησιμοποιούνται στη μελέτη της ηλιακής ακτινοβολίας και των Φ/Β ηλιακών συλλεκτών.

**Γεωγραφικό Πλάτος,  $\varphi$**  ή παράλληλος ενός τόπου καλείται η γωνιώδης θέση του τόπου σε σχέση με τον ισημερινό. Ορίζεται ως θετικό για το βόρειο ημισφαίριο και αρνητικό για το νότο. Ισχύει  $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$ .

**Γεωγραφικό Μήκος,  $L$**  ενός τόπου καλείται η γωνιώδης θέση του τόπου σε σχέση με τον μεσημβρινό Greenwich και το μεσημβρινό επίπεδο του τόπου. Ισχύει  $-180^\circ < L < 0^\circ$  για τόπους ανατολικά του Greenwich και  $0^\circ < L < 180^\circ$  για τόπους δυτικά του Greenwich.

**Αζιμούθια γωνία του ήλιου  $\gamma_s$** , είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μεσημβρινού του τόπου και της προβολής στο οριζόντιο επίπεδο, της ευθείας που συνδέει τον ήλιο με τον παρατηρητή ή τον ήλιο με τον συλλέκτη. Το  $\gamma_s$  είναι θετικό προς Δυσμάς και αρνητικό προς Ανατολάς.

**Ζενιθία γωνία  $\theta_z$** , είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της ευθείας που συνδέει το επίπεδο του συλλέκτη ή τον παρατηρητή με τον ήλιο και της κατακόρυφου στον τόπο που βρίσκεται ο ηλιακός συλλέκτης. Ισχύει  $\theta_z + \alpha = 90^\circ$ .

**Ωριαία γωνία  $\omega$** , είναι η γωνία που σχηματίζει ο ήλιος κινούμενος στην ημερήσια τροχιά του. Μετράται με αρχή το μεσημβρινό επίπεδο του τόπου, δηλαδή από το ηλιακό μεσημέρι.

Ο **αληθής ηλιακός χρόνος** είναι ο χρόνος του οποίου η μέτρηση και ο προσδιορισμός βασίζεται στην γωνιακή μετακίνηση του ήλιου σε σχέση με τον γήινο μεσημβρινό του τόπου. Γενικά ο αληθής ηλιακός χρόνος δεν συμπίπτει με τον **τοπικό ωρολογιακό χρόνο** ο οποίος είναι συμβατικός και είναι ο ίδιος για όλους τους τόπους μιας χώρας. Τα δύο αυτά συστήματα του χρόνου συνδέονται μεταξύ τους γραμμικά.

Η σχέση που συνδέει τον T.Ω.X και A.H.X είναι η ακόλουθη:

$$AHX = T\Omega X - 4 \text{min}/\mu\text{ώρα}(Lst - Lloc) + E$$

Εξίσωση 2 Υπολογισμός A.H.X. σε σχέση με τον T.Ω.X.<sup>xxi</sup>

## 3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΛΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ<sup>xxii</sup>

Υποθέτουμε ότι υπάρχει ένας παρατηρητής σε κάποιο σημείο της επιφάνειας της γης (βλ. Εικόνα 9). Τότε το οριζόντιο επίπεδο του παρατηρητή είναι ο κύκλος που διέρχεται από το βορρά, την ανατολή, το νότο και τη δύση για τον παρατηρητή. Επίσης υπάρχει και ο ουράνιος θόλος για τον παρατηρητή, ο οποίος είναι μία ημισφαιρική επιφάνεια της οποίας βάση είναι το οριζόντιο επίπεδο και πόλος της το ζηνίθ του τόπου-παρατηρητή.

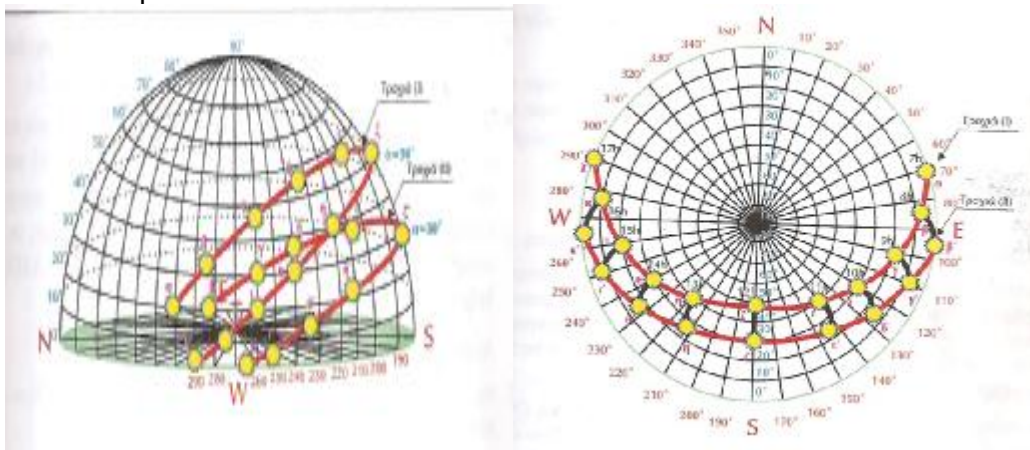
Οι παράλληλοι προς τον ορίζοντα κύκλοι αντιπροσωπεύουν τις τομές του ουράνιου θόλου από οριζόντια επίπεδα με γωνιακή απόσταση από τον ορίζοντα που μετράται σε μοίρες.

Θεωρείται το οριζόντιο επίπεδο του παρατηρητή. Οι ακτίνες που ξεκινούν από τον παρατηρητή και καταλήγουν στην περιφέρεια του ορίζοντα, είναι αυτές που μετρούν την αζιμούθια γωνία  $\gamma_s$ , του ηλίου, με την αρχή της μέτρησης τον άξονα Βορρά-Νότου.

Αυτή λοιπόν η προβολή του ουράνιου θόλου στο οριζόντιο επίπεδο είναι ο πολικός χάρτης.

Στον πολικό χάρτη οι ομόκεντροι κύκλοι είναι οι κύκλοι που προσδιορίζουν το ύψος  $\alpha$  του ηλίου ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Οι ακτίνες που σχηματίζουν τις επίκεντρες γωνίες δίνουν την αζιμούθια γωνία κάθε σημείου του πολικού χάρτη, το οποίο προφανώς προκύπτει από την προβολή κάποιου σημείου του ουράνιου θόλου στο οριζόντιο.

Συμπερασματικά για τη σχεδίαση μιας τροχιάς του ήλιου πάνω στον πολικό χάρτη, αρκεί να γνωρίζουμε το ύψος  $\alpha$  και την αζιμούθια γωνία  $\gamma_s$ , για διάφορες τιμές του Αληθούς Ηλιακού Χρόνου.



Εικόνα 9 Προβολές δύο ηλιακών τροχιών και καμπύλες (γεωμετρικοί τύποι) με δεδομένες τιμές Α.Η.Χ.<sup>xxiii</sup>

### 3.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η υπό μελέτη έκταση που εξετάζεται για την εγκατάσταση των Φ/Β συστημάτων είναι ο χώρος που είχε χρησιμοποιηθεί ως εργοτάξιο για την κατασκευή της Γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, σχέδιο 1).

Γεωγραφικά βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας, στους πρόποδες της Γέφυρας, στην περιοχή του Αντιρρίου. Απέχει 6,5 Km από το βουνό Παλιοβούνα και έχει γεωγραφικό πλάτος και μήκος 38° 20' 6" N και 21° 45' 59" E αντίστοιχα.

Η έκταση αυτή χωρίζεται σε τρεις εργοταξιακούς χώρους:

1. Ο Εργοταξιακός Χώρος Τμήμα Α καλύπτει τη μεγαλύτερη επιφάνεια (159800,65 m<sup>2</sup>) και εκτείνεται κατά μήκος της ακτής από Β προς Ν σε μήκος περίπου 786 m. Βρίσκεται από την δεξιά πλευρά της Γέφυρας καθώς επίσης βρέχεται από τον κορινθιακό κόλπο.
2. Ο Εργοταξιακός Χώρος Τμήμα Β, επιφάνειας 9369,93 m<sup>2</sup>, βρίσκεται και αυτός στην δεξιά πλευρά της Γέφυρας και βρέχεται από τον Κορινθιακό κόλπο. Εκτείνεται από Β προς Ν σε μήκος περίπου 63 m.
3. Ο Εργοταξιακός χώρος Τμήμα Γ, επιφάνειας 19806,30 m<sup>2</sup>, βρίσκεται αριστερά της Γέφυρας και βρέχεται από τα νερά του Πατραϊκού κόλπου. Εκτείνεται από Β προς Ν σε μήκος περίπου 310 m.

Η διαθέσιμη συνολική επιφάνεια του Εργοταξιακού χώρου, Τμήμα Α, για την εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην έκταση ανέρχεται σε 130.344 m<sup>2</sup> και του Εργοταξιακού χώρου Τμήμα Β, ανέρχεται σε 9369,93 m<sup>2</sup> ειδικότερα, τα στοιχεία αυτά δίνονται στον Πίνακα 4.

A/A	ΧΩΡΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m <sup>2</sup> )
1	Area 1	12.704
2	Area 2	37.294
3	Area 3	46.521
4	Area 4	28.631
5	Area 7	5.194
6	Ενεργειακό Κτίριο	4.563

Πίνακας 4 Εμβαδά επί μέρους εκτάσεων που θα τοποθετηθούν οι διάφοροι τύποι PV γεννητριών

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα θα αποθηκεύεται στους συσσωρευτές και θα χρησιμοποιείται για τις τοπικές καταναλώσεις, ενώ η περίσσεια αυτής θα διαχέεται στο δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ, για την προστασία του οποίου οι προτεινόμενοι μετατροπείς θα πρέπει να ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις ασφαλείας σύμφωνα με τον «Οδηγό σύνδεσης Φωτοβολταϊκών σταθμών στο δίκτυο χαμηλής τάσης» της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Η διαχείριση των φορτίων για την κάλυψη ορισμένων ενεργειακών αναγκών όπως για τον φωτισμό της γέφυρας και για την κάλυψη ισχύος των εγκαταστάσεων θα πρέπει να γίνει με ένα σύστημα B.E.M.S το οποίο θα πρέπει να εγκατασταθεί, να συνεργάζεται με τους αντιστροφείς τάσης (Inverter) και αποτελεί μέρος των προς προμήθεια συστημάτων του έργου αυτού. Στον πίνακα 5 φαίνεται η συνολική ισχύς των φορτίων, αλλά και την ισχύ των Φ/Β μονάδων. που θα πρέπει να καλυφθούν για κάθε χώρο του πρώην εργοταξιακού οικοπέδου.

A/A	ΧΩΡΟΣ	ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΛΥΨΗΣ MW	ΙΣΧΥΣ Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΒΑΣΕΙΣ	ΙΧΝΗΛΑΤΗΣ ΜΟΝΟΥ ΑΞΟΝΑ	ΙΧΝΗΛΑΤΗΣ 1 ΑΞΟΝΑ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ)	ΙΧΝΗΛΑΤΗΣ 2 ΑΞΟΝΩΝ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ ΤΑΣΗΣ (INVERTERS)	ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΗΣΗΣ	PEM (ELECTROLYSER) ΚΑΙ FUEL CELL
1	Area 1	1,48	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>		Οριζοντίως κατά Α-Δ						
			double sided c-Si / 74 kWp		v			v			
			double sided pc-Si / 69 kWp		v			v			
			flexible PV / 579 kWp		v			v			
			CdTe / 402 kWp		v			v			
			CIS / 353 kWp		v			v			
2	Area 2	1,48	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>								
			pc-Si / 2,5MWp		v			v			
3	Area 3	2,11	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>								
			c-Si / 3,2MWp		v			v			
4	Area 4	1,57	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>								
			Συγκεντρωτικά Φ/Β (CPV) και PV thermal για τηλεθέρμανση ενεργειακού κτιρίου / 2MWp		v			v			
5	Area 7	0,13	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>								
			solar trackers				v	v			
6	Ενεργειακό κτίριο	0,05	<b>ΙΣΧΥΣ / ΤΥΠΟΣ Φ/Β</b>								
			transparent και semi-transparent ενσωματωμένα στο κέλυφος του κτιρίου / 50kWp	v				v	v		v

Πίνακας 5 Ισχύς και τύπος των διαφόρων PV γεννητριών που προτείνεται να εγκατασταθούν

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες που θα εγκατασταθούν θα τοποθετηθούν είτε επάνω σε μεταλλικές σταθερές βάσεις είτε σε ιχνηλάτες ενός άξονα κίνησης είτε σε ιχνηλάτες δύο αξόνων, θα είναι διαφόρων τύπων και η ισχύς τους θα ποικίλει ανά τύπο και ανά χώρο όπως αναλύονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 5). Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν και σε ανοίγματα του προτεινόμενου ενεργειακού (ηλιακού) κτιρίου που θα λειτουργούν ως σκίαστρα κατά τη διάρκεια των μηνών του έτους με μεγάλη ηλιοφάνεια και θα είναι τοποθετημένα επάνω σε διατάξεις με δυνατότητα κίνησης περί 1 άξονα.

Η παραγόμενη ενέργεια από τα Φ/Β πλαίσια μέσω των αντιστροφών τάσης (Inverter) θα διοχετεύεται

1. Για κάλυψη τοπικών φορτίων και η περίσσεια στο δίκτυο της ΔΕΗ.
2. Για το ενεργειακό κτίριο θα υπάρχει πρόβλεψη για ένα σύστημα PEM (Electrolyser) – Στοιχείων καυσίμου (Fuel Cells) συνολικής ισχύος 20KW ( μη συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας συμπίεσης και αποθήκευσης του  $H_2$ ).

Σε κάθε εφαρμογή θα πρέπει να εγκατασταθεί ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων  $i$ ,  $V$ ,  $(i-V)$ ,  $P$ ,  $T_c$ , ταχύτητας ανέμου και προσανατολισμός άμεση διάχυτη και ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο κεκαλυμμένο επίπεδο ( $I_b$ ,  $I_d$ ,  $I_{hor}$  και  $I_T$ ), ηλεκτρικό σύστημα προσανατολισμού  $A_h$ ,  $V_h$ , και  $i_b$  φόρτισης και εκφόρτισης συσσωρευτών και σύστημα μέτρησης των ηλεκτρικών παραμέτρων της διαθέσιμης στο Δίκτυο Ισχύος.

Όλα αυτά είναι αναγκαία για τη συνεχή μελέτη και την επιτήρηση της λειτουργίας των Φ.Β συστημάτων, καθώς αποτελούν μια πρότυπη επιδεικτική μονάδα.



### 3.4 ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σε αυτό το μέρος θα μελετηθεί το ηλιακό δυναμικό της περιοχής αυτής, καθώς επίσης και αν αυτός ο χώρος μπορεί να προσφέρει ενέργεια για την κάλυψη φορτίων της γέφυρας και του δήμου Αντιρρίου.

Από την εξέταση της εδαφικής έκτασης, όπως έχει αναφερθεί, προέκυψαν συνολικά 188976,88 m<sup>2</sup> προς αξιοποίηση. Ωστόσο ο ορίζοντας είναι ελεύθερος αν και όχι ισοεπίπεδος, καθώς ο χώρος τέμνεται κατά τον άξονα ΝΑ-ΒΔ από το οδόστρωμα της Γέφυρας με τους πυλώνες, υπό διάφορα ύψη ως προς το επίπεδο του εργοταξίου και ένα μικρό κτίριο ύψους περί τα 14m από το επίπεδο του εργοταξίου, της Β και ΒΑ πλευράς.

Προτεραιότητα μας για την οριοθέτηση του χώρου είναι να προσδιορίσουμε τον ωφέλιμο για την ένταξη των φωτοβολταϊκών χώρο όπως αυτός θα προκύψει από τη μελέτη σκίασης.

### 3.5 ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΑΣΗΣ

Αρχικά λήφθηκαν 10 σημεία διάσπαρτα στην προαναφερόμενη έκταση (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, σχέδιο 2) όπου πιθανόν να υπήρχε σκίαση από το οδόστρωμα, τους πυλώνες και το κτίριο.

Από το τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής καθορίστηκαν τα ύψη του οδοστρώματος και του κτιρίου καθώς και οι οριζόντιες αποστάσεις από κάθε ένα σημείο για τον υπολογισμό των οριζόντιων και αζιμούθιων γωνιών.

Πιο συγκεκριμένα για παράδειγμα ένα σημείο στο οποίο εντοπίστηκε σκίαση κατά τις απογευματινές ώρες είναι το Σ5 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV, σχήμα 11) και η διαδικασία που ακολουθήθηκε έχει ως εξής:

Από το τοπογραφικό της γέφυρας ελήφθησαν 9 σημεία στον άξονα της οδού (Τ5' , Ν12 , Ν16 , 10 , η αρχή του κτιρίου , το τέλος του κτιρίου, 19, 32 , 36 ) και μετρήθηκαν οι οριζόντιες αποστάσεις (L) μεταξύ αυτών και του εκάστοτε σημείου με τη βοήθεια του Google Earth.

Από την τοπογραφική μελέτη πάρθηκαν τα υψόμετρα των 9 σημείων της οδού (y).

Εν συνεχεία με τη χρήση του AutoCAD μετρήθηκαν οι οριζόντιες γωνίες γ με διεύθυνση από το Νότο προς το Βορρά.

Κατόπιν υπολογίστηκαν οι αζιμούθιες γωνίες α ως εξής:

$$\alpha = \tan^{-1} (\psi/L)$$

Σε απόσταση 6,5 χιλιομέτρων από την έκταση υψώνεται η Παλιοβούνα όπου θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν στη μελέτη σκίασης. Για τη μελέτη της πιθανής σκίασης ακολουθήθηκε όμοια διαδικασία με την παραπάνω.

Οι μετρήσεις αυτές παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.

Αφού ολοκληρώθηκε ο υπολογιστικός έλεγχος της σκίασης, με γεωγραφικό πλάτος και μήκος 38,33 και 21,75 αντίστοιχα βρέθηκε το πολικό διάγραμμα της συγκεκριμένης περιοχής<sup>xxiv</sup>. Ακολούθως τοποθετήθηκαν οι οριζόντιες και αζιμούθιες γωνίες για το σχεδιασμό της σκίασης σε κάθε σημείο. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV παρατίθενται όλα τα πολικά διαγράμματα.

Εξετάζοντας τους πολικούς χάρτες( ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV, σχήμα 6 – 16), διαπιστώνουμε εύκολα ότι στην έκταση αυτή δεν παρουσιάζεται μεγάλο ποσοστό σκίασης. Τα σημεία που σκιάζονται περισσότερο, χωρίς όμως να προκαλείται σημαντικό πρόβλημα, είναι τα: Σ5, Σ7, Σ10. Επίσης παρατηρείται πως το βουνό Παλιοβούνα δεν επηρεάζει καθόλου την έκταση με σκίαση.

Συγκεκριμένα το σημείο Σ5, όπου σύμφωνα με την σχέση που συνδέει τον Α.Η.Χ. με Τ.Ω.Χ. για 21 Δεκεμβρίου δέχεται σκίαση από το οδόστρωμα στις 17<sup>h</sup>, 14' 5" και για 21

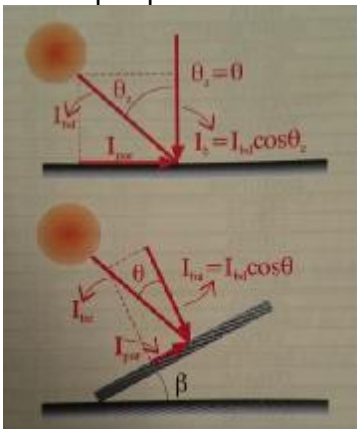


Ιουνίου στις 20<sup>h</sup> 18' 32". Το σημείο Σ7 για 21 Δεκέμβρη δέχεται σκίαση από την παρουσία του κτιρίου στις 17<sup>h</sup> 34' 22" ,για 5 Μαρτίου στις 18<sup>h</sup> 51' 32", για 5 Μαΐου στις 19<sup>h</sup> 34' 32" και για 21 Ιουνίου στις 20<sup>h</sup> 14' 32". Τέλος, το Σ10 για 21 Δεκεμβρίου δέχεται σκίαση από το οδόστρωμα στις 16<sup>h</sup> 54' 22" και για 21 Ιουνίου στις 19<sup>h</sup> 58' 32".

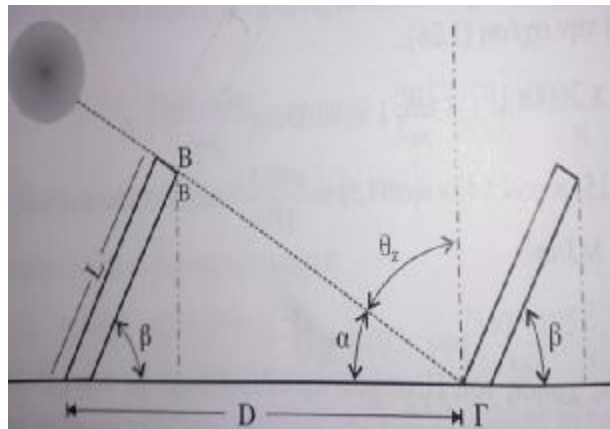
Όπως έχει αναφερθεί ήδη, η διαδικασία μελέτης σκίασης έγινε για τον προσδιορισμό της πραγματικά ωφέλιμης έκτασης, για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών γεννητριών. Στον χώρο αυτό όπως προέκυψε, σκίαση προκαλείται από το ανισόπεδο της διαμορφωθείσας έκτασης λόγω του οδοστρώματος της γέφυρας, καθώς και του κτιρίου κυρίως τις απογευματινές ώρες των χειμερινών μηνών, όπου η ακτινοβολία δεν είναι η μέγιστη.

Εν κατακλείδι πρόβλημα σκίασης δεν υφίσταται, συνεπώς η έκταση είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη και αξιοποιήσιμη ενεργειακά ως προς τις Α.Π.Ε με μόνο αρνητικό παράγοντα αυτόν της μεταφοράς αλάτων προς την παραθαλάσσια ακτή λόγω των δυνατών και συχνών ανέμων που επικρατούν στην περιοχή.

Για την εύρεση της ελάχιστης απόστασης D μεταξύ παραλλήλων σειρών, ηλιακών συλλεκτών στραμμένων προς τα νότια ώστε η μία σειρά να μην σκιάζει την άλλη ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:



Εικόνα 10 Ανάλυση της Ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια και κάθετη συνιστώσα<sup>xxv</sup>



Εικόνα 11 Διάταξη δύο σειρών επιπέδων ηλιακών συλλεκτών ώστε να μην σκιάζονται<sup>xxvi</sup>

· Θεωρείται η σχέση:

$$\cos \theta_z = \cos \varphi * \cos \delta * \cos \omega + \sin \varphi * \sin \delta$$

Εξίσωση 3 Βασική τριγωνομετρική σχέση<sup>xxvii</sup>

- Είναι γνωστό ότι για το ηλιακό μεσημέρι ισχύει:  $\omega=0$
- Με την υπόθεση ότι το ηλιακό σύστημα λειτουργεί όλο το χρόνο, το ύψος του ηλίου είναι ελάχιστο στις 22 Δεκεμβρίου. Το μήκος της σκιάς θα είναι μεγαλύτερο και κατά συνέπεια είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η ελάχιστη απόσταση D μεταξύ των σειρών των ηλιακών συλλεκτών.
- Η τιμή που αντιστοιχεί στο  $\delta$  για τις 22 Δεκεμβρίου είναι -23,45 μοίρες.
- Λήφθηκαν υπ' όψιν οι γωνίες, ( $\beta$ ) η κλίση του συλλέκτη καθώς και ( $\alpha$ ) το ύψος του ηλίου για την οριακή θέση που η σκιά του άκρου B πέφτει στον πόδα Γ της άλλης σειράς και έτσι από το νόμο των ημιτόνων ισχύει:

$$\begin{aligned} \sin (180 - \beta - \alpha) / D &= \sin \alpha / L \Rightarrow \\ \sin (180 - \alpha - 90 + \theta_z) / D &= \sin (90 - \theta_z) / L \Rightarrow \\ D &= L * \cos (\beta + \alpha) / \sin \alpha \text{ ή } D = L * \sin (\beta + \alpha) / \sin \alpha \end{aligned}$$

Εξίσωση 4 Υπολογισμός ελάχιστης απόστασης D μεταξύ των φωτοβολταϊκών<sup>xxviii</sup>

## 3.6 ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΕ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ

Αφού εξετάστηκε η σκίαση της έκτασης κρίνεται απαραίτητο να υπολογισθεί το ηλιακό δυναμικό της περιοχής σε μηνιαία πρώτα και έπειτα σε ημερήσια βάση. Με τη βοήθεια του site <http://www.pvresources.com/> για γεωγραφικό πλάτος 38° 20' 6"N και γεωγραφικό μήκος 21° 45' 59" E υπολογίστηκε το μηνιαίο δυναμικό. Στη συνέχεια με βάση τις παραπάνω συντεταγμένες, τους τύπους των φωτοβολταϊκών πλαισίων και τον αριθμό των αξόνων (μονού ή διπλού άξονα) εκτιμήθηκε και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Συγκεντρωτικά παρατίθενται οι πίνακες στο παράρτημα V.

## 3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εκτιμάται ότι ο χώρος δύναται να φιλοξενήσει άνετα ένα σύνολο PV γεννητριών συνολικής ισχύος αιχμής 6,82 MWp. Με βάση τον επιδεικτικό σκοπό του πάρκου θα χρησιμοποιηθούν οι εξής τύποι φωτοβολταϊκών πλαισίων: c-Si, pc-Si, double sided c-Si, double sided pc-Si, flexible PV, CdTe CIS και solar trackers, οι οποίοι θα τοποθετηθούν είτε πάνω σε μεταλλικές σταθερές βάσεις, είτε σε ιχνηλάτες ενός ή δύο αξόνων κίνησης καθώς και transparent PV και semi-transparent τα οποία θα τοποθετηθούν στο ενεργειακό κτήριο (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, σχέδιο 3).

Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5 :

- Στην Area 1 θα εγκατασταθούν double sided c-Si, double sided pc-Si, flexible, CdTe και CIS σε ιχνηλάτες μονού άξονα με συνολικό φορτίο κάλυψης 1,48MW.
- Στην Area 2 θα εγκατασταθούν pc-Si σε ιχνηλάτες μονού άξονα με φορτίο κάλυψης 1,48MW.
- Στην Area 3 θα εγκατασταθούν c-Si σε ιχνηλάτες μονού άξονα με φορτίο κάλυψης 2,11MW.
- Στην Area 4 θα εγκατασταθούν συγκεντρωτικά Φ/Β (CPV) και PV thermal για τηλεθέρμανση του ενεργειακού κτιρίου σε ιχνηλάτες μονού άξονα με φορτίο κάλυψης 1,57MW.
- Στην Area 7 θα εγκατασταθούν solar trackers σε ιχνηλάτες δυο αξόνων με φορτίο κάλυψης 0,13MW.

Συνολικά για όλα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εκτιμάμε ετήσια παραγωγή 12,7 GWh (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII). Η τιμή της ηλιακής MWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα είναι 284,85€<sup>xxix</sup>. Επομένως τα ετήσια έσοδα από την πώληση της ηλιακής ενέργειας υπολογίζονται στο 3.620.000 €/έτος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετηθεί η παραγόμενη ενέργεια από ανεμογεννήτριες που προτείνεται για τον πρώην εργοταξιακό χώρο της Γέφυρας.

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες για την δημιουργία των ανέμων, όμως όλες βασίζονται σε μια βασική αρχή, πως μια αέρια μάζα όταν θερμανθεί γίνεται ελαφρύτερη και κινείται προς τα πάνω (αφού ο θερμός αέρας έχει μικρότερη πυκνότητα από τον ψυχρό<sup>xxx</sup>). Τελικά, η δημιουργία των ανέμων είναι αποτέλεσμα ορισμένων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στη φύση. Σύμφωνα με τα ανωτέρω, η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες μάζες αέρα να μετακινούνται από την μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Έχει υπολογιστεί πως περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στη γη, μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια<sup>xxxi</sup>.

Στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10m πάνω από το έδαφος<sup>xxxii</sup>. Αν η ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό της περιοχής θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. Στην Ελλάδα εκτιμάται πως το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας<sup>xxxiii</sup>, ενώ η εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ελλάδα ανέρχεται αυτή την στιγμή στα 1.979,8 MW (2014)<sup>xxxiv</sup>. Στον κατωτέρω πίνακα δίδεται η εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ στην Ευρώπη στο τέλος του 2014 .

	Installed 2013	End 2013	Installed 2014	End 2014
<b>EU Capacity (MW)</b>				
Austria	308.4	1,683.8	411.2	2,095
Belgium	275.6	1,665.5	293.5	1,959
Bulgaria	7.1	681,1	9.4	690.5
Croatia	81.2	260.8	85.7	346.5
Cyprus	-	146.7	-	146.7
Czech Republic	8	268.1	14	281.5
Denmark*	694.5	4,807	67	4,845
Estonia	10.5	279.9	22.8	302.7
Finland	163.3	449	184	627
France	630	8,243	1,042	9,285
Germany	3,238,4	34,250.2	5,279,2	39,165
Greece	116.2	1,865,9	113.9	1,979.8
Hungary	-	329.2	-	329,2
Ireland	343.6	2,049.3	222.4	2,271.7
Italy	437.7	8,557.9	107.5	8,662.9
Latvia	2.2	61.8	-	61.8
Lithuania	16.2	278.8	0.5	279.3
Luxembourg	-	58.3	-	58.3
Malta	-	-	-	-
Netherlands	295	2,671	141	2,805
Poland	893.5	3,389.5	444.3	3,833.8
Portugal*	200	4,730.4	184	4,914.4
Romania	694.6	2,599.6	354	2,953.6
Slovakia	-	3.1	-	3.1
Slovenia	2.3	2.3	0.9	3.2
Spain	175.1	22,959.1	27.5	22,986.5
Sweden	689	4,381.6	1,050.2	5,424.8
UK	2,075	10,710.9	1,736.4	12,440.3
<b>Total EU-28</b>	<b>11,357.3</b>	<b>117,383.6</b>	<b>11,791.4</b>	<b>128,751.4</b>

Πίνακας 6 Εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ στην Ευρώπη μέχρι το τέλος του 2014<sup>xxxv</sup>



## 4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί την αιολική ενέργεια ως μια μορφή μηχανικής ενέργειας, αξιοποιώντας την κίνηση του ανέμου, από τα αρχαία χρόνια σε διάφορες εφαρμογές. Οι εφαρμογές αξιοποίησης του ανέμου, ως κινητήριας δύναμης, αρχικά αφορούσαν μόνο τη ναυτιλία και τους ανεμόμυλους. Με την βοήθεια όμως, της τεχνολογίας σημείωσε τεράστια βήματα προόδου, και πλέον, η αιολική ενέργεια, μας δίνει την δυνατότητα για παραγωγή μηχανικής ενέργειας απευθείας. Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική, και στη συνέχεια σε άλλες μορφές, γίνεται σήμερα με την χρήση των ανεμογεννητριών.



Α/Γ του  
Charles  
F.Brush

Οι ανεμογεννήτριες είναι οι ανεμόμυλοι σε εξελιγμένη μορφή. Ο ανεμόμυλος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ως ανεμογεννήτρια το 1888 από τον Charles F. Brush, η κατασκευή του είχε 60ft ύψος, 56ft διάμετρο, και ισχύ 12KW.



Poul La Cour

Το 1890 ο Poul La Cour στη Δανία, εγκατέστησε πάνω σε χαλύβδινο πύργο ένα ανεμόμυλο, με ισχύ, με σχισμές και διπλά πτερύγια αυτόματου προσανατολισμού προς τη διεύθυνση του ανέμου.



Α/Γ τύπου  
Ντάρια

Το 1931 ο Georges Jean Marie Darrieus, κατασκεύασε μια ανεμογεννήτρια με κατακόρυφο άξονα, γνωστή ως Ντάρια.

Το 1940 λειτούργησαν στην Αμερική για πρώτη φορά ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια και το 1950 στη Αγγλία και στη Γαλλία.



Johannes Juul

Στην Δανία το 1956 κατασκευάστηκε από τον Johannes Juul μια ανεμογεννήτρια με τρία πτερύγια αλληλοσυνδεδεμένα μεταξύ τους και με έναν πρόβολο στο μπροστινό μέρος του άξονα περιστροφής. Ήταν η πρώτη που παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια με εναλλασσόμενο ρεύμα.

Μετά την πετρελαϊκή κρίση (1973) ξεκίνησαν να κατασκευάζονται διάφοροι τύποι ανεμογεννητριών και στις αρχές του 1980 διατέθηκαν στο εμπόριο συγκροτήματα ισχύος μέχρι 20-25 KW.

Το πρώτο υπεράκτιο αιολικό έργο ήταν ένα αιολικό πάρκο από έντεκα ανεμογεννήτριες των 450kW που εγκαταστάθηκε στη Δανία το 1991.

## 4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Α/Γ

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται η χρήση της αιολικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των ανεμογεννητριών. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική είναι τα εξής:

- Ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Με βάση την σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια<sup>xxxvi</sup>.
- Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.
- Δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α.<sup>xxxvii</sup>

Από την άλλη πλευρά οι ανεμογεννήτριες προκαλούν μικρές επιδράσεις στο περιβάλλον σε σχέση με τις επιδράσεις των αντίστοιχων θερμοηλεκτρικών ή πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα οικοσυστήματα μιας περιοχής. Τα κύρια μειονεκτήματα της χρήσης ανεμογεννητριών αναλύονται παρακάτω:

- Επίδραση στην ορνιθοπανίδα, κυρίως σε περιοχές όπου μεγάλοι αριθμοί πτηνών συναθροίζονται ή μεταναστεύουν, ή όπου τα απειλούμενα υπό εξαφάνιση είδη επηρεάζονται.
- Επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες.
- Αλλοίωση της οπτικής ενός φυσικού τοπίου.
- Εκπομπή θορύβου, αν και ο εκπεμπόμενος θόρυβος από τις ανεμογεννήτριες σε κάποια απόσταση από αυτές δεν είναι σημαντικός, και συνήθως καλύπτεται από το θόρυβο που προκαλεί ο ίδιος ο άνεμος.
- Επιρροή του παραγόμενου ηλεκτρομαγνητισμού, αφενός για τους υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου οι πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες.
- Σκίαση κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων περιόδων του έτους και σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, σε υποσταθμούς κοντινούς στη θέση εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου.

### 4.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Το αιολικό δυναμικό, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι μια από τις σημαντικότερες προϋποθέσεις για την λειτουργία των ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες κάνουν χρήση των δυνάμεων που ασκούνται στις αεροτομές των πτερυγίων για να επιτύχουν την επιδιωκόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τον άνεμο. Η παραγωγή αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, ενώ κάθε μηχανή χαρακτηρίζεται από την καμπύλη ισχύος της, η οποία εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της και τον σχεδιασμό της.

Η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την ταχύτητα έναρξης της ανεμογεννήτριας, από την οποία αρχίζει να παράγει ισχύ, την ταχύτητα διακοπής, όπου η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας προκειμένου να προστατευτεί από πολύ ισχυρούς ανέμους, καθώς και την ονομαστική ταχύτητα, που είναι η μικρότερη ταχύτητα στην οποία η μηχανή μπορεί να παράγει την ονομαστική της ισχύ.

Η παραγόμενη ενέργεια μια ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την καμπύλη ισχύος της μηχανής και από τον άνεμο στην περιοχή.

### 4.4 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Τα συστήματα αιολικής ενέργειας μπορούν να διακριθούν :

#### A] ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.

Υπάρχουν δύο είδη ανεμογεννητριών:

1. οριζόντιου άξονα: Βασίζονται σε έναν δρομέα σαν προπέλα που στηρίζεται πάνω σε έναν οριζόντιο άξονα. Ο άξονας μετατρέπει την γραμμική κίνηση του ανέμου σε περιστροφική, έτσι ώστε να είναι πολύ πιο εύκολο να χρησιμοποιηθεί για να κινήσει μια γεννήτρια και να παράξει ηλεκτρική ενέργεια. Τα βασικά μέρη της είναι:

i. η πτερωτή (δρομέας ή στροφέιο)

ii. ο πύργος στήριξης, ο οποίος συνήθως αποτελείται από ένα μεταλλικό δικτύωμα ή από μια στήλη από μπετόν ή μεταλλικό σωλήνα για μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες, στις οποίες υπάρχει και εσωτερική σκάλα ή ανελκυστήρας.

iii. ο άξονας περιστροφής

iv. το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, το οποίο περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο μετασχηματισμού της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής του στροφείου σε υψηλότερες ταχύτητες περιστροφής, στις οποίες λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες.

v. το σύστημα ελέγχου του αεροκινητήρα, όπου μια μονάδα ελέγχου μετράει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.

vi. η ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία μπορεί να είναι Σύγχρονη, Ασύγχρονη ή Συνεχούς Ρεύματος.

vii. το σύστημα προσανατολισμού της μηχανής, όπου στις μικρού και μεσαίου μεγέθους ανεμογεννήτριες χρησιμοποιείται καθοδηγητικό πτερύγιο, ενώ στις μεγάλου μεγέθους χρησιμοποιείται σερβοκινητήρας.

2. κατακόρυφου άξονα: Περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο τόσο στην διεύθυνση του ανέμου όσο και στο έδαφος. Οι μηχανισμοί και η γεννήτρια τοποθετούνται στο έδαφος, με αποτέλεσμα να απαιτείται ελαφρύτερος πυλώνας και να διευκολύνεται η λειτουργία και η συντήρηση του συστήματος. Υπάρχουν δύο τύποι η τύπου Savonius και η τύπου Darrieus.

## B] ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ

Υπάρχουν δύο είδη ανεμογεννητριών:

1. πολυπτέρυγες, οι οποίες είναι σαν τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους χαμηλών ταχυτήτων.



**Εικόνα 12 Τρίπτερες ανεμογεννήτριες στους Αγίους Πάντες του Νομού Βοιωτίας**

2. ολιγοπτέρυγες, οι οποίες αποτελούν την πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα, με αριθμό πτερυγών που κυμαίνεται από μια έως τρεις πτέρυγες σε κάθε στροφείο.



**Εικόνα 13 Δίπτερη ανεμογεννήτρια 1kw από το ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Οι περισσότεροι κατασκευαστές δείχνουν προτίμηση προς τις ανεμογεννήτριες με μονό αριθμό πτερυγίων, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα της μηχανής. Η πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών αποτελούνται από τρεις πτέρυγες και με τον δρομέα να έχει κατεύθυνση ταυτόσημη με αυτή του ανέμου.



Πρέπει να τονισθεί ότι πέραν των διπτέρυγων και των τριπτέρυγων ανεμογεννητριών υπάρχουν και μηχανές με μόνο μια λεπίδα, οποίες δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες καθώς παρουσιάζουν μεγαλύτερα προβλήματα στη λειτουργία τους από τις άλλες.

#### Γ] ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΕΑ

Υπάρχουν δύο είδη ανεμογεννητριών:

1. όταν ο δρομέας κοιτάει προς την κατεύθυνση του ανέμου, στις οποίες αποφεύγεται η ελάττωση της κινητικής ενέργειας του ανέμου όταν αυτός περνάει από την άτρακτο.
2. όταν ο δρομέας κοιτάει αντίθετα προς την κατεύθυνση του ανέμου, η οποία κατασκευάζεται χωρίς μηχανισμό παρεκκλίσεων και είναι πολύ ελαφρύτερες από τις πρώτες, κάτι που έχει ανάλογη επίπτωση και στην τιμή.

#### Δ] ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥΣ

1. ταχύστροφες, οι οποίες είναι μικρού σχετικά βάρους και μικρού κόστους κατασκευής σε σχέση με τις πολυπτέρυγες.
2. αργόστροφες, οι οποίες είναι χαμηλής ισχύος μηχανές λόγω του μεγάλου βάρους και χρησιμοποιούνται κυρίως για άντληση νερού

#### Ε] ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΣΧΥ $N_0$ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥΣ

1. Μικρές,  $50W \leq N_0 \leq 30KW$ , οι οποίες χρησιμοποιούνται σε απομονωμένες περιοχές και μη συνδεδεμένες με το δίκτυο και η διάμετρός τους είναι έως 10m περίπου.
2. Μεσαίες,  $30KW \leq N_0 \leq 200KW$ , οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως για να παρέχουν ισχύ σε μικρές κοινότητες για υβριδικά συστήματα και για διεσπαρμένη παραγωγή και η διάμετρός τους είναι μέχρι 25m.
3. Μεγάλες,  $200KW \leq N_0 \leq 4MW$ , οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε αιολικά πάρκα και η διάμετρός τους είναι μέχρι 80m.

## **4.5 ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Για την επιλογή του τύπου των ανεμογεννητριών που θα εγκατασταθούν καθώς επίσης και για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης τους λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

- η ταχύτητα του ανέμου
- η καμπύλη ισχύος του τύπου της ανεμογεννήτριας
- οι διαστάσεις της ανεμογεννήτριας σε συνάρτηση με τη διαθέσιμη έκταση του χώρου εγκατάστασης
- περιορισμοί περιβαλλοντικής και χωροταξικής φύσεως.



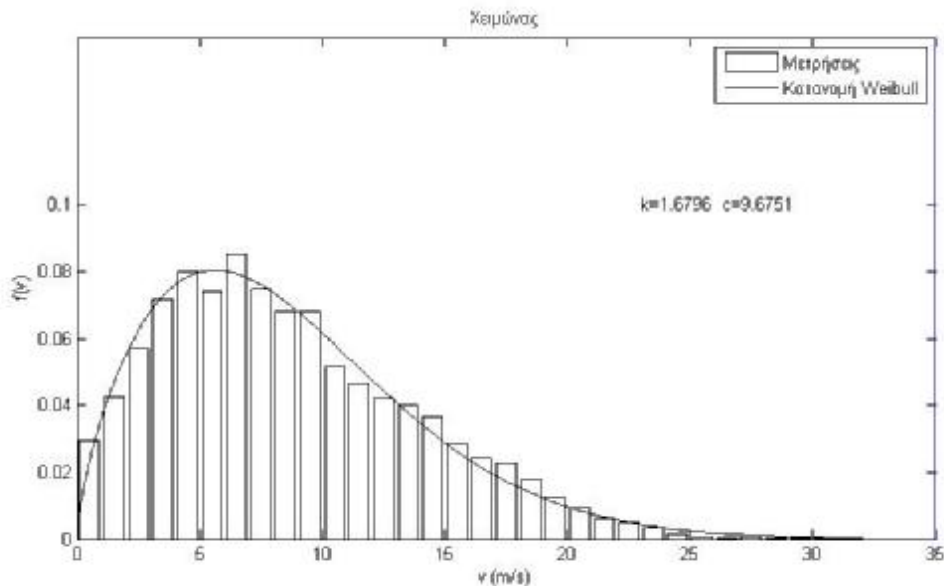
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Από τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου (1/1/2005 έως 31/10/2010), σε δύο θέσεις στα τόξα της Γέφυρας<sup>xxxviii</sup> (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI), μπορούμε να εξάγουμε πληροφορίες για το αιολικό δυναμικό της περιοχής.

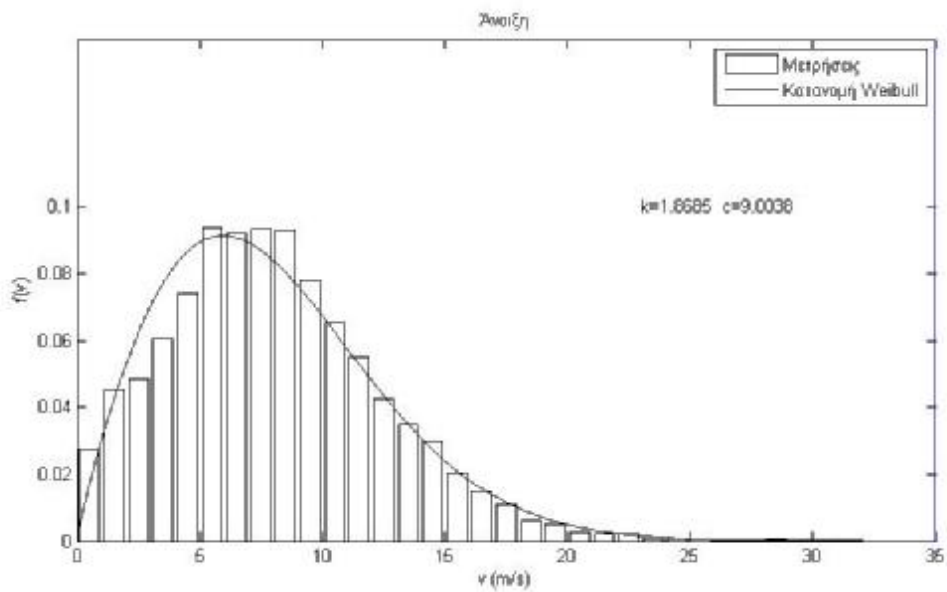
Με βάση τις μετρήσεις αυτές, έχουμε τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε την ταχύτητα του ανέμου στα σημεία που προτείνεται να τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες (περίπου 1km από τα σημεία μέτρησης, 75m ύψος), ώστε να εκτιμήσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί.

Στα *σχήματα 1 – 4* παρουσιάζονται τα ιστογράμματα σχετικών συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή, για κάθε μία από τις τέσσερις εποχές του χρόνου για την περιοχή του Αντιρρίου.

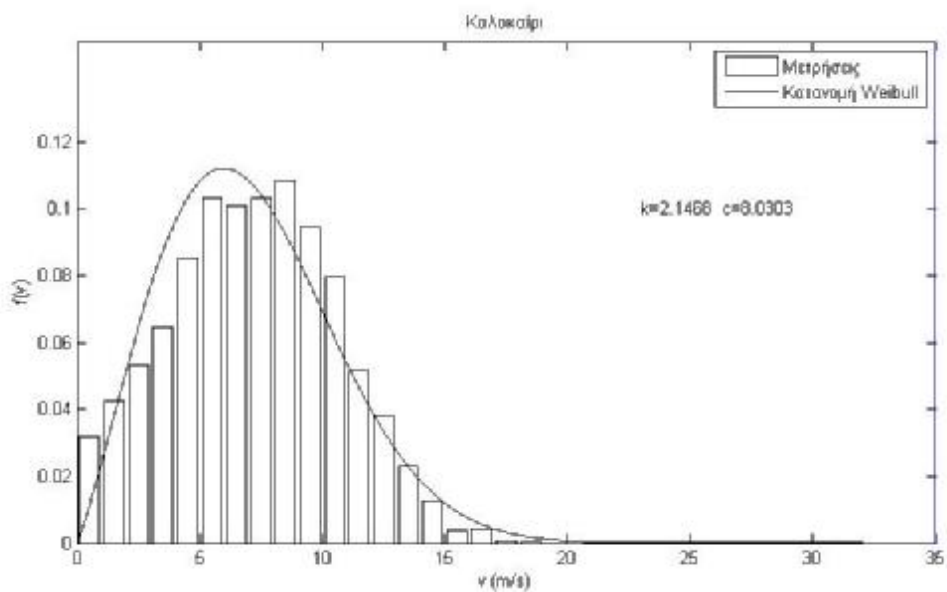
Τα πειραματικά δεδομένα προσεγγίζονται με εξαιρετική ακρίβεια από τη κατανομή Weibull, της οποίας οι παράμετροι,  $k$  και  $c$ , σημειώνονται στο εκάστοτε γράφημα.



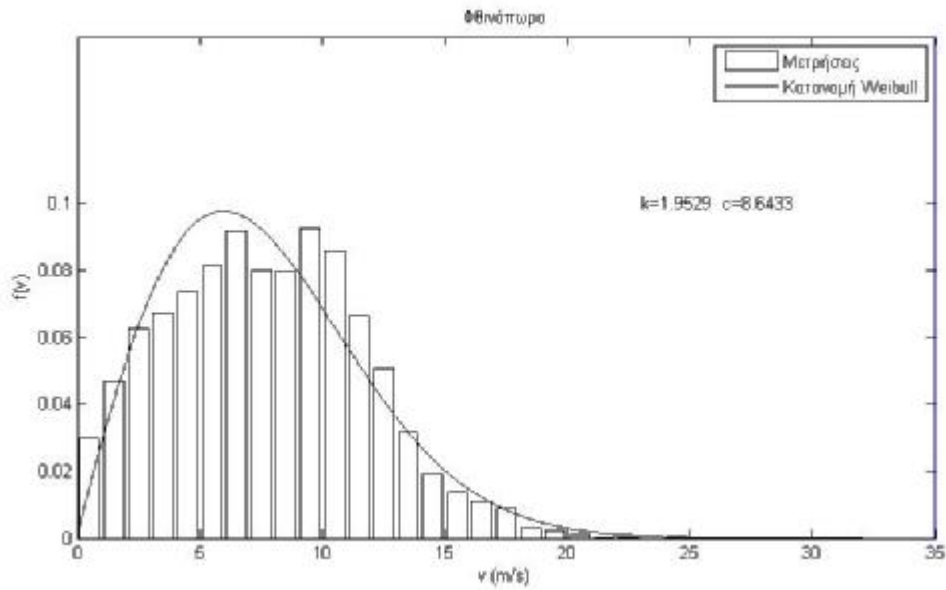
Σχήμα 1 Ιστόγραμμα σχετικών συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου το χειμώνα.<sup>xxxix</sup>



Σχήμα 2 Ιστόγραμμα σχετικών συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου την άνοιξη.<sup>xi</sup>



Σχήμα 3 Ιστόγραμμα σχετικών συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου το καλοκαίρι.<sup>xii</sup>



Σχήμα 4 Ιστόγραμμα σχετικών συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου το φθινόπωρο.<sup>xiii</sup>

Παρατηρούμε ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται από ανέμους μεσαίας ταχύτητας. Η μέση ταχύτητα του ανέμου δεν ξεπερνά τα 7.5 m/s (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI) και επομένως σύμφωνα με τον IEC<sup>xiii</sup> κατατάσσεται στην κλάση III (Low Wind).

Με βάση το αιολικό δυναμικό της περιοχής καταλήξαμε σε ανεμογεννήτρια τύπου E53 800kw της Enercon<sup>xiv</sup> (Εικόνα 14), η χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της οποίας φαίνεται στο σχήμα 5.

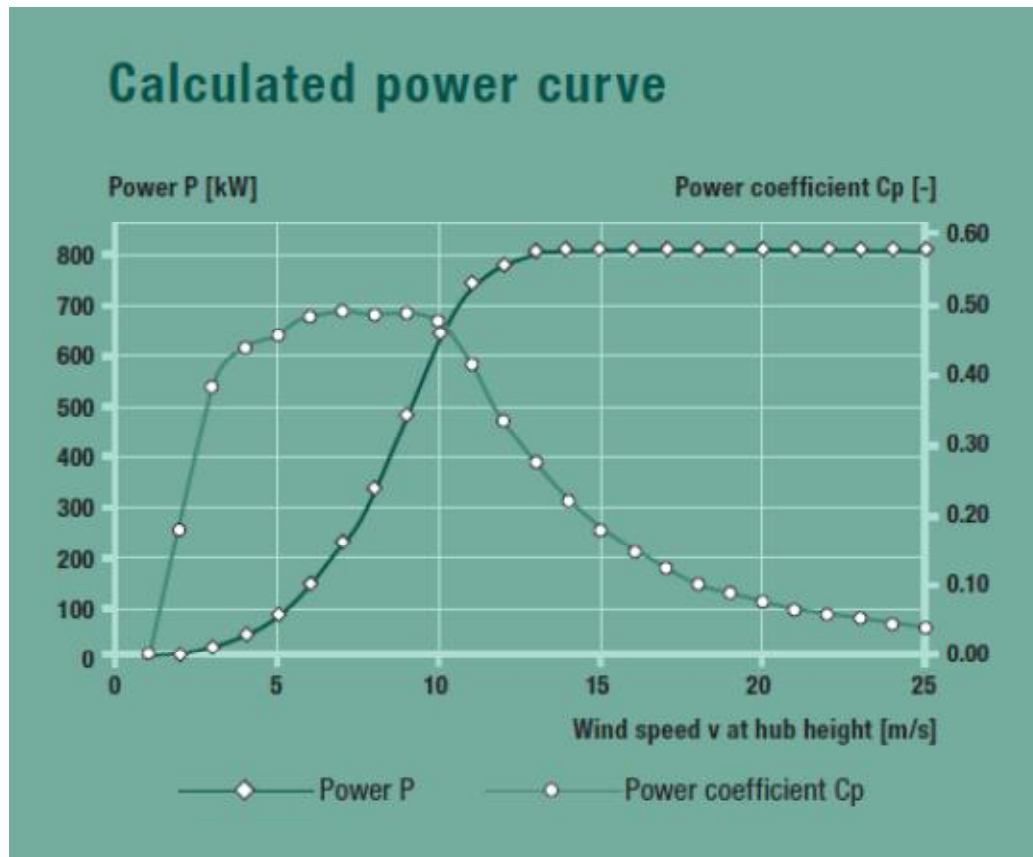


Εικόνα 14 Enercon E53 / 800kW<sup>xiv</sup>

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ  
ENERCON E-53

Μοντέλο Α/Γ	ENERCON E-53
Αριθμός Α/Γ πάρκου	4
Αριθμός λεπίδων	3
Διάμετρος πτερύγωσης (m)	52.9
Ύψος πυλώνα (m)	60/73
Wind zone (DiBt)	WZ II exp
Wind class (IEC)	IEC/NVN class S
Ταχύτητα αποκοπής (m/s)	28-34 (with ENERCON storm control)
Ταχύτητα έναρξης λειτουργίας (m/s) <sup>xlvi</sup>	2
Ταχύτητα περιστροφής ρότορα (rpm)	12-28.3
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο (m <sup>2</sup> )	2198
Ονομαστική ισχύς ανά μηχανή (kW)	800
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου (m/s)	13
Συνολική ισχύς πάρκου (kW)	3.2
Τάση παραγόμενου ρεύματος (V)	400
Power density (m <sup>2</sup> /kW)	0.028
Minimum rotor speed (rd/min)	12
Maximum rotor speed (rd/min)	28.3
Estimated serviceable life	20-25 years

Πίνακας 7 Ανεμογεννήτρια ENERCON E-53/800kW (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι)



Σχήμα 5 Ισχύς της ανεμογεννήτριας της E53 και ταχύτητας του ανέμου.

Από τη σχέση:

$$E_e = \sum_{v_i=2}^{25} (P_e(v_i) \times T(v_i))$$

Εξίσωση 5 Υπολογισμός μέσης παραγόμενης ενέργειας

Η μέση ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας είναι 3,15 GWh για κάθε ανεμογεννήτρια. Εκτιμάται ότι ο χώρος δύναται να φιλοξενήσει άνετα τέσσερις ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 3,2 MW, όπου έχουν οριοθετηθεί οι χώροι τοποθέτησης PV και ανεμογεννητριών (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, σχέδιο 3). Συνολικά για τις 4 ανεμογεννήτριες εκτιμάμε ετήσια παραγωγή 12,6 GWh.

Η τιμή της αιολικής MWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα είναι 87,85€<sup>xlvii</sup>. Επομένως τα ετήσια έσοδα από την πώληση της αιολικής ενέργειας υπολογίζονται στο 1.106.910 €/έτος.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑ

Τα στάδια που πρέπει να ακολουθηθούν για την ολοκλήρωση του έργου μπορούν να συνοψιστούν όπως παρακάτω:

1. Επιλογή κατάλληλων μονάδων Α.Π.Ε, με συγκεκριμένη ισχύ και τύπο, η οποία έγινε παραπάνω.

- Μελέτη εφαρμογής, ομοίως, στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκαν τα θέματα με την χωροταξική διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων και των ανεμογεννητριών.

Όπως αναφέρθηκε στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3, ο χώρος θα φιλοξενήσει ένα σύνολο φωτοβολταϊκών γεννητριών συνολικής ισχύος 6.82 MWp και θα χρησιμοποιηθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια c-Si, pc-Si, double sided c-Si, double sided pc-Si, flexible PV, CdTe CIS και solar trackers, τα οποία θα τοποθετηθούν είτε πάνω σε μεταλλικές σταθερές βάσεις, είτε σε ιχνηλάτες ενός ή δύο αξόνων κίνησης καθώς και transparent PV και semi-transparent PV τα οποία θα τοποθετηθούν στο ενεργειακό κτήριο.

Οι βάσεις θα τοποθετηθούν σε τέτοια απόσταση η μια από την άλλη ώστε να αποφεύγονται τα μεταξύ τους φαινόμενα σκίασης. Έτσι, έχουμε ήδη υπολογίσει πως η ελάχιστη απόσταση D μεταξύ παραλλήλων σειρών θα είναι περίπου 3m.

Σχετικά με τις ανεμογεννήτριες, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους θα πρέπει να είναι  $7xD$ , όπου D η διάμετρος πτερωτής<sup>xlviii</sup>.

- Σχεδιασμός καλωδιώσεων.

Στην συνέχεια θα πρέπει να σχεδιάσουμε την όδευση των καλωδιώσεων των κύριων και βοηθητικών, ώστε να συνδέσουμε τους αντιστροφείς (inverters) με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μέχρι τον πίνακα που θα τοποθετηθεί εντός του υποσταθμού.

2. Χωματουργικές και οικοδομικές εργασίες, καθώς και έργα περιφραξης.

Ο χώρος εγκατάστασης πρέπει να είναι προετοιμασμένος κατάλληλα για την εγκατάστασή των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των ανεμογεννητριών και του υπόλοιπου βοηθητικού εξοπλισμού. Αρχικά με τη βοήθεια χωματουργικού μηχανήματος γίνεται η εκχέρσωση του χώρου εγκατάστασης και η εξομάλυνση του εδάφους. Στη συνέχεια προχωρούμε στην κατασκευή των βάσεων των φωτοβολταϊκών μονάδων, την κατασκευή περιφραξης, την κατασκευή του υποσταθμού, την κατασκευή του τοιχίου της περιμετρικής διάταξης της ΔΕΗ, τις βάσεις τοποθέτησης των πινάκων, την κατασκευή της βάσης του αλεξικέρανου, και την κατασκευή των ιστών στήριξης των καμερών, φωτισμού και αισθητήρων συναγερμού. Πριν την κατασκευή ξυλότυπων θα κάνουμε τις απαραίτητες εκσκαφές.

Η περίφραξη θα είναι από συρματόπλεγμα με άνοιγμα οπής 55x55mm, πάχους 2,7mm (N16) και ύψους 2,5m με συμπαγές τοιχίο 30cm<sup>xlix</sup>. Η στήριξη θα γίνει με σωλήνες γαλβανιζέ διαμέτρου Φ60mm συνολικού ύψους 3m, πακτωμένους κατά 50cm εντός της βάσεως που θα πληρωθούν με οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης, θα τοποθετήσουμε αντηρίδες από παρόμοιο σωλήνα ύψους 2,50m. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετήσουμε τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης και στα ευθύγραμμα τμήματα της περιφράξεως και ανά 40m μήκους θα τοποθετήσουμε κολώνες από κοιλοδοκό 120x120x6mm οι οποίες θα τοποθετηθούν εντός πέλματος από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20. Στις απολήξεις των κολώνων θα τοποθετηθούν πλαστικές τάπες PVC. Τέλος η περίφραξη θα έχει μία πόρτα στην περιοχή Area 6 και μια στην περιοχή Area 4, συρόμενη ή ανοιγόμενη διπλού ανοίγματος συνολικού μήκους 5m, για να είναι εύκολη η διέλευση βαρέων οχημάτων.

Οι μεταλλικοί πάσσαλοι (ορθοστάτες) θα είναι γαλβανισμένοι και θα τοποθετηθούν σε απόσταση 2,5m μεταξύ τους σε υποδοχές εντός του εδάφους που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα.

3. Τοποθέτηση καλωδιώσεων και αντικεραυνικής προστασίας.

Για την τοποθέτηση καλωδιώσεων στα φωτοβολταϊκά θα ανοιχθούν τάφροι στα σημεία της όδευσης των καλωδιώσεων οι οποίες θα καταλήγουν στα φρεάτια. Εντός των τάφρων θα

τοποθετηθούν σωλήνες PVC και αφού περιβληθούν με ψιλή άμμο θα επιχωθούν ξανά. Οι αγωγοί γειώσεων καθώς και οι αγωγοί του πλέγματος της αντικεραυνικής προστασίας θα τοποθετηθούν μόνο με επίχωση εντός των τάφρων. Στη συνέχεια, θα εγκαταστήσουμε καλωδιώσεις σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής. Για την τοποθέτηση καλωδιώσεων στις ανεμογεννήτριες τα καλώδια θα τοποθετηθούν υπογείως σε κανάλι όδευσης καλωδίων. Επιπλέον για την αντικεραυνική προστασία στις ανεμογεννήτριες θα τοποθετηθούν αλεξικέραυνα πάνω στον πύργο και τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας.

#### 4. Κατασκευή βοηθητικών εγκαταστάσεων:

- Εγκατάσταση περιμετρικού φωτισμού

Για τον περιμετρικό φωτισμό θα τοποθετηθούν 30 φωτιστικά σώματα δρόμου ισχύος 30W ο καθένας. Η σύνδεση γίνεται στο γενικό πίνακα μέσω αισθητήρα φωτός, ώστε να ενεργοποιείται κατά την διάρκεια της νύχτας.

- Εγκατάσταση συστήματος τηλεπαρακολούθησης

Για την εποπτεία του χώρου θα τοποθετηθούν 30 κάμερες, οι οποίες θα συνδέονται με καταγραφικό καναλιών στο χώρο του υποσταθμού.

- Εγκατάσταση συστήματος συναγερμού

Για το σύστημα συναγερμού θα τοποθετηθούν 30 ανιχνευτές δέσμης υπέρυθρων σε ιστούς σε απόσταση 0,8m εσωτερικά της περιφράξης στους δυο χώρους μας και στη θύρα του υποσταθμού, ένας ανιχνευτής κίνησης εντός του υποσταθμού και μια σειρήνα που θα τοποθετηθεί εντός του υποσταθμού.

- Εγκατάσταση συστήματος προστασίας των κινητών βάσεων

Το σύστημα προστασίας των κινητών βάσεων θα τοποθετηθεί στο οικισμό.

#### 5. Κατασκευή αλεξικέραυνου

#### 6. Κατασκευή βάσεων

Για την κατασκευή των βάσεων των ανεμογεννητριών καθώς και των φωτοβολταϊκών γεννητριών θα γίνει εκσκαφή του εδάφους. Για την όδευση των καλωδίων τοποθετούμε εύκαμπτους αγωγούς, έναν για τα ισχυρά και έναν για τα ασθενή ρεύματα. Έτσι κάνουμε εκσκαφή στενού αυλακίου από το κέντρο κάθε βάσης ως το άκρο της και με κατεύθυνση προς την θέση του πίνακα. Στην συνέχεια τοποθετούμε τους εύκαμπτους αγωγούς ρίχνοντας περιμετρικά ψιλή άμμο, επιχώνουμε και έπειτα τοποθετούμε τις βάσεις. Μετά την ολοκλήρωση κατασκευάζουμε βάση ρίχνοντας σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25.

#### 7. Κατασκευή βάσεων υποπινάκων

Για την κατασκευή των βάσεων θα κατασκευαστούν φρεάτια στο πίσω μέρος της βάσης, όπου θα καταλήγουν οι καλωδιώσεις από τις βάσεις. Οι βάσεις θα κατασκευαστούν από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20. Πριν την εφαρμογή του σκυροδέματος, τοποθετούμε εύκαμπτους αγωγούς που θα καταλήγουν στο φρεάτιο για την όδευση των καλωδίων από τους υποπίνακες στο φρεάτιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στους Πίνακες 8 και 9 που ακολουθούν παρουσιάζονται το συνολικό κόστος της εγκατάστασης και τα ετήσια έσοδα του πάρκου.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ		
<b>A</b>	<b>Συνολικό κόστος μελέτης</b>	<b>100.000,00 €</b>
	Αμοιβή προσωπικού μελέτης για 6 μήνες για την οικονομοτεχνική μελέτη:	
	1	Ηλεκτρολόγος
	1	Μηχανολόγος
	1	Πολιτικός μηχανικός
	1	Έργων Υποδομής
<b>B</b>	<b>Κόστος για τη διαμόρφωση χώρου</b>	<b>25.382.700,00 €</b>
<b>I</b>	Έργα υποδομής	25.000.000,00 €
	Κόστος γενικών εργασιών για τη διαμόρφωση του πάρκου ανά m <sup>2</sup>	
	Κατασκευή πλακόστρωτων δρόμων	
	Χωματοургικές και οικοδομικές εργασίες	
	Τοποθέτηση καλωδιώσεων και αντικεραυνικής προστασίας	
	Κατασκευή αλεξικέρανου	
	Κατασκευή υποσταθμού	
<b>II</b>	Περίφραξη 5km	26.000,00 €
<b>III</b>	Εκσκαφή για υπόγειες γραμμές μεταφοράς ρεύματος και νερού	306.000,00 €
	Κόστος γραμμής μεταφοράς ρεύματος και νερού ανά Km	
	Συνολικό μήκος γραμμής μεταφοράς ρεύματος και νερού (Km)	
	17	
<b>IV</b>	Εργασίες πρασίνου	31.000,00 €
	Θάμνοι και λουλούδια	
	Γρασίδι	
<b>V</b>	Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων δρόμου και καθισμάτων	15.700,00 €
	Φωτιστικά σώματα δρόμου	
	15.000,00 €	

	Καθίσματα	700,00 €
<b>VI</b>	Παιδική χαρά	4.000,00 €
<b>Γ Βασικός εξοπλισμός 22.665.000,00 €</b>		
<b>I</b>	Συνολικό κόστος φωτοβολταϊκών	13.640.000,00 €
	Κόστος βασικού εξοπλισμού ανά kWp	2.000,00 €
	Συνολική ισχύς αιχμής (kWp)	6820
<b>II</b>	Συνολικό κόστος 4 ανεμογεννητριών	8.000.000,00 €
<b>III</b>	Συνολικό κόστος 330 αντιστροφών-μετατροπών	825.000,00 €
<b>IV</b>	Συνολικό κόστος για 30 συστήματα τηλεπαρακολούθησης	100.000,00 €
<b>V</b>	Συνολικό κόστος για 30 συστήματα συναγερμού	100.000,00 €
<b>Capital investment 48.147.700,00 €</b>		

Πίνακας 8 Συνολικό κόστος εγκατάστασης

<b>ΕΣΟΔΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ</b>		
<b>A</b>	<b>Έσοδα από επισκέπτες και επιστημονικές ομάδες εργασίας ανά έτος</b>	<b>50.000,00 €</b>
	Επισκέπτες ανά έτος	5000
	Τιμή εισόδου στο πάρκο	10,00 €
<b>B</b>	<b>Έσοδα από διοργάνωση συνεδριών ανά έτος</b>	<b>80.000,00 €</b>
<b>Γ</b>	<b>Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας</b>	<b>3.827.227,50 €</b>
<b>I</b>	Φωτοβολταϊκών	2.720.317,50 €
	Τιμή της ηλιακής MWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα	284,85 €
	Ετήσια παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων σε GWh	9,55
<b>II</b>	Ανεμογεννητριών	1.106.910,00 €

	Τιμή της αιολικής MWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα	87,85 €
	Ετήσια παραγωγή ανεμογεννητριών σε GWh	12,6
	<b>Σύνολο</b>	<b>3.957.227,50 €</b>


Πίνακας 9 Ετήσια έσοδα από την λειτουργία του πάρκου



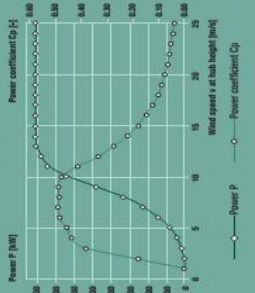
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**







### Calculated power curve



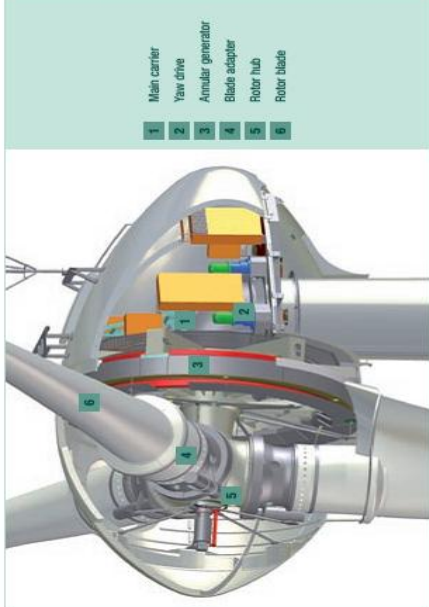
Wind [m/s]	Power P [kW]	Power coefficient Cp [-]
1	0.0	0.00
2	2.0	0.19
3	14.0	0.29
4	38.0	0.44
5	77.0	0.48
6	141.0	0.48
7	228.0	0.49
8	336.0	0.49
9	480.0	0.49
10	645.0	0.48
11	780.0	0.34
12	780.0	0.34
13	800.0	0.27
14	800.0	0.22
15	800.0	0.18
16	800.0	0.15
17	800.0	0.12
18	800.0	0.10
19	800.0	0.09
20	800.0	0.08
21	800.0	0.06
22	800.0	0.06
23	800.0	0.05
24	800.0	0.04
25	800.0	0.04

P = 1.225 kg/m<sup>3</sup>

### Technical specifications E-53

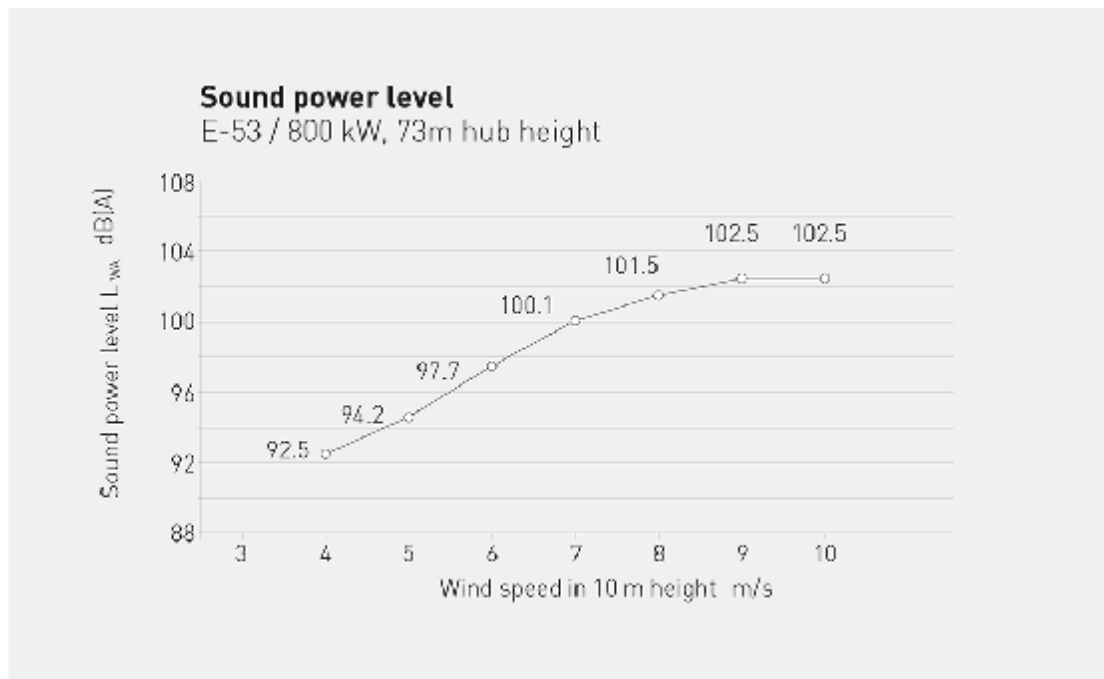
<p><b>Rated power:</b> 800 kW</p> <p><b>Rotor diameter:</b> 52.9 m</p> <p><b>Hub height:</b> 80 m / 73 m / 75 m</p> <p><b>Wind zone (DIRE):</b> WEZ exp</p> <p><b>Wind class (IEC):</b> IEC/III Class S (<math>v_{10} = 7.5</math> m/s, <math>v_{50} = 47</math> m/s)</p> <p><b>WEC concept:</b> Gearless, variable speed Single blade adjustment</p> <p><b>Rotor:</b> Upwind rotor with active pitch control</p> <p><b>Type:</b> Chokidar</p> <p><b>Rotational direction:</b> 3</p> <p><b>No. of blades:</b> 3</p> <p><b>Swept area:</b> 2,198 m<sup>2</sup></p> <p><b>Blade material:</b> GFR epoxy resin; Built-in lightning protection</p> <p><b>Rotational speed:</b> Variable, 12–23.1 rpm</p> <p><b>Pitch control:</b> ENERCON single-blade pitch system; one independent pitch system per rotor blade with affected emergency supply</p>	<p><b>Drive train with generator:</b> Rigid</p> <p><b>Hub:</b> Torsion roller bearing pair</p> <p><b>Main bearing:</b> ENERCON direct-drive annular generator</p> <p><b>Generator:</b> ENERCON inverter</p> <p><b>Grid feed:</b> – 3 independent pitch control systems with emergency power supply</p> <p><b>Brake systems:</b> – Rotor brake – Rotor lock</p> <p><b>Yaw systems:</b> Active via yaw drive; load-dependent damping</p> <p><b>Out-of-wind speed:</b> 28–34 m/s</p> <p><b>Remote monitoring:</b> (with ENERCON storm control*) ENERCON SOADA</p>
--	--

\*For more information on the ENERCON storm control feature, please see the last page.



- 1 Main carrier
- 2 Yaw drive
- 3 Annular generator
- 4 Blade actuator
- 5 Rotor hub
- 6 Rotor blade

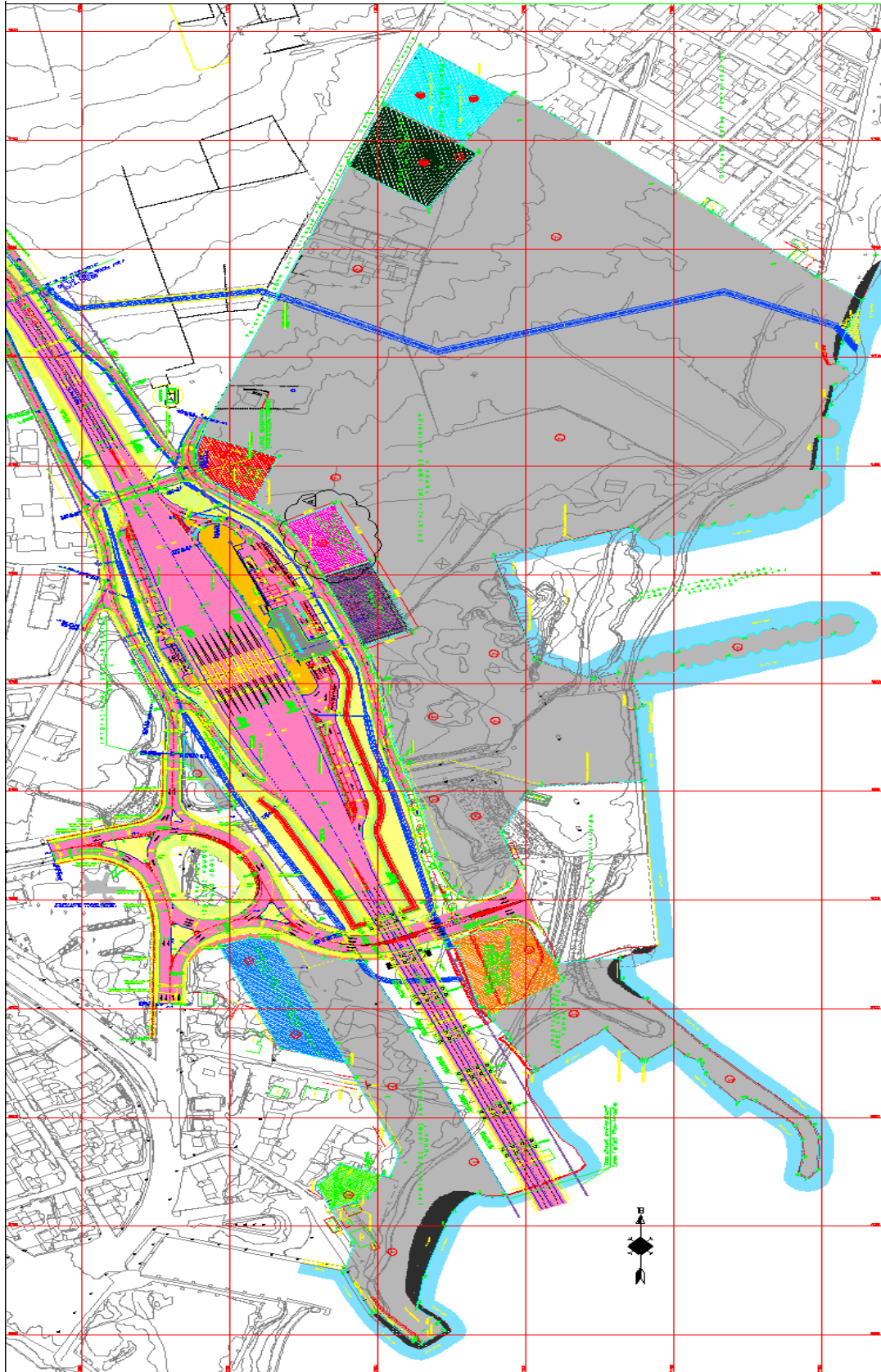
Εικόνα 15 Ανεμογεννήτρια Enercon E-53/800kW<sup>1</sup>



**Εικόνα 16 Επίπεδα θορύβου της Α/Γ Enercon E-53 σε ύψος 10 m**

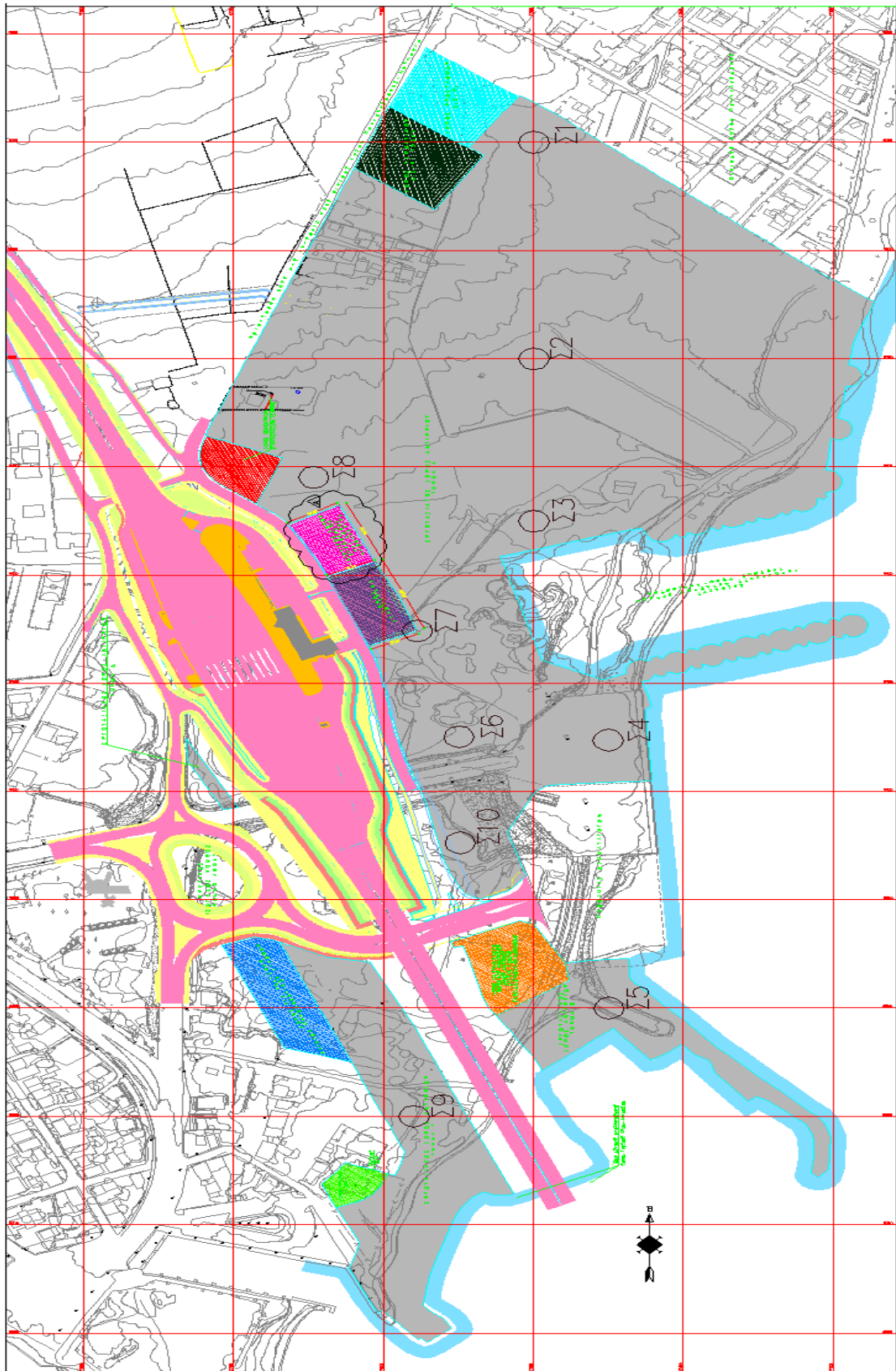
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ - ΣΧΕΔΙΑ AutoCAD**





Σχέδιο 1 Η υπό μελέτη έκταση





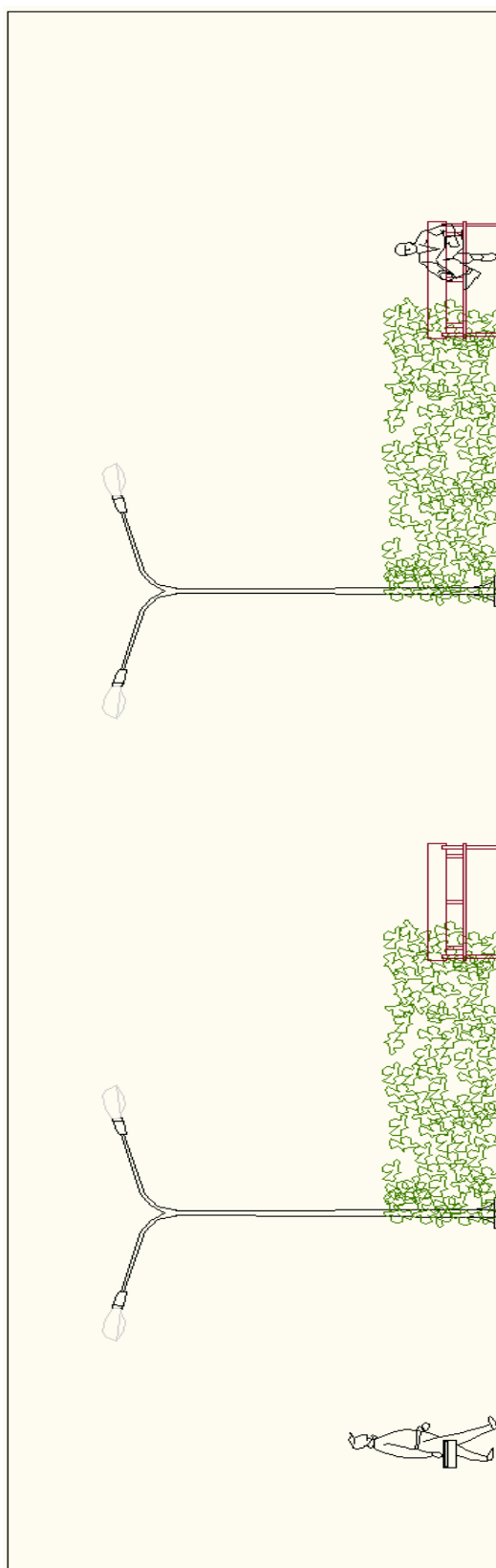
Σχέδιο 2 Μελέτη σκίασης











Σχέδιο 4 Όψη της Area 5



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΚΙΑΣΗ



<u>Σ</u>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
1	157.00	6836.0000	141.52	1.32
2	365.00	7582.3900	142.82	3.76
3	718.00	8541.7500	146.95	4.81
4	832.00	7923.1700	148.68	5.99
5	870.00	7900.6100	150.99	6.28
6	943.00	8015.3000	152.84	6.71
7(κορυφή)	1013.00	8121.5200	155.46	7.11
8	922.00	8099.3800	166.80	0.93
9	834.00	8263.9700	162.49	3.62
10	523.00	8134.2000	159.24	5.85
11	132.00	8100.7900	157.39	6.49

Πίνακας 10 Μετρήσεις για το σημείο Σ

<u>Σ1</u>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	928.0728	0.28	1.20
N12	15.99	859.1718	2.30	0.85
N16	10.23	724.7697	7.49	0.81
10	7.49	596.7685	15.12	1.68
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	486.3598	15.47	1.65
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	458.4701	20.70	1.75
19	6.57	469.0922	28.89	0.8
32	5.58	378.3915	54.87	0.84
36	5.70	374.0917	67.05	0.87

Πίνακας 11 Μετρήσεις για το σημείο Σ1

<b><u>Σ 2</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	728.0768	0.36	1.53
N12	15.99	659.3811	2.99	1.39
N16	10.23	527.1215	10.33	1.11
10	7.49	407.0453	22.48	1.05
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	298.5055	25.78	2.69
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	280.3133	35.29	2.86
19	6.57	309.4555	47.09	1.22
32	5.58	310.3531	86.69	1.03
36	5.70	349.3150	98.88	0.93

Πίνακας 12 Μετρήσεις για το σημείο Σ2

<b><u>Σ 3</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	578.0796	0.45	1.92
N12	15.99	509.6459	3.87	1.80
N16	10.23	380.5016	14.38	1.54
10	7.49	274.5010	34.54	1.56
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	175.8515	47.54	4.55
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	180.2170	64.06	4.44
19	6.57	234.6261	75	1.60
32	5.58	336.8343	113.09	2.65
36	5.70	401.6012	120.64	0.81

Πίνακας 13 Μετρήσεις για το σημείο Σ3

<b><u>Σ 4</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	381.9790	8.21	2.91
N12	15.99	319.9392	15.36	2.86
N16	10.23	222.0251	40.60	2.64
10	7.49	207.2861	82.76	2.07
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	197.2202	114.33	4.06
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	244.1826	119.74	3.28
19	6.57	309.4742	116.73	1.22
32	5.58	489.7874	132.67	0.65
36	5.70	565.8695	135.66	0.58

Πίνακας 14 Μετρήσεις για το σημείο Σ4



<b><u>Σ 5</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	139.2015	23.08	7.39
N12	15.99	102.9795	55.38	8.83
N16	10.23	165.8391	119.4	3.53
10	7.49	303.8983	137.43	1.41
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	376.8592	151.52	2.13
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	427.4545	150.26	1.88
19	6.57	477.1960	144.6	0.79
32	5.58	684.3481	148.28	0.47
36	5.70	764.8721	148.86	0.43

Πίνακας 15 Μετρήσεις για το σημείο Σ5

<b><u>Σ 6</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	380.5824	353.14	2.92
N12	15.99	308.6725	357.11	2.97
N16	10.23	174.1586	14.80	3.36
10	7.49	108.3217	76.26	3.96
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	113.9643	135.62	7.00
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	165.1316	137.28	4.85
19	6.57	225.0725	128.30	1.67
32	5.58	421.8373	141.98	0.76
36	5.70	501.2659	143.87	0.65

Πίνακας 16 Μετρήσεις για το σημείο Σ6

<b><u>Σ 7</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	482.4400	351.30	2.30
N12	15.99	409.5843	353.96	2.24
N16	10.23	267.9521	3.63	2.19
10	7.49	147.3551	32.01	2.91
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	55.0649	71.39	14.26
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	87.3982	104.77	9.10
19	6.57	154.3122	105.18	2.44
32	5.58	329.2250	135.12	0.97
36	5.70	409.6568	138.77	0.80

Πίνακας 17 Μετρήσεις για το σημείο Σ7

<b><u>Σ 8</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	634.9432	346.76	1.75
N12	15.99	560.5254	348.10	1.63
N16	10.23	412.3402	352.26	1.42
10	7.49	266.1764	1.21	1.61
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	160.0381	352.71	4.99
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	119.3943	5.78	6.69
19	6.57	126.3371	37.27	2.98
32	5.58	184.6512	119.88	1.73
36	5.70	254.6184	130.14	1.28

Πίνακας 18 Μετρήσεις για το σημείο Σ8

<b><u>Σ 9</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	104.2393	226.36	10.54
N12	15.99	148.6746	197.85	6.14
N16	10.23	281.7863	177.05	2.08
10	7.49	430.5782	169.88	0.99
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	533.5742	174.65	1.50
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	577.0545	171.83	1.39
19	6.57	607.2584	166.03	0.62
32	5.58	815.1776	163.62	0.39
36	5.70	894.9762	162.74	0.36

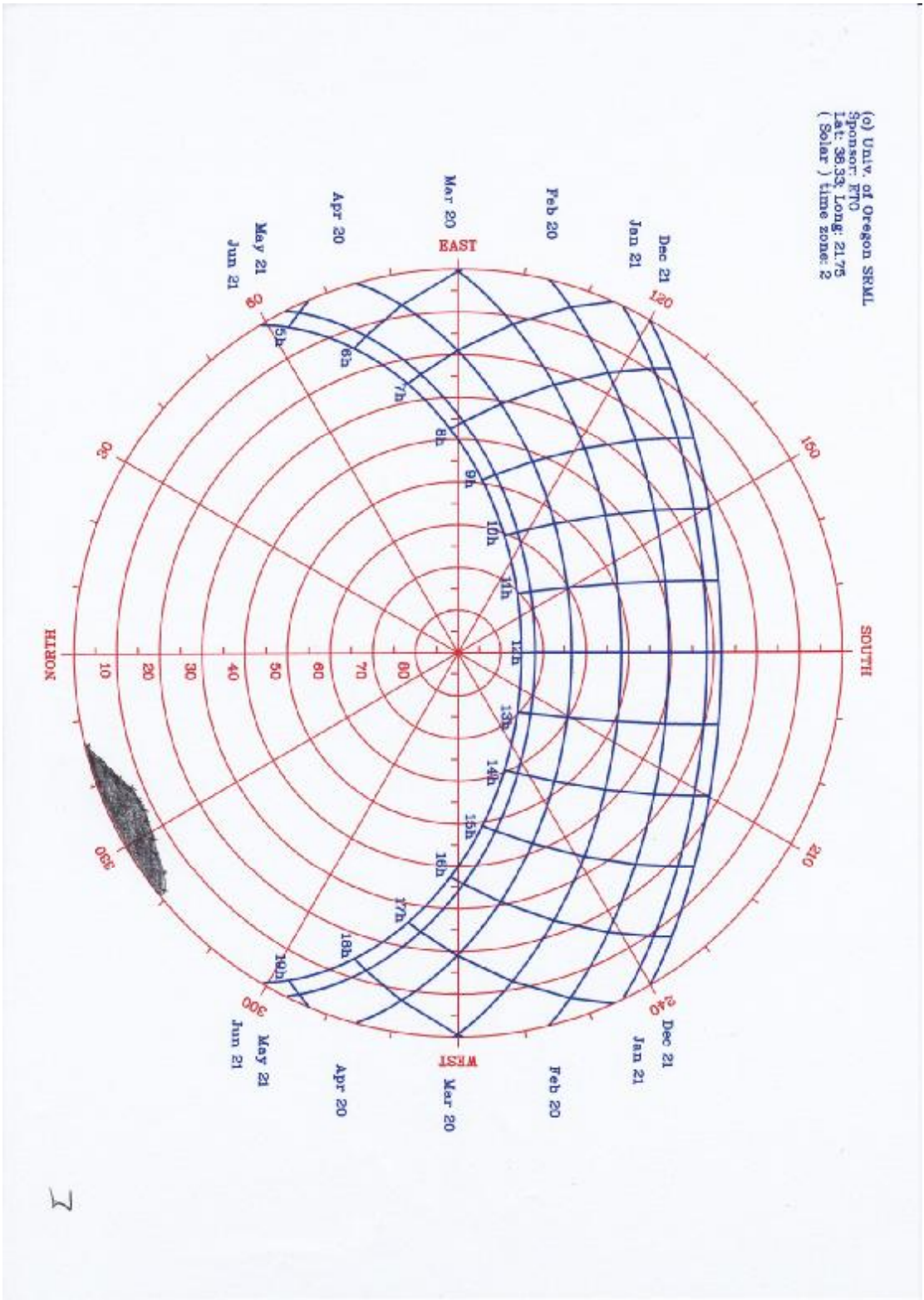
Πίνακας 19 Μετρήσεις για το σημείο Σ9

<b><u>Σ 10</u></b>	y (m)	L (m)	γ (°)	α (°)
T5'	19.40	281.7499	350.72	3.94
N12	15.99	209.0702	355.81	4.37
N16	10.23	81.7456	32.96	7.13
10	7.49	128.6455	125.16	3.33
ΑΡΧΗ ΚΤ.	14.00	198.0038	156.26	4.04
ΤΕΛΟΣ ΚΤ.	14.00	247.8747	153.13	3.23
19	6.57	297.4204	143.57	1.27
32	5.58	504.2129	148.98	1.77
36	5.70	584.8288	149.65	0.56

Πίνακας 20 Μετρήσεις για το σημείο Σ10

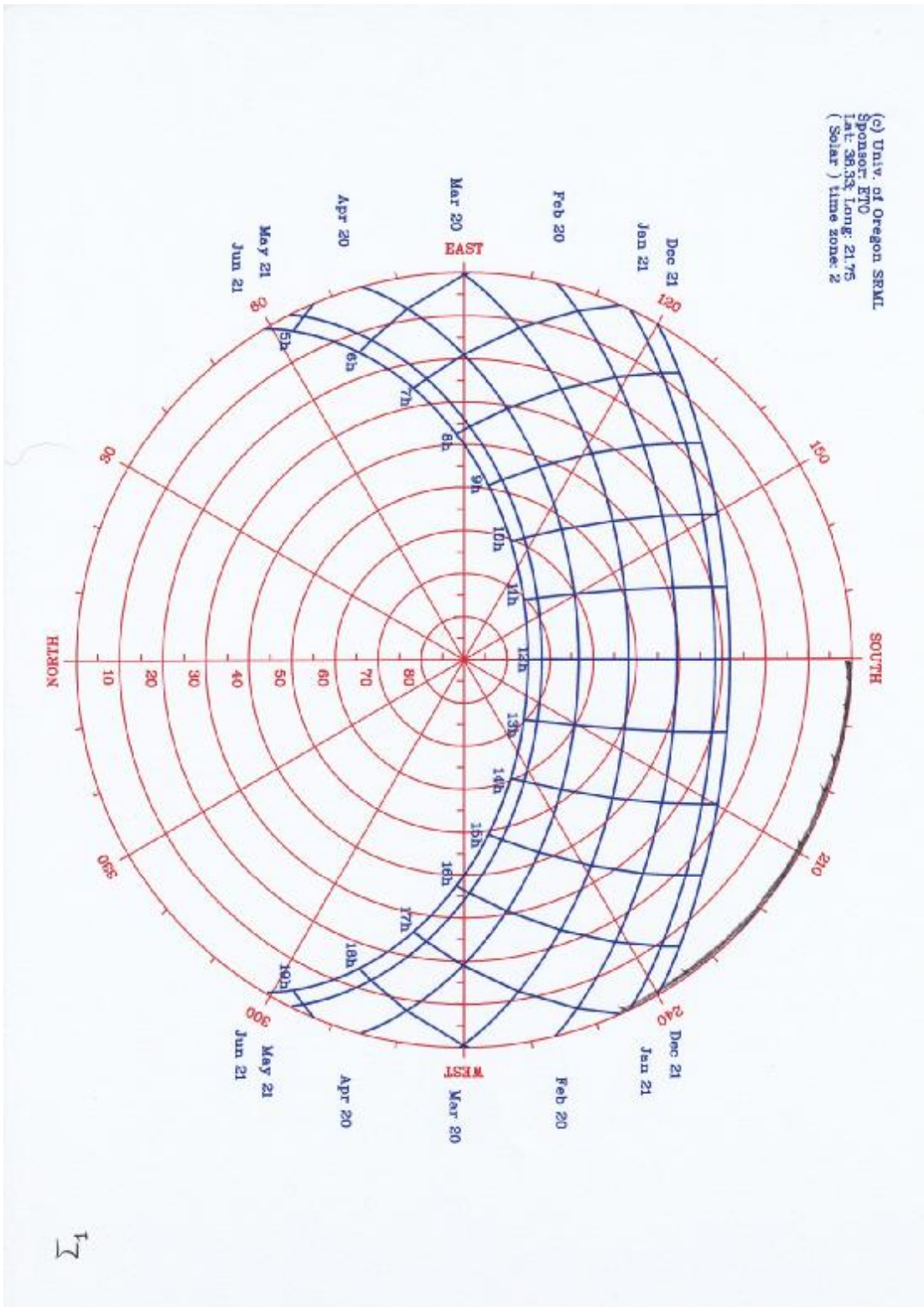
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV – ΠΟΛΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ**





Σχήμα 6 Πολικό Διάγραμμα Σ

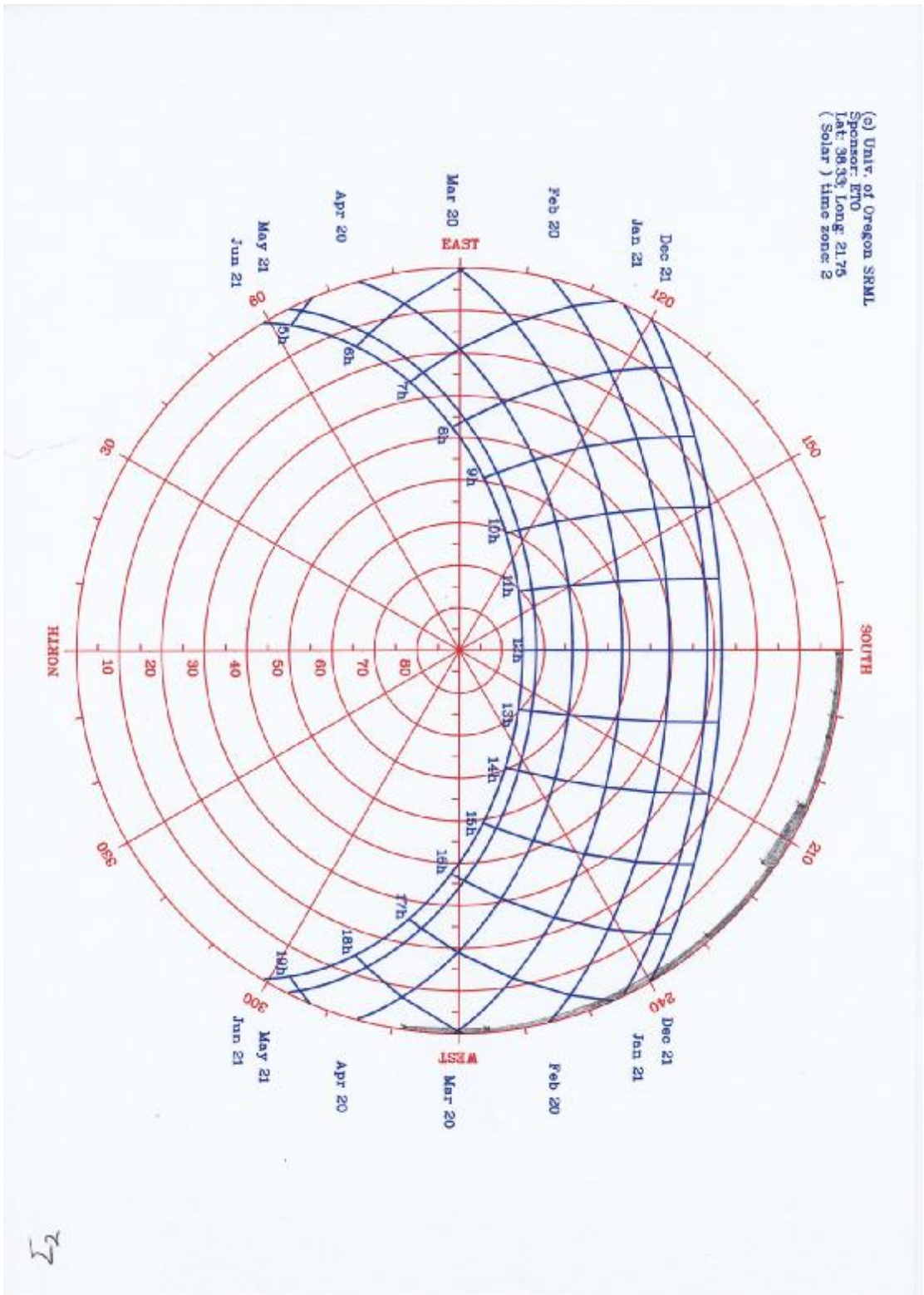




Σχήμα 7 Πολικό Διάγραμμα Σ1

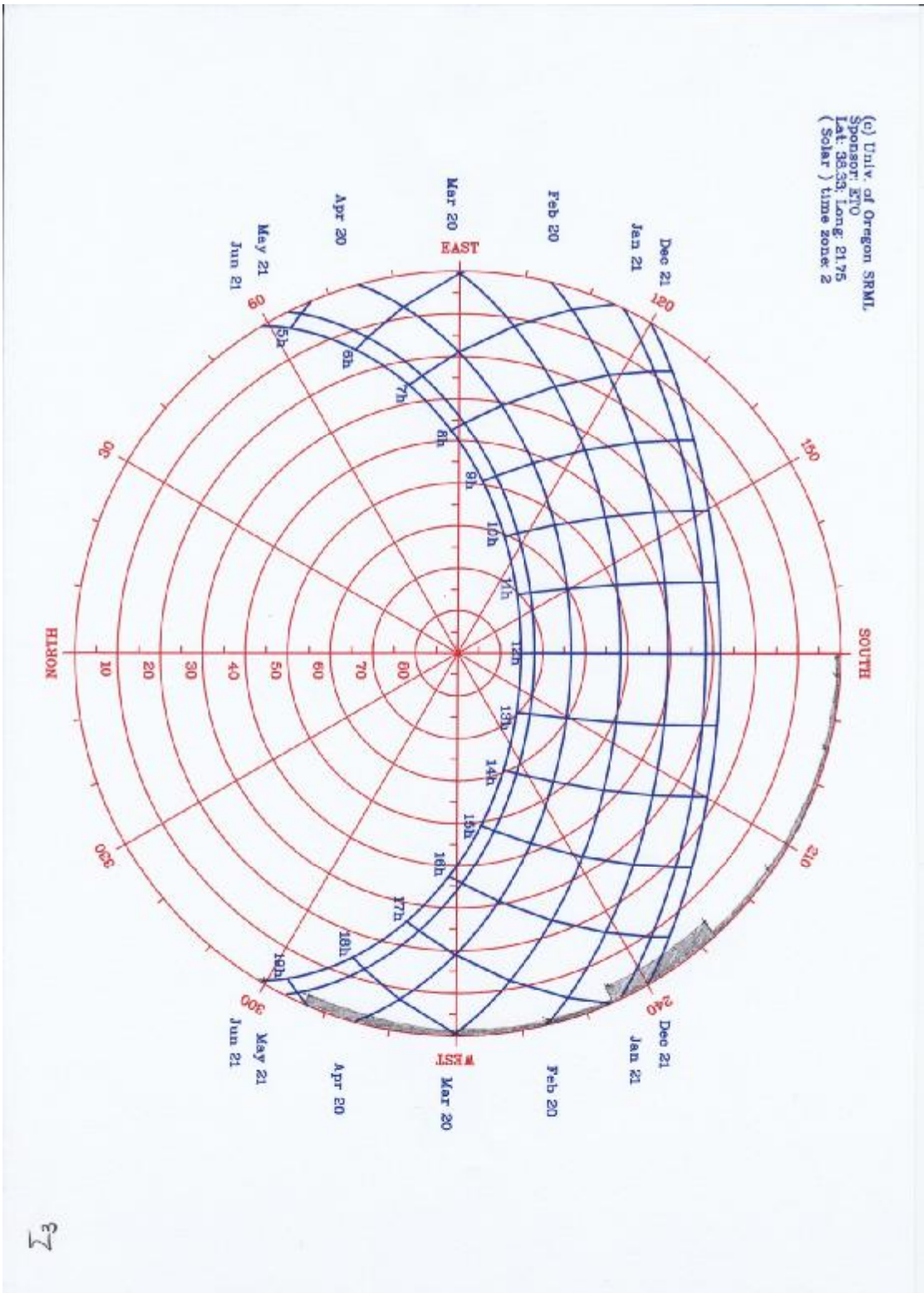






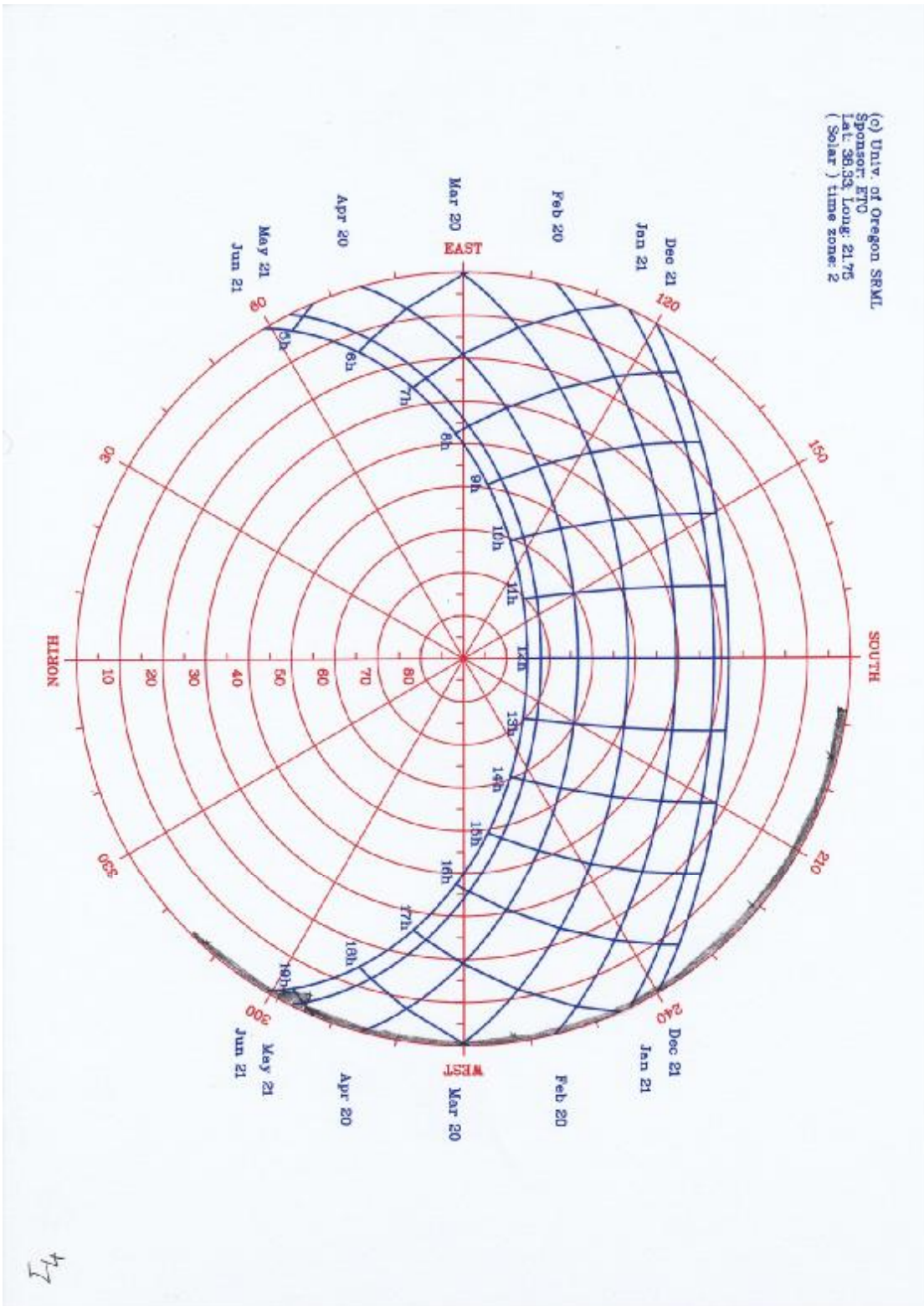
Σχήμα 8 Πολικό Διάγραμμα Σ2





Σχήμα 9 Πολικό Διάγραμμα Σ3

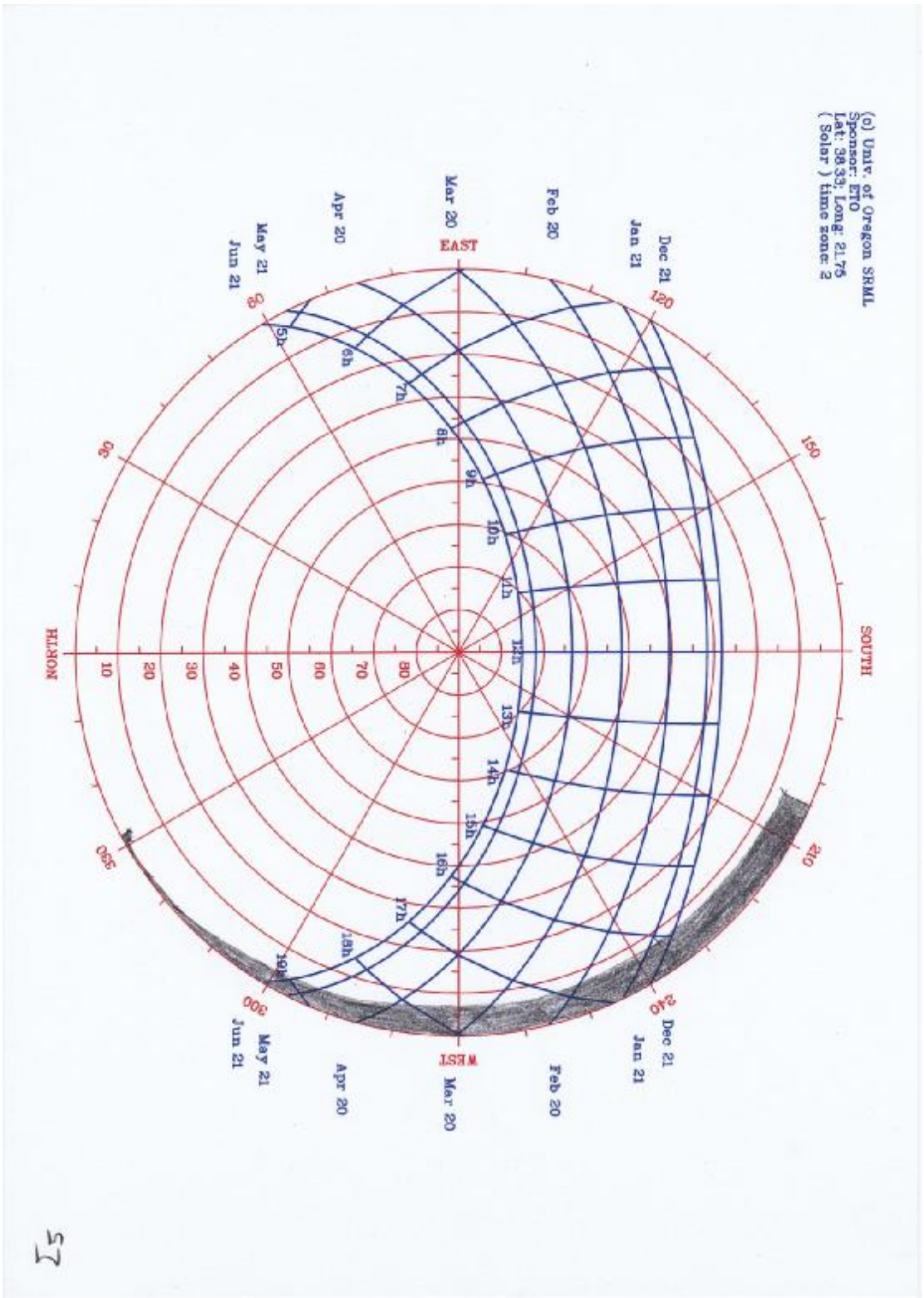




Σχήμα 10 Πολικό Διάγραμμα Σ4



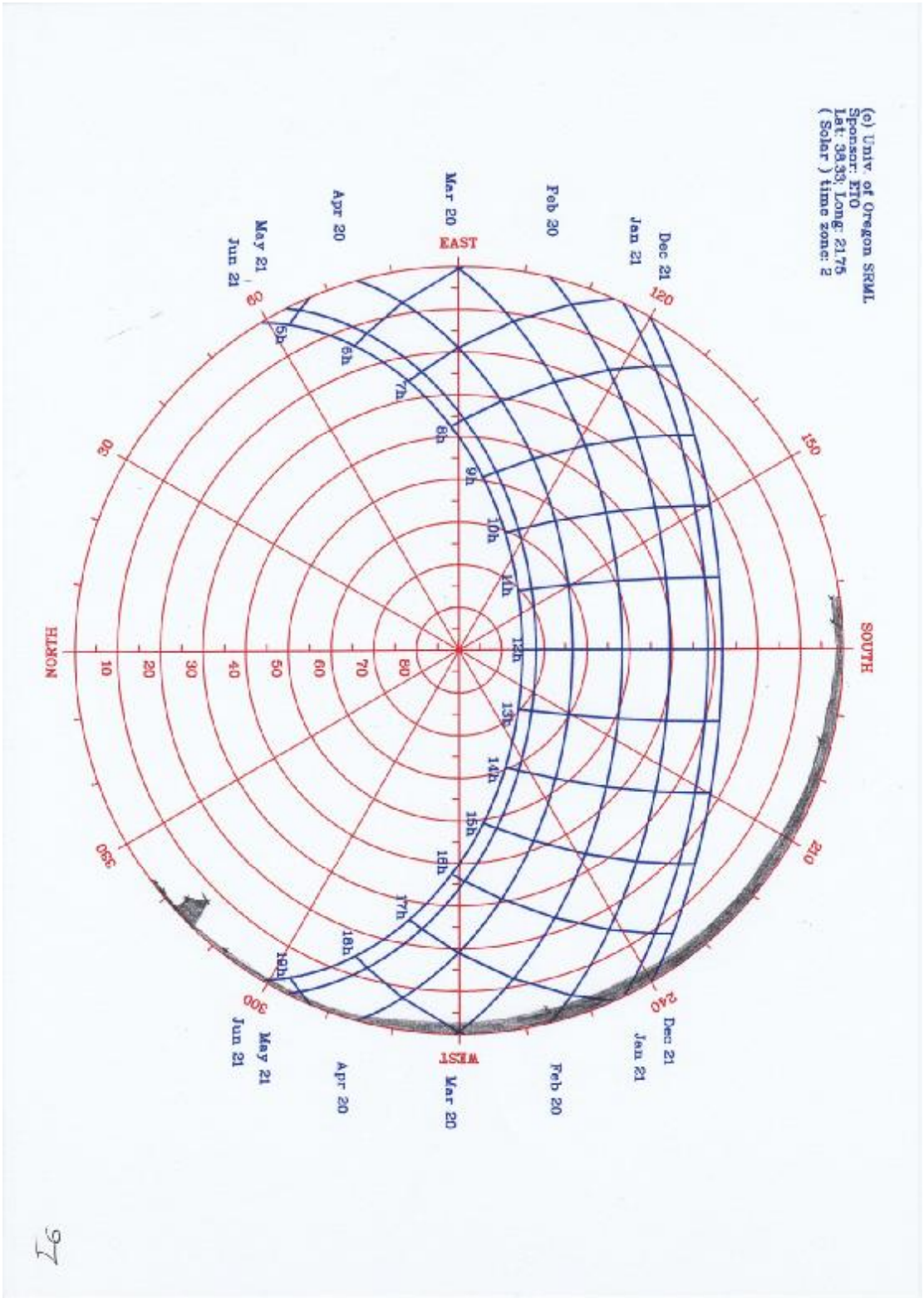




Σχήμα 11 Πολικό Διάγραμμα Σ5



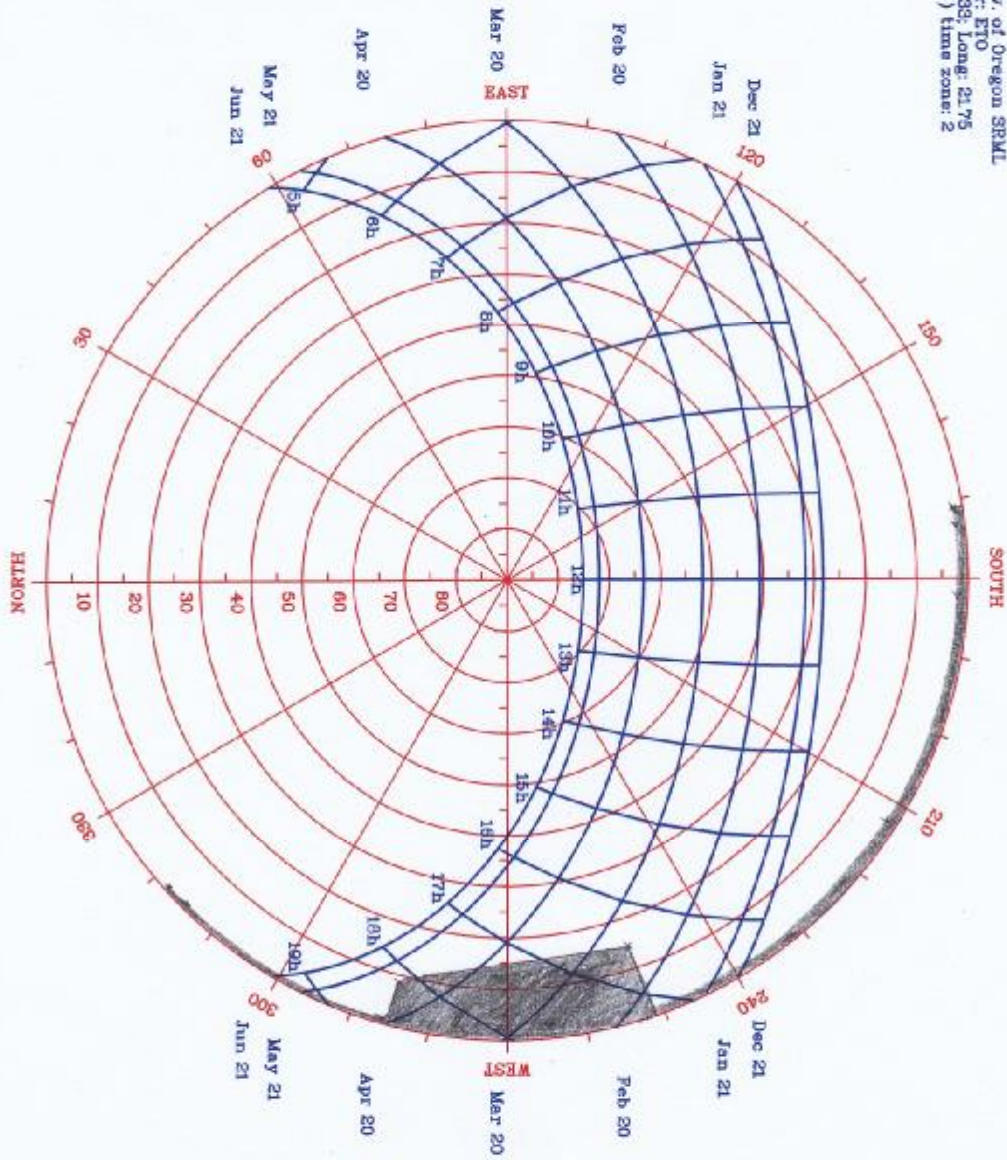




Σχήμα 12 Πολικό Διάγραμμα Σ6



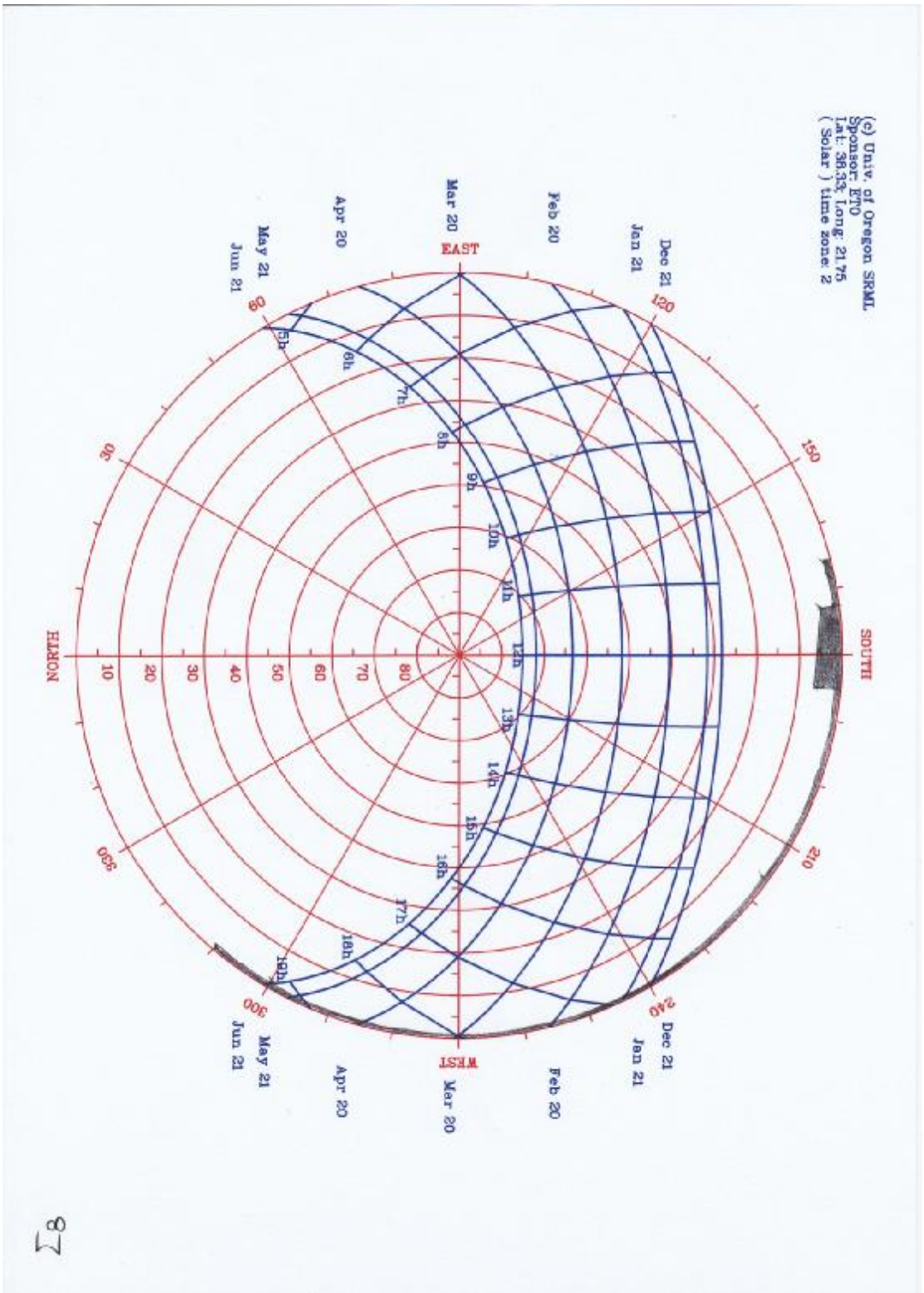
(c) Univ. of Oregon SRML  
 Sponsor: ETO  
 Lat: 38.93; Long: 21.75  
 (Solar ) time zone: 2



Σ7

Σχήμα 13 Πολικό Διάγραμμα Σ7



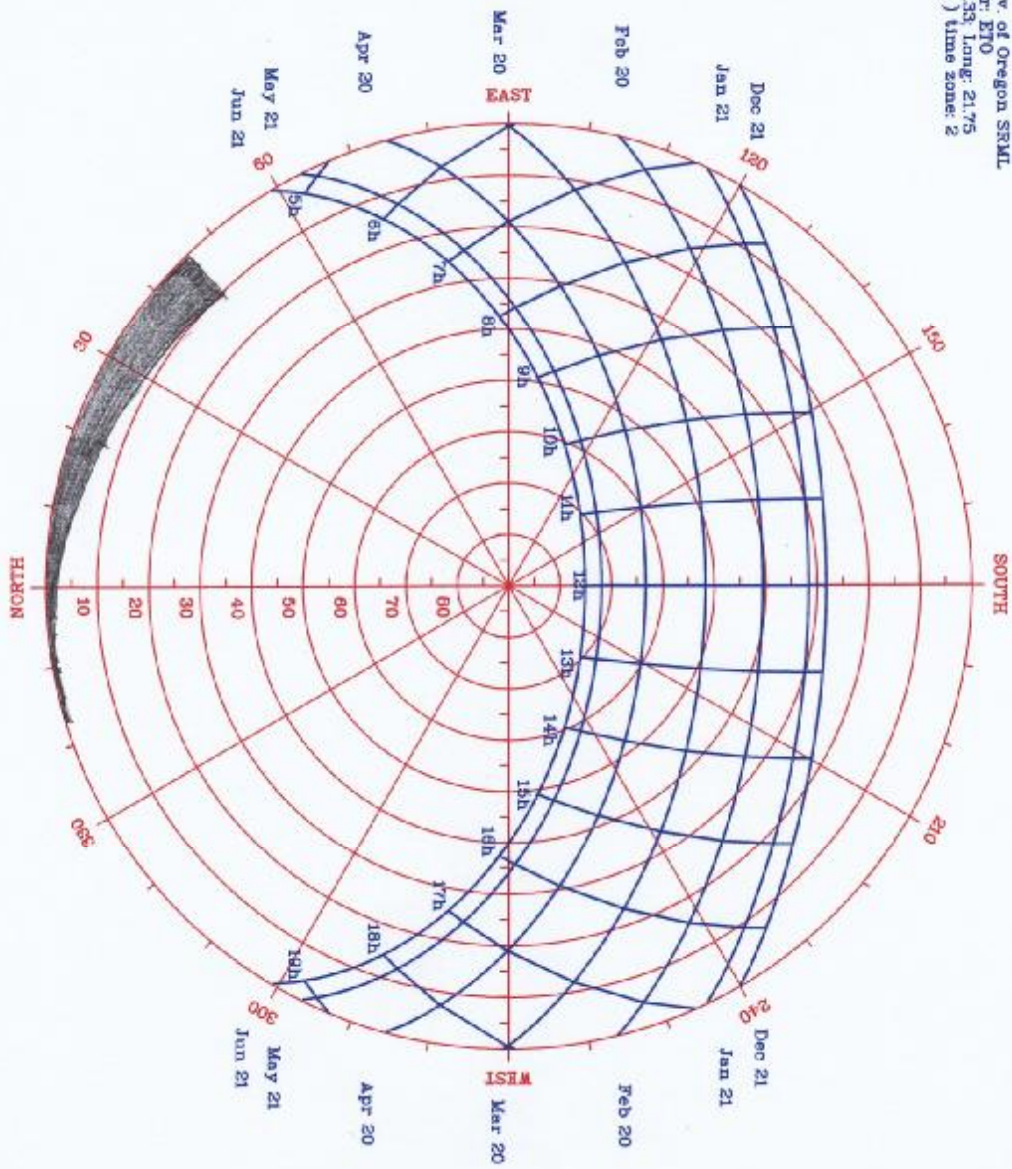


Σχήμα 14 Πολικό Διάγραμμα Σ8





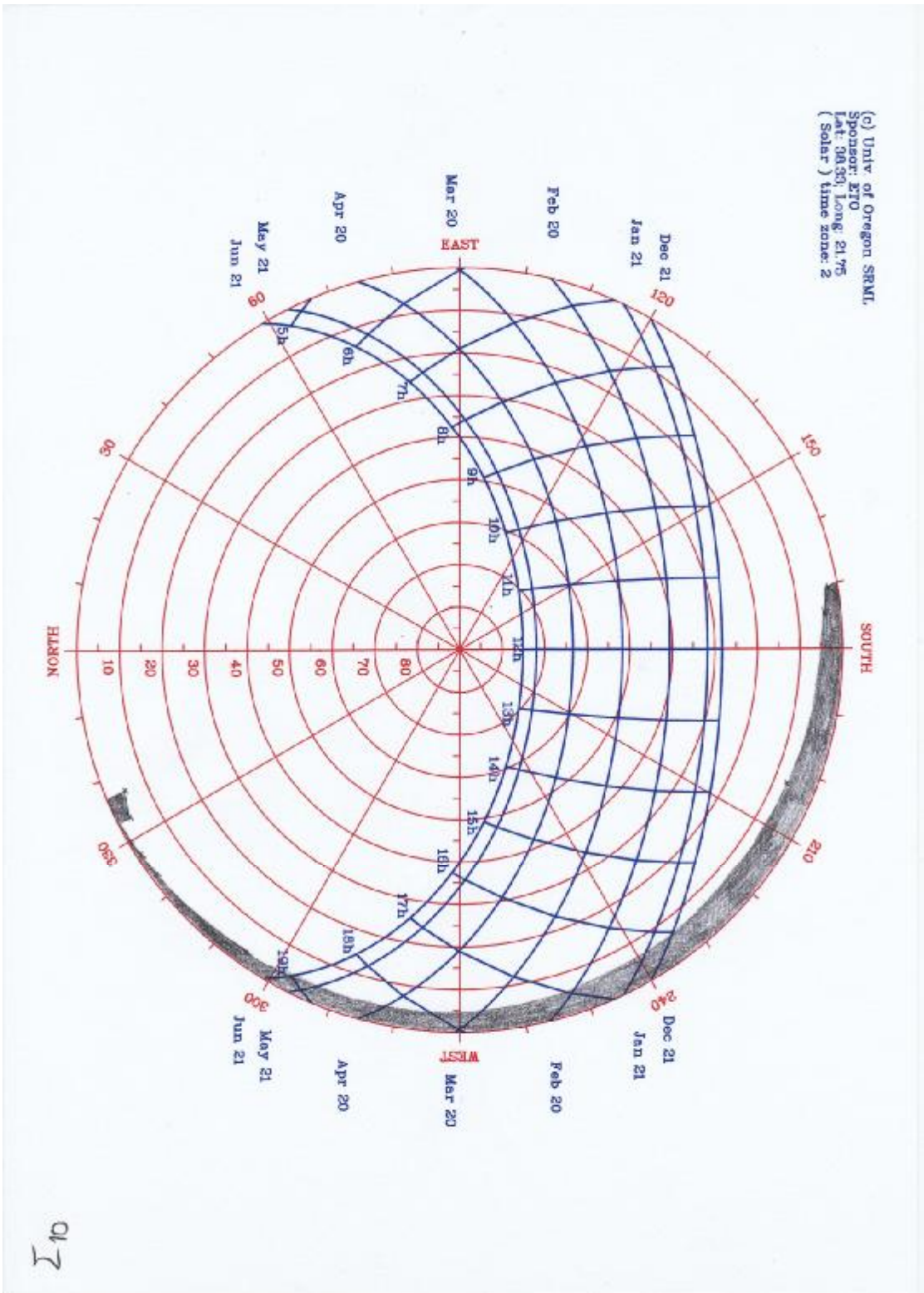
(c) Univ. of Oregon SRML  
Sponsor: ETO  
Lat: 38.33 Long: 21.75  
(Solar) time zone: 2



Σ9  
Σχήμα 15 Πολικό Διάγραμμα Σ9







Σχήμα 16 Πολικό Διάγραμμα Σ10



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V – ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΑΙ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ



## V.1 Μηνιαίο Δυναμικό

### Classic

Optimal inclination angle is: 28 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	TD	T24h	NDD
Jan	1640	2220	2090	55	10.0	8.8	0
Feb	2240	2800	2330	47	10.7	9.4	0
Mar	3410	3930	2780	37	12.6	11.2	0
Apr	4860	5180	2890	24	15.8	14.3	0
May	5930	5870	2550	13	21.2	19.4	0
Jun	6760	6450	2350	6	25.5	23.6	0
Jul	6550	6370	2490	9	27.4	25.5	0
Aug	5850	6080	3010	20	27.5	25.6	0
Sep	4490	5170	3390	35	24.0	22.2	0
Oct	3000	3770	3060	46	20.1	18.3	0
Nov	1840	2440	2240	54	15.3	13.8	0
Dec	1360	1840	1750	56	11.5	10.3	0
Year	4000	4350	2580	28	18.5	16.8	0

Πίνακας 21 Μηνιαίο Δυναμικό Classic

## Climate

Optimal inclination angle is: 32 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	TD	T24h	NDD
Jan	2150	3380	3360	61	10.0	8.8	0
Feb	2960	4150	3630	53	10.7	9.4	0
Mar	4520	5600	4040	42	12.6	11.2	0
Apr	5870	6340	3470	26	15.8	14.3	0
May	7010	6850	2800	13	21.2	19.4	0
Jun	7980	7420	2450	6	25.5	23.6	0
Jul	8090	7680	2630	10	27.4	25.5	0
Aug	7230	7540	3490	21	27.5	25.6	0
Sep	5370	6370	4160	36	24.0	22.2	0
Oct	3930	5400	4480	50	20.1	18.3	0
Nov	2450	3750	3610	59	15.3	13.8	0
Dec	1900	3090	3170	63	11.5	10.3	0
Year	4970	5640	3440	32	18.5	16.8	0

Πίνακας 22 Μηνιαίο Δυναμικό Climate

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

H (90): Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

TD: Average daytime temperature (°C)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

NDD: Number of heating degree-days (-)

## V.2 Ημερήσιο Δυναμικό

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
7:37	54	37	85	85	33	191
7:52	83	54	143	129	50	292
8:07	112	68	199	167	63	381
8:22	140	80	257	202	75	458
8:37	168	92	314	232	86	525
8:52	194	102	369	258	96	583
9:07	219	112	422	281	104	632
9:22	242	120	473	301	112	674
9:37	263	127	520	319	119	711
9:52	283	134	563	334	124	741
10:07	301	139	602	347	130	767
10:22	316	144	637	358	134	789
10:37	329	148	668	367	137	807
10:52	341	151	693	374	140	821
11:07	350	154	714	380	143	832
11:22	356	155	729	384	144	840
11:37	361	157	740	387	146	845
11:52	363	157	745	389	146	848
12:07	363	157	745	389	146	848
12:22	361	157	740	387	146	845
12:37	356	155	729	384	144	840
12:52	350	154	714	380	143	832
13:07	341	151	693	374	140	821
13:22	329	148	668	367	137	807
13:37	316	144	637	358	134	789
13:52	301	139	602	347	130	767
14:07	283	134	563	334	124	741
14:22	263	127	520	319	119	711
14:37	242	120	473	301	112	674
14:52	219	112	422	281	104	632
15:07	194	102	369	258	96	583
15:22	168	92	314	232	86	525
15:37	140	80	257	202	75	458
15:52	112	68	199	167	63	381
16:07	83	54	143	129	50	292
16:22	54	37	85	85	33	191

16:37	29	22	42	44	16	95
-------	----	----	----	----	----	----

Πίνακας 23 Ημερήσιο Δυναμικό Ιανουαρίου

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
7:07	55	42	79	96	39	229
7:22	86	60	137	144	59	347
7:37	115	76	196	185	74	446
7:52	145	90	257	221	87	530
8:07	174	103	319	252	99	601
8:22	202	115	380	279	110	662
8:37	228	126	440	303	120	714
8:52	254	135	498	324	129	758
9:07	277	144	553	342	136	795
9:22	299	151	605	357	143	827
9:37	319	157	654	371	149	854
9:52	338	163	698	383	154	877
10:07	354	168	738	393	159	895
10:22	368	172	774	401	162	911
10:37	381	175	805	408	166	924
10:52	391	178	831	413	168	934
11:07	399	180	852	418	170	942
11:22	405	181	868	421	171	948
11:37	409	182	879	423	172	952
11:52	411	183	884	424	173	953
12:07	411	183	884	424	173	953
12:22	409	182	879	423	172	952
12:37	405	181	868	421	171	948
12:52	399	180	852	418	170	942
13:07	391	178	831	413	168	934
13:22	381	175	805	408	166	924
13:37	368	172	774	401	162	911
13:52	354	168	738	393	159	895
14:07	338	163	698	383	154	877
14:22	319	157	654	371	149	854
14:37	299	151	605	357	143	827
14:52	277	144	553	342	136	795
15:07	254	135	498	324	129	758
15:22	228	126	440	303	120	714
15:37	202	115	380	279	110	662



15:52	174	103	319	252	99	601
16:07	145	90	257	221	87	530
16:22	115	76	196	185	74	446
16:37	86	60	137	144	59	347
16:52	55	42	79	96	39	229
17:07	30	24	38	49	18	113

Πίνακας 24 Ημερήσιο Δυναμικό Φεβρουάριος

ΜΑΡΤΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
6:22	36	32	34	67	27	125
6:37	64	52	72	128	55	244
6:52	94	71	117	182	75	350
7:07	127	89	169	231	94	445
7:22	161	106	225	275	111	528
7:37	195	121	284	313	126	599
7:52	228	135	344	347	139	660
8:07	261	148	405	376	152	713
8:22	293	160	465	402	162	758
8:37	324	170	523	425	172	797
8:52	352	179	580	445	180	830
9:07	380	187	634	462	188	858
9:22	405	194	684	477	194	882
9:37	428	200	731	490	199	902
9:52	449	205	775	501	204	919
10:07	468	209	814	510	207	933
10:22	484	213	848	518	210	945
10:37	498	216	878	524	213	954
10:52	510	218	904	529	215	962
11:07	520	220	924	532	216	967
11:22	527	221	939	535	217	971
11:37	531	222	950	537	218	974
11:52	534	222	955	538	218	975
12:07	534	222	955	538	218	975
12:22	531	222	950	537	218	974
12:37	527	221	939	535	217	971

12:52	520	220	924	532	216	967
13:07	510	218	904	529	215	962
13:22	498	216	878	524	213	954
13:37	484	213	848	518	210	945
13:52	468	209	814	510	207	933
14:07	449	205	775	501	204	919
14:22	428	200	731	490	199	902
14:37	405	194	684	477	194	882
14:52	380	187	634	462	188	858
15:07	352	179	580	445	180	830
15:22	324	170	523	425	172	797
15:37	293	160	465	402	162	758
15:52	261	148	405	376	152	713
16:07	228	135	344	347	139	660
16:22	195	121	284	313	126	599
16:37	161	106	225	275	111	528
16:52	127	89	169	231	94	445
17:07	94	71	117	182	75	350
17:22	64	52	72	128	55	244
17:37	36	32	34	67	27	125
17:52	13	12	11	23	8	43

Πίνακας 25 Ημερήσιο Δυναμικό Μαρτίου

ΑΠΡΙΛΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
5:52	38	37	32	95	38	141
6:07	62	56	57	163	66	245
6:22	91	74	92	227	89	342
6:37	124	92	134	285	110	430
6:52	159	109	182	337	129	509
7:07	196	124	234	383	146	577
7:22	234	139	288	425	161	638
7:37	273	153	345	461	175	690
7:52	311	165	402	494	187	736
8:07	349	177	459	522	197	776
8:22	386	187	516	547	206	810
8:37	421	196	570	568	213	840
8:52	454	204	623	587	220	865
9:07	486	211	673	603	225	886
9:22	515	217	721	617	229	905
9:37	543	222	765	628	232	920
9:52	567	227	805	638	235	932
10:07	589	230	841	646	237	943
10:22	609	233	874	652	238	951
10:37	626	236	902	657	240	958
10:52	640	237	925	661	240	963
11:07	652	239	944	665	241	967
11:22	660	240	959	667	241	970
11:37	666	241	968	668	241	972
11:52	669	241	973	669	241	973
12:07	669	241	973	669	241	973
12:22	666	241	968	668	241	972
12:37	660	240	959	667	241	970
12:52	652	239	944	665	241	967
13:07	640	237	925	661	240	963
13:22	626	236	902	657	240	958
13:37	609	233	874	652	238	951

13:52	589	230	841	646	237	943
14:07	567	227	805	638	235	932
14:22	543	222	765	628	232	920
14:37	515	217	721	617	229	905
14:52	486	211	673	603	225	886
15:07	454	204	623	587	220	865
15:22	421	196	570	568	213	840
15:37	386	187	516	547	206	810
15:52	349	177	459	522	197	776
16:07	311	165	402	494	187	736
16:22	273	153	345	461	175	690
16:37	234	139	288	425	161	638
16:52	196	124	234	383	146	577
17:07	159	109	182	337	129	509
17:22	124	92	134	285	110	430
17:37	91	74	92	227	89	342
17:52	62	56	57	163	66	245
18:07	38	37	32	95	38	141
18:22	18	18	16	9	8	8

Πίνακας 26 Ημερήσιο Δυναμικό Απριλίου

#### ΜΑΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.,

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
5:22	37	37	31	95	39	127
5:37	55	55	46	164	67	222
5:52	72	69	60	230	91	312
6:07	100	86	91	292	113	397
6:22	132	102	129	348	133	473
6:37	167	118	173	399	152	541
6:52	204	133	220	444	168	602
7:07	242	147	270	485	183	656
7:22	281	160	323	521	196	703
7:37	320	172	376	553	207	745
7:52	359	183	430	582	216	781
8:07	397	193	483	606	225	812

8:22	434	202	535	628	232	840
8:37	470	210	586	647	237	863
8:52	504	217	635	663	242	883
9:07	536	224	681	676	245	900
9:22	566	229	725	688	248	914
9:37	594	233	765	697	250	926
9:52	619	237	803	705	251	936
10:07	642	240	836	712	252	944
10:22	662	243	866	717	252	950
10:37	679	245	892	721	253	955
10:52	694	246	914	724	253	959
11:07	705	247	931	727	253	962
11:22	714	248	945	728	252	964
11:37	720	249	954	729	252	966
11:52	723	249	958	730	252	966
12:07	723	249	958	730	252	966
12:22	720	249	954	729	252	966
12:37	714	248	945	728	252	964
12:52	705	247	931	727	253	962
13:07	694	246	914	724	253	959
13:22	679	245	892	721	253	955
13:37	662	243	866	717	252	950
13:52	642	240	836	712	252	944
14:07	619	237	803	705	251	936
14:22	594	233	765	697	250	926
14:37	566	229	725	688	248	914
14:52	536	224	681	676	245	900
15:07	504	217	635	663	242	883
15:22	470	210	586	647	237	863
15:37	434	202	535	628	232	840
15:52	397	193	483	606	225	812
16:07	359	183	430	582	216	781
16:22	320	172	376	553	207	745
16:37	281	160	323	521	196	703
16:52	242	147	270	485	183	656
17:07	204	133	220	444	168	602

17:22	167	118	173	399	152	541
17:37	132	102	129	348	133	473
17:52	100	86	91	292	113	397
18:07	72	69	60	230	91	312
18:22	55	55	46	164	67	222
18:37	37	37	31	19	16	16
18:52	19	18	16	9	8	8

Πίνακας 27 Ημερήσιο Δυναμικό Μαΐου

#### ΙΟΥΝΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.,

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
5:07	33	33	31	93	35	109
5:22	50	49	46	163	62	193
5:37	65	65	61	233	86	276
5:52	81	75	75	300	108	356
6:07	110	89	107	362	129	429
6:22	144	104	145	419	147	497
6:37	181	118	187	471	164	558
6:52	220	131	232	518	179	612
7:07	261	144	280	559	192	661
7:22	303	155	329	597	203	704
7:37	345	167	380	630	213	742
7:52	387	177	431	659	221	776
8:07	429	186	481	685	227	805
8:22	470	194	530	707	233	831
8:37	510	202	578	726	237	853
8:52	548	208	624	743	240	871
9:07	584	214	668	757	243	887
9:22	617	219	710	769	244	901
9:37	649	224	748	779	245	912
9:52	677	227	783	787	245	921
10:07	703	230	815	794	246	929
10:22	726	233	843	799	245	935
10:37	746	235	868	803	245	940
10:52	762	236	889	807	244	943

11:07	776	238	905	809	244	946
11:22	786	238	918	811	243	948
11:37	792	239	926	812	243	949
11:52	796	239	930	813	243	950
12:07	796	239	930	813	243	950
12:22	792	239	926	812	243	949
12:37	786	238	918	811	243	948
12:52	776	238	905	809	244	946
13:07	762	236	889	807	244	943
13:22	746	235	868	803	245	940
13:37	726	233	843	799	245	935
13:52	703	230	815	794	246	929
14:07	677	227	783	787	245	921
14:22	649	224	748	779	245	912
14:37	617	219	710	769	244	901
14:52	584	214	668	757	243	887
15:07	548	208	624	743	240	871
15:22	510	202	578	726	237	853
15:37	470	194	530	707	233	831
15:52	429	186	481	685	227	805
16:07	387	177	431	659	221	776
16:22	345	167	380	630	213	742
16:37	303	155	329	597	203	704
16:52	261	144	280	559	192	661
17:07	220	131	232	518	179	612
17:22	181	118	187	471	164	558
17:37	144	104	145	419	147	497
17:52	110	89	107	362	129	429
18:07	81	75	75	300	108	356
18:22	65	65	61	233	86	276
18:37	50	49	46	163	62	193
18:52	33	33	31	17	15	16
19:07	16	16	15	8	7	8

Πίνακας 28 Ημερήσιο Δυναμικό Ιουνίου

ΙΟΥΛΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
5:07	25	24	24	60	22	69
5:22	42	41	40	126	50	148
5:37	58	58	55	195	73	230
5:52	74	69	70	264	97	312
6:07	103	84	101	329	118	388
6:22	136	99	137	388	138	459
6:37	172	114	179	443	156	523
6:52	211	128	224	492	172	580
7:07	252	141	271	536	186	632
7:22	294	153	321	576	198	678
7:37	337	165	372	611	209	718
7:52	380	176	423	642	218	754
8:07	423	186	473	670	225	785
8:22	464	194	523	693	231	812
8:37	504	202	572	714	236	836
8:52	543	209	618	732	240	856
9:07	580	216	663	747	243	873
9:22	614	221	704	760	245	887
9:37	646	226	743	771	246	900
9:52	675	229	779	780	247	910
10:07	702	233	811	787	247	918
10:22	725	236	840	793	247	925
10:37	745	238	865	798	247	930
10:52	762	240	886	802	247	934
11:07	776	241	902	805	246	937
11:22	786	242	915	807	246	939
11:37	793	243	924	808	246	941
11:52	797	243	928	809	246	942
12:07	797	243	928	809	246	942
12:22	793	243	924	808	246	941
12:37	786	242	915	807	246	939
12:52	776	241	902	805	246	937



13:07	762	240	886	802	247	934
13:22	745	238	865	798	247	930
13:37	725	236	840	793	247	925
13:52	702	233	811	787	247	918
14:07	675	229	779	780	247	910
14:22	646	226	743	771	246	900
14:37	614	221	704	760	245	887
14:52	580	216	663	747	243	873
15:07	543	209	618	732	240	856
15:22	504	202	572	714	236	836
15:37	464	194	523	693	231	812
15:52	423	186	473	670	225	785
16:07	380	176	423	642	218	754
16:22	337	165	372	611	209	718
16:37	294	153	321	576	198	678
16:52	252	141	271	536	186	632
17:07	211	128	224	492	172	580
17:22	172	114	179	443	156	523
17:37	136	99	137	388	138	459
17:52	103	84	101	329	118	388
18:07	74	69	70	264	97	312
18:22	58	58	55	195	73	230
18:37	42	41	40	22	19	21
18:52	25	24	24	12	11	12
19:07	7	7	7	4	3	3

Πίνακας 29 Ημερήσιο Δυναμικό Ιουλίου

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
5:37	32	32	29	88	33	106
5:52	50	49	43	165	64	201
6:07	76	66	72	239	89	293
6:22	109	83	107	309	112	379
6:37	145	100	149	372	133	456
6:52	185	115	195	430	152	526
7:07	227	130	245	480	169	587

7:22	270	145	298	526	184	642
7:37	315	158	352	566	196	690
7:52	359	170	406	601	207	732
8:07	403	181	461	632	216	768
8:22	446	191	514	659	224	800
8:37	488	200	566	682	230	827
8:52	527	208	616	702	235	850
9:07	565	215	664	719	238	870
9:22	600	221	709	733	241	887
9:37	633	226	751	746	243	901
9:52	663	230	789	756	245	913
10:07	690	234	824	764	246	923
10:22	714	237	855	771	246	930
10:37	734	239	882	776	246	937
10:52	752	241	904	780	246	942
11:07	766	243	922	783	246	945
11:22	776	244	936	786	246	948
11:37	783	245	945	787	246	950
11:52	787	245	950	788	246	950
12:07	787	245	950	788	246	950
12:22	783	245	945	787	246	950
12:37	776	244	936	786	246	948
12:52	766	243	922	783	246	945
13:07	752	241	904	780	246	942
13:22	734	239	882	776	246	937
13:37	714	237	855	771	246	930
13:52	690	234	824	764	246	923
14:07	663	230	789	756	245	913
14:22	633	226	751	746	243	901
14:37	600	221	709	733	241	887
14:52	565	215	664	719	238	870
15:07	527	208	616	702	235	850
15:22	488	200	566	682	230	827
15:37	446	191	514	659	224	800
15:52	403	181	461	632	216	768
16:07	359	170	406	601	207	732
16:22	315	158	352	566	196	690
16:37	270	145	298	526	184	642
16:52	227	130	245	480	169	587
17:07	185	115	195	430	152	526
17:22	145	100	149	372	133	456
17:37	109	83	107	309	112	379

17:52	76	66	72	239	89	293
18:07	50	49	43	165	64	201
18:22	32	32	29	88	33	106
18:37	14	13	12	7	6	6

Πίνακας 30 Ημερήσιο Δυναμικό Αυγούστου

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
6:07	25	23	25	56	20	72
6:22	50	42	54	124	47	161
6:37	80	60	90	195	70	254
6:52	116	77	132	263	92	342
7:07	155	93	181	325	112	423
7:22	197	109	233	381	130	495
7:37	240	124	287	431	146	559
7:52	283	137	343	475	160	615
8:07	327	150	399	514	172	664
8:22	371	161	455	548	182	707
8:37	413	172	510	579	191	745
8:52	453	181	562	605	198	777
9:07	492	189	613	628	205	805
9:22	528	196	660	647	210	829
9:37	562	202	705	664	214	850
9:52	593	208	746	678	217	867
10:07	621	212	783	690	220	881
10:22	646	216	815	700	222	893
10:37	667	219	844	708	223	902
10:52	685	222	868	714	224	910
11:07	700	224	887	719	225	916
11:22	711	225	902	723	226	920
11:37	718	226	912	725	226	923
11:52	722	227	917	726	226	924
12:07	722	227	917	726	226	924
12:22	718	226	912	725	226	923
12:37	711	225	902	723	226	920
12:52	700	224	887	719	225	916
13:07	685	222	868	714	224	910
13:22	667	219	844	708	223	902
13:37	646	216	815	700	222	893
13:52	621	212	783	690	220	881

14:07	593	208	746	678	217	867
14:22	562	202	705	664	214	850
14:37	528	196	660	647	210	829
14:52	492	189	613	628	205	805
15:07	453	181	562	605	198	777
15:22	413	172	510	579	191	745
15:37	371	161	455	548	182	707
15:52	327	150	399	514	172	664
16:07	283	137	343	475	160	615
16:22	240	124	287	431	146	559
16:37	197	109	233	381	130	495
16:52	155	93	181	325	112	423
17:07	116	77	132	263	92	342
17:22	80	60	90	195	70	254
17:37	50	42	54	124	47	161
17:52	25	23	25	56	20	72
18:07	5	5	5	2	2	2

Πίνακας 31 Ημερήσιο Δυναμικό Σεπτεμβρίου

#### ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
6:52	50	37	58	100	38	163
7:07	84	57	106	164	62	271
7:22	119	74	158	221	81	367
7:37	156	91	214	272	98	452
7:52	193	106	272	317	113	526
8:07	230	119	331	357	127	590
8:22	267	132	389	392	138	645
8:37	302	143	447	422	149	693
8:52	336	153	502	449	158	734
9:07	368	162	555	472	166	769
9:22	398	170	606	492	173	799
9:37	426	177	652	509	178	825
9:52	452	182	695	523	183	846
10:07	474	187	734	536	187	864
10:22	495	192	769	546	191	880
10:37	512	195	799	554	193	892
10:52	527	198	824	561	195	902
11:07	538	200	845	567	197	909
11:22	547	202	860	570	198	915

11:37	553	203	870	573	199	918
11:52	556	203	875	574	199	920
12:07	556	203	875	574	199	920
12:22	553	203	870	573	199	918
12:37	547	202	860	570	198	915
12:52	538	200	845	567	197	909
13:07	527	198	824	561	195	902
13:22	512	195	799	554	193	892
13:37	495	192	769	546	191	880
13:52	474	187	734	536	187	864
14:07	452	182	695	523	183	846
14:22	426	177	652	509	178	825
14:37	398	170	606	492	173	799
14:52	368	162	555	472	166	769
15:07	336	153	502	449	158	734
15:22	302	143	447	422	149	693
15:37	267	132	389	392	138	645
15:52	230	119	331	357	127	590
16:07	193	106	272	317	113	526
16:22	156	91	214	272	98	452
16:37	119	74	158	221	81	367
16:52	84	57	106	164	62	271
17:07	50	37	58	100	38	163
17:22	23	19	25	43	15	69

Πίνακας 32 Ημερήσιο Δυναμικό Οκτωβρίου

#### ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
7:22	46	33	68	75	28	167
7:37	76	51	124	124	49	281
7:52	105	65	181	165	63	378
8:07	134	79	240	203	76	462
8:22	163	91	299	235	87	534
8:37	191	102	357	263	98	596
8:52	217	113	413	288	107	648
9:07	242	122	467	310	115	693
9:22	265	129	518	328	122	732
9:37	287	136	566	344	129	764
9:52	306	143	609	358	134	792
10:07	324	148	649	370	139	815

10:22	339	152	684	380	143	834
10:37	352	156	714	389	146	850
10:52	363	159	740	395	149	863
11:07	372	161	761	401	151	873
11:22	379	163	776	404	153	880
11:37	383	164	787	407	154	885
11:52	385	165	792	408	154	887
12:07	385	165	792	408	154	887
12:22	383	164	787	407	154	885
12:37	379	163	776	404	153	880
12:52	372	161	761	401	151	873
13:07	363	159	740	395	149	863
13:22	352	156	714	389	146	850
13:37	339	152	684	380	143	834
13:52	324	148	649	370	139	815
14:07	306	143	609	358	134	792
14:22	287	136	566	344	129	764
14:37	265	129	518	328	122	732
14:52	242	122	467	310	115	693
15:07	217	113	413	288	107	648
15:22	191	102	357	263	98	596
15:37	163	91	299	235	87	534
15:52	134	79	240	203	76	462
16:07	105	65	181	165	63	378
16:22	76	51	124	124	49	281
16:37	46	33	68	75	28	167
16:52	22	17	29	34	12	73

Πίνακας 33 Ημερήσιο Δυναμικό Νοεμβρίου

#### ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

Location: 38°20'6" North, 21°45'59" East, Elevation: 1 m a.s.l.

Inclination of plane: 30 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	Gd	Gc	A	Ad	Ac
7:37	26	25	25	13	11	13
7:52	63	42	118	95	39	260
8:07	89	57	179	129	51	355
8:22	114	69	237	160	62	438
8:37	137	79	294	187	71	509
8:52	160	89	350	210	80	570
9:07	182	98	404	230	88	622
9:22	202	106	454	248	95	667

9:37	220	113	502	264	101	704
9:52	236	119	545	277	107	736
10:07	251	124	584	288	112	763
10:22	265	128	619	298	116	785
10:37	276	132	649	306	119	804
10:52	285	135	675	312	122	819
11:07	293	137	696	318	124	830
11:22	299	139	711	321	126	838
11:37	302	140	721	324	127	844
11:52	304	141	727	325	128	847
12:07	304	141	727	325	128	847
12:22	302	140	721	324	127	844
12:37	299	139	711	321	126	838
12:52	293	137	696	318	124	830
13:07	285	135	675	312	122	819
13:22	276	132	649	306	119	804
13:37	265	128	619	298	116	785
13:52	251	124	584	288	112	763
14:07	236	119	545	277	107	736
14:22	220	113	502	264	101	704
14:37	202	106	454	248	95	667
14:52	182	98	404	230	88	622
15:07	160	89	350	210	80	570
15:22	137	79	294	187	71	509
15:37	114	69	237	160	62	438
15:52	89	57	179	129	51	355
16:07	63	42	118	95	39	260
16:22	39	28	66	56	22	150
16:37	18	14	28	25	9	65

Πίνακας 34 Ημερήσιο Δυναμικό Δεκεμβρίου

G: Global irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

Gd: Diffuse irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

Gc: Global clear-sky irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

A: Global irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

Ad: Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

Ac: Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

### V.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ 1 ΑΞΟΝΑ

CdTe

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (CdTe)

Estimated losses due to temperature: -0.4% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 16.5%

Fixed system: inclination=0 deg.,orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	92.00	2850	1.64	50.8
Feb	126.00	3520	2.24	62.8
Mar	189.00	5870	3.41	106
Apr	266.00	7990	4.86	146
May	319.00	9900	5.93	184
Jun	360.00	10800	6.76	203
Jul	348.00	10800	6.55	203
Aug	312.00	9670	5.85	181
Sep	245.00	7340	4.49	135
Oct	166.00	5130	3.00	92.9
Nov	102.00	3070	1.84	55.1
Dec	76.20	2360	1.36	42.2
Year	217.00	6610	4.00	122
Total for year		79300		1460

Πίνακας 35 Εκτίμηση 1 Άξονα CdTe

CIS

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (CIS)

Estimated losses due to temperature: 8.5% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=0 deg.,orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	83.10	2580	1.64	50.8
Feb	115.00	3220	2.24	62.8
Mar	174.00	5400	3.41	106
Apr	246.00	7370	4.86	146



May	293.00	9070	5.93	184
Jun	328.00	9830	6.76	203
Jul	316.00	9780	6.55	203
Aug	282.00	8730	5.85	181
Sep	220.00	6600	4.49	135
Oct	148.00	4590	3.00	92.9
Nov	91.20	2740	1.84	55.1
Dec	68.10	2110	1.36	42.2
Year	197.00	6000	4.00	122
Total for year		72000		1460

Πίνακας 36 Εκτίμηση 1 Αξονα CIS

#### CRYSTALLINE SILICONE

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 9.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.1%

	Fixed system: inclination=0 deg., orientation=0 deg.			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	83.30	2580	1.64	50.8
Feb	115.00	3210	2.24	62.8
Mar	173.00	5360	3.41	106
Apr	242.00	7270	4.86	146
May	287.00	8890	5.93	184
Jun	320.00	9600	6.76	203
Jul	308.00	9540	6.55	203
Aug	275.00	8530	5.85	181
Sep	216.00	6490	4.49	135
Oct	147.00	4560	3.00	92.9
Nov	91.30	2740	1.84	55.1
Dec	68.10	2110	1.36	42.2
Year	194.00	5910	4.00	122
Total for year		70900		1460

Πίνακας 37 Εκτίμηση 1 Αξονα Crystalline Silicone

## THIN FILM

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (thin film)

Estimated losses due to temperature: 8% (generic value for areas without temperature information or for PV modules)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.5%

	Fixed system: inclination=0 deg., orientation=0 deg.			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	78.40	2430	1.64	50.8
Feb	108.00	3040	2.24	62.8
Mar	166.00	5160	3.41	106
Apr	239.00	7170	4.86	146
May	292.00	9070	5.93	184
Jun	334.00	10000	6.76	203
Jul	324.00	10000	6.55	203
Aug	288.00	8940	5.85	181
Sep	220.00	6610	4.49	135
Oct	146.00	4520	3.00	92.9
Nov	88.20	2650	1.84	55.1
Dec	65.00	2010	1.36	42.2
Year	196.00	5970	4.00	122
Total for year		71600		1460

Πίνακας 38 Εκτίμηση 1 Άξονα Thin Film

## V.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ 2 ΑΞΟΝΩΝ

### CdTe

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (CdTe)

Estimated losses due to temperature: -0.4% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 16.5%

	Fixed system: inclination=0 deg., orientation=0 deg.			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	92.00	2850	1.64	50.8
Feb	126.00	3520	2.24	62.8
Mar	189.00	5870	3.41	106
Apr	266.00	7990	4.86	146
May	319.00	9900	5.93	184

Jun	360.00	10800	6.76	203
Jul	348.00	10800	6.55	203
Aug	312.00	9670	5.85	181
Sep	245.00	7340	4.49	135
Oct	166.00	5130	3.00	92.9
Nov	102.00	3070	1.84	55.1
Dec	76.20	2360	1.36	42.2
Year	217.00	6610	4.00	122
Total for year		79300		1460
	2-axis tracking system			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	148.00	4600	2.66	82.5
Feb	180.00	5030	3.29	92.2
Mar	253.00	7840	4.68	145
Apr	346.00	10400	6.44	193
May	402.00	12500	7.59	235
Jun	458.00	13700	8.69	261
Jul	442.00	13700	8.43	261
Aug	410.00	12700	7.82	243
Sep	342.00	10300	6.41	192
Oct	248.00	7680	4.60	143
Nov	161.00	4830	2.93	88.0
Dec	121.00	3740	2.17	67.3
Year	293.00	8910	5.49	167
Total for year		107000		2000

Πίνακας 39 Εκτίμηση 2 Αξόνων CdTe

CIS

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (CIS)

Estimated losses due to temperature: 8.5% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=0 deg.,orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	83.10	2580	1.64	50.8
Feb	115.00	3220	2.24	62.8
Mar	174.00	5400	3.41	106
Apr	246.00	7370	4.86	146
May	293.00	9070	5.93	184
Jun	328.00	9830	6.76	203
Jul	316.00	9780	6.55	203
Aug	282.00	8730	5.85	181
Sep	220.00	6600	4.49	135
Oct	148.00	4590	3.00	92.9
Nov	91.20	2740	1.84	55.1
Dec	68.10	2110	1.36	42.2
Year	197.00	6000	4.00	122
Total for year		72000		1460
2-axis tracking system				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	140.00	4340	2.66	82.5
Feb	171.00	4780	3.29	92.2
Mar	240.00	7440	4.68	145
Apr	327.00	9800	6.44	193
May	377.00	11700	7.59	235
Jun	425.00	12800	8.69	261
Jul	410.00	12700	8.43	261
Aug	380.00	11800	7.82	243
Sep	317.00	9510	6.41	192
Oct	231.00	7160	4.60	143
Nov	151.00	4520	2.93	88.0

Dec	114.00	3520	2.17	67.3
Year	274.00	8330	5.49	167
Total for year		100000		2000

Πίνακας 40 Εκτίμηση 2 Αξόνων CIS

#### CRYSTALLINE SILICONE

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 9.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.1%

Fixed system: inclination=0 deg.,orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	83.30	2580	1.64	50.8
Feb	115.00	3210	2.24	62.8
Mar	173.00	5360	3.41	106
Apr	242.00	7270	4.86	146
May	287.00	8890	5.93	184
Jun	320.00	9600	6.76	203
Jul	308.00	9540	6.55	203
Aug	275.00	8530	5.85	181
Sep	216.00	6490	4.49	135
Oct	147.00	4560	3.00	92.9
Nov	91.30	2740	1.84	55.1
Dec	68.10	2110	1.36	42.2
Year	194.00	5910	4.00	122
Total for year		70900		1460
2-axis tracking system				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	139.00	4310	2.66	82.5
Feb	168.00	4710	3.29	92.2
Mar	236.00	7310	4.68	145
Apr	320.00	9600	6.44	193
May	367.00	11400	7.59	235

Jun	413.00	12400	8.69	261
Jul	397.00	12300	8.43	261
Aug	368.00	11400	7.82	243
Sep	308.00	9250	6.41	192
Oct	226.00	7000	4.60	143
Nov	148.00	4450	2.93	88.0
Dec	112.00	3480	2.17	67.3
Year	267.00	8130	5.49	167
Total for year		97600		2000

Πίνακας 41 Εκτίμηση 2 Αξόνων Crystalline Silicone

#### THIN FILM

Nominal power of the PV system: 65.0 kW (thin film)

Estimated losses due to temperature: 8% (generic value for areas without temperature information or for PV modules)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.5%

Fixed system: inclination=0 deg.,orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	78.40	2430	1.64	50.8
Feb	108.00	3040	2.24	62.8
Mar	166.00	5160	3.41	106
Apr	239.00	7170	4.86	146
May	292.00	9070	5.93	184
Jun	334.00	10000	6.76	203
Jul	324.00	10000	6.55	203
Aug	288.00	8940	5.85	181
Sep	220.00	6610	4.49	135
Oct	146.00	4520	3.00	92.9
Nov	88.20	2650	1.84	55.1
Dec	65.00	2010	1.36	42.2
Year	196.00	5970	4.00	122
Total for year		71600		1460
2-axis tracking system				
Month	Ed	Em	Hd	Hm

Jan	133.00	4110	2.66	82.5
Feb	164.00	4590	3.29	92.2
Mar	233.00	7220	4.68	145
Apr	321.00	9640	6.44	193
May	379.00	11700	7.59	235
Jun	434.00	13000	8.69	261
Jul	421.00	13100	8.43	261
Aug	391.00	12100	7.82	243
Sep	320.00	9610	6.41	192
Oct	230.00	7120	4.60	143
Nov	146.00	4390	2.93	88.0
Dec	108.00	3360	2.17	67.3
Year	274.00	8330	5.49	167
Total for year		100000		2000

Πίνακας 42 Εκτίμηση 2 Αξόνων Thin Film

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

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

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

## V.5 GLOBAL MONTHLY CLASSIC

Optimal inclination angle is: 28 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	D/G	TD	T24h	NDD
Jan	1640	2220	2090	55	0.61	10.0	8.8	0
Feb	2240	2800	2330	47	0.60	10.7	9.4	0
Mar	3410	3930	2780	37	0.55	12.6	11.2	0
Apr	4860	5180	2890	24	0.46	15.8	14.3	0
May	5930	5870	2550	13	0.43	21.2	19.4	0
Jun	6760	6450	2350	6	0.38	25.5	23.6	0
Jul	6550	6370	2490	9	0.38	27.4	25.5	0
Aug	5850	6080	3010	20	0.40	27.5	25.6	0
Sep	4490	5170	3390	35	0.42	24.0	22.2	0
Oct	3000	3770	3060	46	0.50	20.1	18.3	0

Nov	1840	2440	2240	54	0.60	15.3	13.8	0
Dec	1360	1840	1750	56	0.66	11.5	10.3	0
Year	4000	4350	2580	28	0.45	18.5	16.8	0

Πίνακας 43 Global Monthly Classic

## V.6 GLOBAL MONTHLY CLIMATE

Optimal inclination angle is: 32 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	D/G	TD	T24h	NDD
Jan	2150	3380	3360	61	0.46	10.0	8.8	0
Feb	2960	4150	3630	53	0.43	10.7	9.4	0
Mar	4520	5600	4040	42	0.37	12.6	11.2	0
Apr	5870	6340	3470	26	0.36	15.8	14.3	0
May	7010	6850	2800	13	0.32	21.2	19.4	0
Jun	7980	7420	2450	6	0.26	25.5	23.6	0
Jul	8090	7680	2630	10	0.21	27.4	25.5	0
Aug	7230	7540	3490	21	0.23	27.5	25.6	0
Sep	5370	6370	4160	36	0.32	24.0	22.2	0
Oct	3930	5400	4480	50	0.34	20.1	18.3	0
Nov	2450	3750	3610	59	0.44	15.3	13.8	0
Dec	1900	3090	3170	63	0.47	11.5	10.3	0
Year	4970	5640	3440	32	0.32	18.5	16.8	0

Πίνακας 44 Global Monthly Climate

Hh: Irradiation on horizontal plane ( $Wh/m^2/day$ )

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane ( $Wh/m^2/day$ )

H(90): Irradiation on plane at angle: 90deg. ( $Wh/m^2/day$ )

lopt: Optimal inclination (deg.)

D/G: Ratio of diffuse to global irradiation (-)

TD: Average daytime temperature ( $^{\circ}C$ )

T24h: 24 hour average of temperature ( $^{\circ}C$ )

NDD: Number of heating degree-days (-)



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ



2009 M1-M2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	30.4	23.2	23.3	25.0	18.7	18.3	17.0	15.6	20.9	23.6	21.1	20.7
Average	9.7	7.9	7.6	8.8	6.4	7.0	7.3	7.6	8.6	7.2	6.3	6.7
Standart dev.	6.3	4.2	3.9	5.2	3.4	3.5	3.1	3.2	3.7	4.3	3.2	3.9
Median	8.1	7.4	6.8	7.8	6.0	6.5	7.2	7.9	8.5	6.7	6.0	6.1

2009 M3-M4	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	28.2	19.4	24.5	21.5	16.3	15.9	16.8	16.5	19.9	21.6	19.4	21.7
Average	8.8	7.2	6.4	8.3	6.0	6.8	7.2	7.2	8.1	6.7	6.0	6.4
Standart dev.	5.6	3.9	3.6	4.5	3.1	3.2	2.9	2.9	3.4	3.9	3.1	3.7
Median	7.8	7.0	6.1	7.7	5.8	6.6	7.3	7.5	8.3	6.5	5.8	5.9

2008 M1-M2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	21.8	22.6	25.2	19.3	19.8	19.0	17.1	16.3	17.7	17.3	25.7	27.8
Average	8.5	7.4	8.1	6.9	7.4	7.9	7.4	8.0	6.4	7.8	9.0	10.5
Standart dev.	4.5	4.8	4.2	3.5	4.2	3.4	3.2	3.7	3.6	3.5	4.8	5.8
Median	8.1	6.0	7.3	6.3	6.5	7.6	7.3	8.1	5.8	8.2	8.4	9.3

2008 M3-M4	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	20.9	22.1	26.5	17.4	19.5	17.5	18.6	14.8	17.0	15.8	25.5	26.2
Average	8.1	7.2	8.0	6.8	7.3	7.7	7.3	7.8	6.1	7.9	8.7	9.6
Standart dev.	4.3	4.7	4.1	3.3	3.8	3.2	3.1	3.5	3.5	3.1	3.9	5.3
Median	7.8	5.9	7.4	6.4	6.8	7.6	7.5	8.3	5.6	8.6	8.5	8.8

2007 M1-M2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	18.8	20.8	25.9	22.5	20.4	18.5	14.6	17.8	20.1	25.3	24.4	20.2
Average	6.6	7.9	9.5	8.4	6.9	6.1	6.6	6.2	6.5	8.4	7.3	8.6
Standart dev.	3.3	4.4	5.5	4.7	3.7	2.8	3.0	3.1	3.0	5.3	4.3	5.1
Median	6.3	7.5	8.2	7.4	6.5	5.9	6.7	6.1	6.3	7.5	6.5	8.1

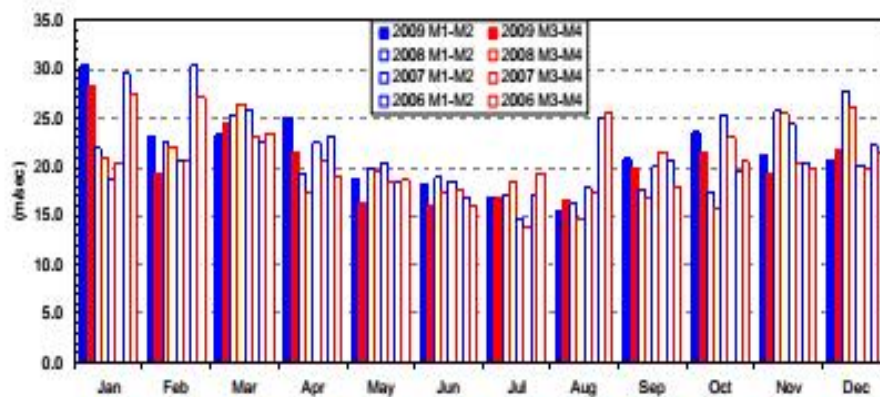
2007 M3-M4	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	20.4	20.6	23.0	20.5	18.5	17.8	13.8	17.2	21.5	23.0	20.4	19.7
Average	6.4	7.5	9.0	7.8	6.7	6.2	6.3	6.4	6.4	8.0	7.0	8.1
Standart dev.	3.3	4.2	5.0	4.2	3.4	2.8	3.0	3.1	2.9	4.8	4.0	4.7
Median	6.2	7.3	8.2	7.3	6.5	5.9	6.7	6.4	6.4	7.6	6.4	7.6

2006 M1-M2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	29.5	30.4	22.4	23.1	18.4	16.9	17.2	25.0	20.6	19.6	20.4	22.2
Average	10.0	8.4	7.0	6.9	7.1	5.9	6.6	6.4	7.8	7.1	6.2	8.1
Standart dev.	6.1	5.4	3.6	3.8	3.1	3.1	3.7	2.9	4.0	3.5	3.8	4.8
Median	10.2	7.2	6.8	6.4	6.9	5.7	6.5	6.2	7.3	6.7	5.5	7.3

2006 M3-M4	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	27.5	27.2	23.5	19.1	18.6	16.0	19.4	25.6	17.8	20.5	20.0	21.5
Average	10.2	8.1	6.9	6.8	7.0	5.7	6.3	6.3	7.5	6.9	6.0	7.6
Standart dev.	5.6	5.1	3.5	3.6	3.0	3.1	3.6	2.9	3.8	3.4	3.7	4.5
Median	10.4	7.0	6.9	6.4	7.1	5.4	6.2	6.4	7.4	6.8	5.4	7.1

2005 M1-M2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	25.2	20.1	26.0	21.4	20.1	15.8	16.9	15.7	15.8	19.2	22.3	27.7
Average	7.1	8.0	7.0	8.0	7.6	6.2	6.1	6.3	6.1	7.5	8.1	8.4
Standart dev.	4.3	4.5	4.0	4.2	4.0	3.1	2.8	2.9	3.3	3.8	3.9	5.9
Median	6.4	7.5	6.5	7.5	7.1	6.0	6.1	6.3	6.0	7.4	8.2	6.7

2005 M3-M4	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Maximum	26.1	20.4	24.6	20.6	22.0	13.8	16.6	15.8	14.1	18.8	22.4	24.8
Average	6.9	7.7	6.8	7.8	7.1	6.0	6.2	6.4	5.7	7.2	7.6	7.9
Standart dev.	4.2	4.4	3.8	4.0	3.8	3.0	2.9	2.9	3.1	3.7	3.6	5.5
Median	6.2	7.3	6.4	7.5	6.9	6.0	6.2	6.4	5.7	7.1	7.9	6.3



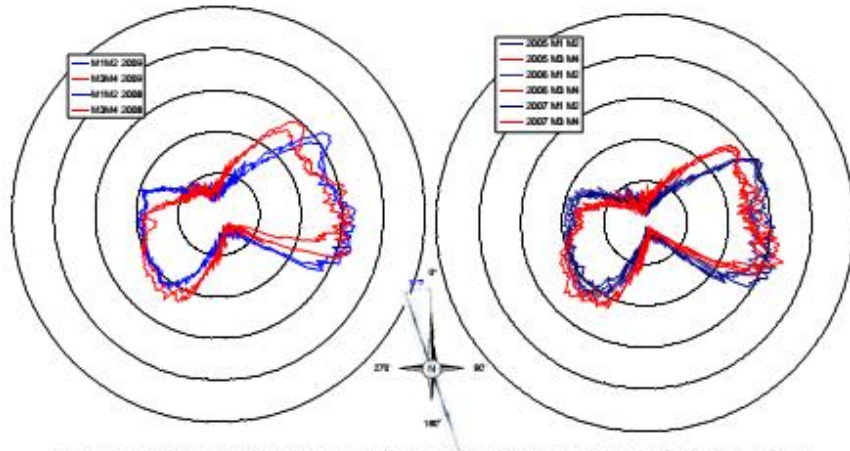


Figure 1 Wind speed averaged on 1° sectors for 2005-2009 (each circle is 3 m/sec)

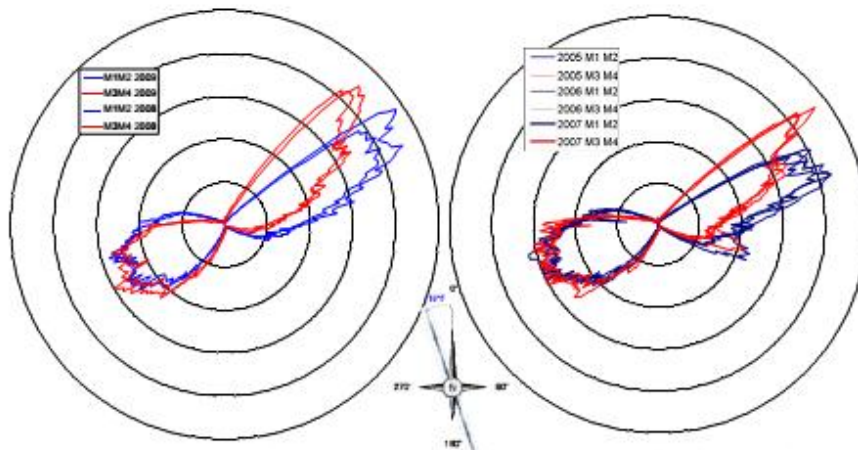


Figure 2 Wind speed averaged on 1° sectors for 2005-2009 (each circle is 1 day)

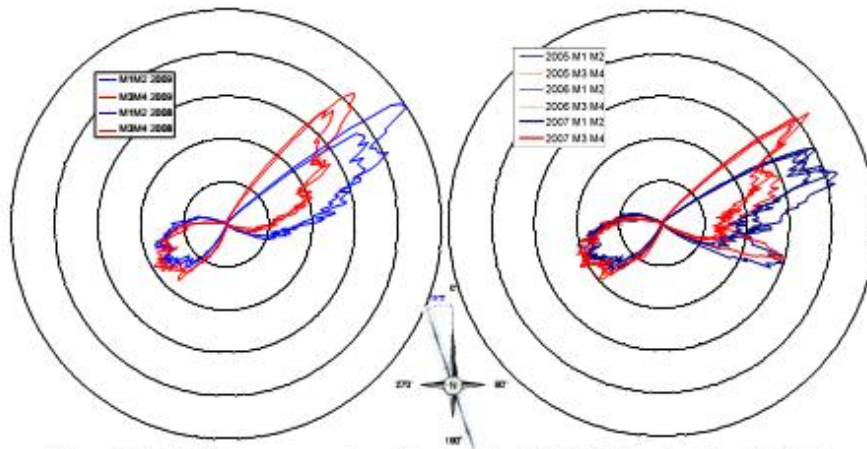


Figure 3 Total distance averaged on 1° sectors for 2005-2009 (each circle is 800 km)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ**





Παπαδόπουλος Ηλεκτροτεχνική  
Ατλαντίδος 21  
54454 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: +30 2310 456-0  
Φαξ: +30 2310 456-100  
E-Mail: info@el-papadopoulos.gr  
Internet: www.el-papadopoulos.gr

**Όνομα εργασίας:** Νέα εργασία  
**Αριθμός εργασίας:** ---

**Τοποθεσία:** Greece / Athens

Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)

#### Επισκόπηση συστήματος

##### 2030 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (flexible)

Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 578,55 kWp

##### 1410 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (CdTe)

Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 401,85 kWp

##### 1240 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (CIS)

Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 353,40 kWp

 42 x STP 25000TL-30

 20 x STP 20000TL-30

 2 x STP 6000TL-20

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	4680	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (περ.):*	2.839,20 MWh
Ισχύς κορυφής:	1,33 MWp	Συντ.ενεργ. χρήσης:	99,6 %
Αριθμός μετατροπέων:	64	Ποσοστό απόδοσης (περ.):*	87,9 %
Ονομαστική ισχύς AC:	1,46 MW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (περ.):*	2129 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	1,46 MW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	109,6 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	0,00 VA

Version: 3.31.0.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: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

**Τμηματική εργασία 1**

### 42 x STP 25000TL-30 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	969,57 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	3402
Αριθμός μετατροπέων:	42
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	25,55 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	25,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	111 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



**STP 25000TL-30**

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: flexible

48 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

#### Είσοδος B: CdTe

33 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	3	3	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	16	11	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	13,68 kWp	9,41 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/B τάση:	 463 V	 318 V	
Ελάχ. Φ/B τάση:	439 V	302 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/B τάση:	 692 V	 476 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μεγ. ρεύμα Φ/B γεννήτρ.:	 27,3 A	 27,3 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	33 A	

### Φ/B μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R


## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 20 x STP 20000TL-30 (Τμηματική εγκατάσταση 2)

Ισχύς κορυφής:	353,40 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	1240
Αριθμός μετατροπέων:	20
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	20,44 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	20,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	116 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



STP 20000TL-30





### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: CIS

42 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

#### Είσοδος B: CIS

20 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	2	1	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	21	20	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	11,97 kWp	5,70 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	 608 V	 579 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	576 V	548 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/Β τάση:	 908 V	 864 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	 18,2 A	 9,1 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	33 A	

### Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R


## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 2 x STP 6000TL-20 (Τμηματική εγκατάσταση 3)

Ισχύς κορυφής:	10,83 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	38
Αριθμός μετατροπέων:	2
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	6,13 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	6,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	113 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



**STP 6000TL-20**

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: CdTe

12 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

#### Είσοδος B: flexible

7 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1	1	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	12	7	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	3,42 kWp	2,00 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	 347 V	 203 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	329 V	192 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/Β τάση:	 519 V	 303 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	 9,1 A	 9,1 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	11 A	10 A	

### Φ/Β μετατροπέας συμβατός




Version: 3.31.0.R

## Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

Αριθμός εργασίας:

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
<b>Τμηματική εργασία 1</b>		
 <b>42 x STP 25000TL-30</b> Τμηματική εγκατάσταση 1		
 <b>20 x STP 20000TL-30</b> Τμηματική εγκατάσταση 2		
 <b>2 x STP 6000TL-20</b> Τμηματική εγκατάσταση 3		

Version: 3.31.0.R

## Υποδείξεις

---

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

 **Νέα εργασία**

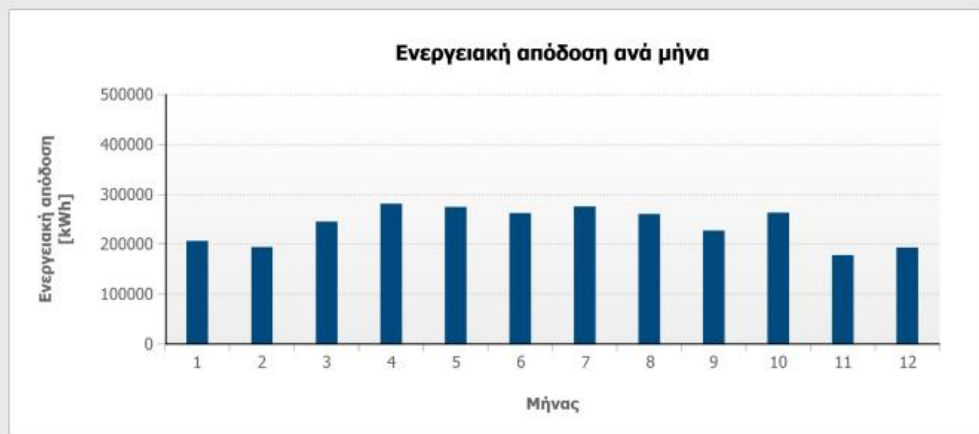
Version: 3.31.0.R

## Μηνιαίες τιμές

Όνομα εργασίας: Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

### Διάγραμμα



### Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ποσοστό απόδοσης
1	204606 (7,2 %)	90 %
2	192710 (6,8 %)	90 %
3	243135 (8,6 %)	88 %
4	279087 (9,8 %)	89 %
5	272631 (9,6 %)	87 %
6	260716 (9,2 %)	86 %
7	273321 (9,6 %)	86 %
8	258835 (9,1 %)	86 %
9	225427 (7,9 %)	87 %
10	261290 (9,2 %)	89 %
11	176227 (6,2 %)	89 %
12	191219 (6,7 %)	90 %

Version: 3.31.0.R

Παπαδόπουλος Ηλεκτροτεχνική  
Ατλαντίδος 21  
54454 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: +30 2310 456-0  
Φαξ: +30 2310 456-100  
E-Mail: info@el-papadopoulos.gr  
Internet: www.el-papadopoulos.gr

Όνομα εργασίας: p.area3  
Αριθμός εργασίας: ---

Τοποθεσία: Greece / Athens

Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)

#### Επισκόπηση συστήματος

##### 7400 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (mono)

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 2,11 MWp

##### 5600 x aleo solar AG S18J265T (04/2013) (poly)

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 1,48 MWp

 175 x STP 20000TL-30

 1 x STP 15000TL-10

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	13000	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (περ.):*	6.034,98 MWh
Ισχύς κορυφής:	3,59 MWp	Συντ.ενεργ. χρήσης:	99,9 %
Αριθμός μετατροπέων:	176	Ποσοστό απόδοσης (περ.):*	88 %
Ονομαστική ισχύς AC:	3,52 MW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (περ.):*	1680 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	3,52 MW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	97,8 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	0,00 VA

Version: 3.31.0.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:** p.area3  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία:** Greece / Athens  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 175 x STP 20000TL-30 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	3,58 MWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	12950
Αριθμός μετατροπέων:	175
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	20,44 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	20,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	100 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



STP 20000TL-30

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: mono

42 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

#### Είσοδος B: poly

32 x aleo solar AG S18J265T (04/2013), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	2	2	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	21	16	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	11,97 kWp	8,48 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	 608 V	 454 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	576 V	429 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/Β τάση:	 908 V	 667 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μεγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	 18,2 A	 17,3 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	33 A	

### Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R

## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας:** p.area3

Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία:** Greece / Athens

**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**

Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C

Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C

Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

**Τμηματική εργασία 1**

### 1 x STP 15000TL-10 (Τμηματική εγκατάσταση 2)

Ισχύς κορυφής:	14,25 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	50
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	15,34 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	15,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	108 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



STP 15000TL-10

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Είσοδος A: mono**

42 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

**Είσοδος B: mono**

8 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	2	1	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	21	8	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	11,97 kWp	2,28 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	608 V	232 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	576 V	219 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/Β τάση:	908 V	346 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μεγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	18,2 A	9,1 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	11 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης (μετατροπέας)	50 A	12,5 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης (Φ/Β εγκατάσταση):	19,5 A	9,7 A	

**Φ/Β μετατροπέας συμβατός**



Version: 3.31.0.R

## Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: p.area3

Τοποθεσία: Greece / Athens

Αριθμός εργασίας:

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
<b>Τμηματική εργασία 1</b>		
 <b>175 x STP 20000TL-30</b> Τμηματική εγκατάσταση 1		
 <b>1 x STP 15000TL-10</b> Τμηματική εγκατάσταση 2		

Version: 3.31.0.R

## Υποδείξεις

---

Όνομα εργασίας: p.area3  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

 p.area3

Version: 3.31.0.R

## Μηνιαίες τιμές

Όνομα εργασίας: p.area3  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

### Διάγραμμα



### Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ποσοστό απόδοσης
1	447359 (7,4 %)	91 %
2	422390 (7,0 %)	90 %
3	521796 (8,7 %)	89 %
4	575280 (9,5 %)	89 %
5	564446 (9,3 %)	87 %
6	548706 (9,1 %)	86 %
7	555037 (9,2 %)	86 %
8	544686 (9,0 %)	86 %
9	477434 (7,9 %)	87 %
10	567793 (9,4 %)	89 %
11	391625 (6,5 %)	89 %
12	418428 (6,9 %)	91 %

Version: 3.31.0.R

Παπαδόπουλος Ηλεκτροτεχνική  
Ατλαντίδος 21  
54454 Θεσσαλονίκη

Τηλ: +30 2310 456-0  
Φαξ: +30 2310 456-100  
E-Mail: info@el-papadopoulos.gr  
Internet: www.el-papadopoulos.gr

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας: ---

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)

Επισκόπηση συστήματος			
<b>5500 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (area4)</b>			
Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 1,57 MWp			
	<b>63 x STP 25000TL-30</b>		<b>1 x SB 4000TL-21</b>
	<b>1 x SB 1.5-1VL-40</b>		
Τεχνικά χαρακτηριστικά			
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	5500	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (περ.):*	3.337,03 MWh
Ισχύς κορυφής:	1,57 MWp	Συντ. ενεργ. χρήσης:	99,2 %
Αριθμός μετατροπέων:	65	Ποσοστό απόδοσης (περ.):*	87,3 %
Ονομαστική ισχύς AC:	1,58 MW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (περ.):*	2129 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	1,58 MW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	100,8 %	Μη αντιισταθμισμένο φορτίο:	4,00 kVA

Version: 3.31.0.7

Υπογραφή

\*Σημειώνεται οι προβλεπόμενες τιμές απόδοσης είναι τιμές κατ' ελάχιστη. 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 προβλέπονται εδώ. Λόγοι για τυχόν αποκλίσεις είναι: Ειρσοφές εξωτερικές περιστάσεις, π.χ. ακαθαρσίες στις φωτοβολταϊκές μονάδες ή διακυμάνσεις των βαθμών απόδοσης των Φ/Β μονάδων.

## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας:** Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία:** Greece / Athens  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 63 x STP 25000TL-30 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	1,56 MWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	5481
Αριθμός μετατροπέων:	63
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	25,55 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	25,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	103 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



STP 25000TL-30

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: area4

66 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

#### Είσοδος B: area4

21 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	3	1	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	22	21	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	18,81 kWp	5,99 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/B τάση:	637 V	608 V	
Ελάχ. Φ/B τάση:	603 V	576 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/B τάση:	951 V	908 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μεγ. ρεύμα Φ/B γεννήτρ.:	27,3 A	9,1 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	33 A	

### Φ/B μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R


## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 1 x SB 4000TL-21 (Τμηματική εγκατάσταση 2)

Ισχύς κορυφής:	3,99 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	14
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	4,20 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	4,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	105 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



**SB 4000TL-21**

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: area4

14 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1		
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	14		
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	3,99 kWp	---	
Χαρακτηριστική Φ/B τάση:	 405 V	---	
Ελάχ. Φ/B τάση:	384 V	---	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	125 V	125 V	
Μέγ. Φ/B τάση:	 605 V	---	
Μέγ. τάση DC:	750 V	750 V	
Μέγ. ρεύμα Φ/B γεννήτρ.:	 9,1 A	---	
Μέγ. ρεύμα DC:	15 A	15 A	

#### Φ/B μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R




## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 1 x SB 1.5-1VL-40 (Τμηματική εγκατάσταση 3)

Ισχύς κορυφής:	1,43 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	5
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	1,60 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	1,50 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	112 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



SB 1.5-1VL-40

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: area4

5 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:		
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1		
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	5		
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	1,43 kWp		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	 145 V		
Ελάχ. Φ/Β τάση:	137 V		
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	50 V		
Μέγ. Φ/Β τάση:	 216 V		
Μέγ. τάση DC:	600 V		
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	 9,1 A		
Μέγ. ρεύμα DC:	10 A		




#### Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R

## Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
<b>Τμηματική εργασία 1</b>  <b>63 x STP 25000TL-30</b> Τμηματική εγκατάσταση 1  <b>1 x SB 4000TL-21</b> Τμηματική εγκατάσταση 2  <b>1 x SB 1.5-1VL-40</b> Τμηματική εγκατάσταση 3		

Version: 3.31.0.R

## Υποδείξεις

---

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

---

 **Νέα εργασία**

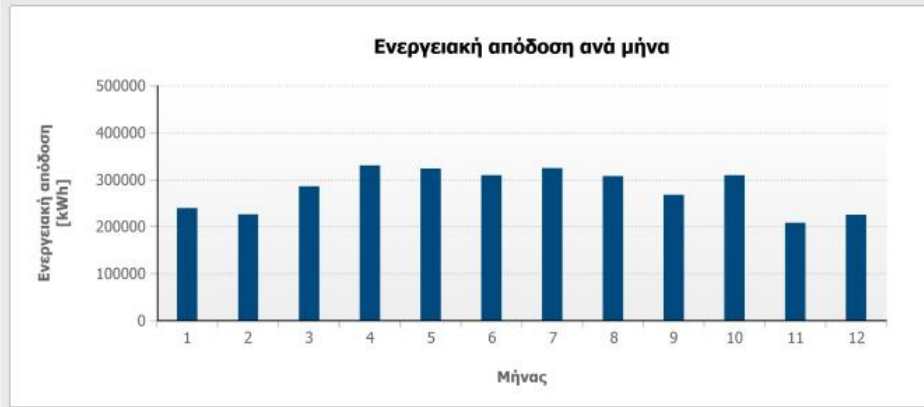
Version: 3.31.0.R

## Μηνιαίες τιμές

Όνομα εργασίας: Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

### Διάγραμμα



### Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ποσοστό απόδοσης
1	237514 (7,1 %)	89 %
2	224329 (6,7 %)	88 %
3	284311 (8,5 %)	87 %
4	328500 (9,8 %)	88 %
5	321822 (9,6 %)	87 %
6	307980 (9,2 %)	86 %
7	322803 (9,7 %)	86 %
8	305785 (9,1 %)	86 %
9	265881 (8,0 %)	86 %
10	307813 (9,2 %)	89 %
11	206708 (6,2 %)	88 %
12	223585 (6,7 %)	89 %

Version: 3.31.0.R

Παπαδόπουλος Ηλεκτροτεχνική  
Ατλαντίδος 21  
54454 Θεσσαλονίκη

Τηλ: +30 2310 456-0  
Φαξ: +30 2310 456-100  
E-Mail: info@el-papadopoulos.gr  
Internet: www.el-papadopoulos.gr

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας: ---

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)

#### Επισκόπηση συστήματος

##### 450 x aleo solar AG S79L285 (06/2014) (Φ/Β γεννήτρια 1)

Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Στέγη, Ισχύς κορυφής: 128,25 kWp

 5 x STP 2500TL-30

 1 x SB 1.5-1VL-40

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	450	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (περ.):	266,61 MWh
Ισχύς κορυφής:	128,25 kWp	Συντ.ενεργ. χρήσης:	99,3 %
Αριθμός μετατροπέων:	6	Ποσοστό απόδοσης (περ.):	85,3 %
Ονομαστική ισχύς AC:	126,50 kW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (περ.):	2079 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	126,50 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	98,6 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	1,50 kVA

Version: 3.31.0.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: Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία: Greece / Athens**  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 5 x STP 25000TL-30 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	126,83 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	445
Αριθμός μετατροπέων:	5
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	25,55 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	25,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	101 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



STP 25000TL-30

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: Φ/B γεννήτρια 1

66 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Στέγη

#### Είσοδος B: Φ/B γεννήτρια 1

23 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Στέγη

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	3	1	
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	22	23	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	18,81 kWp	6,56 kWp	
Χαρακτηριστική Φ/B τάση:	 616 V	 644 V	
Ελάχ. Φ/B τάση:	577 V	604 V	
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	150 V	150 V	
Μέγ. Φ/B τάση:	 951 V	 994 V	
Μέγ. τάση DC:	1000 V	1000 V	
Μεγ. ρεύμα Φ/B γεννήτρ.:	 27,3 A	 9,1 A	
Μέγ. ρεύμα DC:	33 A	33 A	

### Φ/B μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R


## Αξιολόγηση του σχεδιασμού

**Όνομα εργασίας:** Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

**Τοποθεσία:** Greece / Athens  
**Θερμοκρασία περιβάλλοντος:**  
Ελάχιστη θερμοκρασία: -9 °C  
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 29 °C  
Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

### Τμηματική εργασία 1

#### 1 x SB 1.5-1VL-40 (Τμηματική εγκατάσταση 2)

Ισχύς κορυφής:	1,43 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	5
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	1,60 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	1,50 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	112 % 
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



SB 1.5-1VL-40

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

#### Είσοδος A: Φ/Β γεννήτρια 1

5 x aleo solar AG S79L285 (06/2014), Αζιμούθιο: με ιχνηλάτηση, Κλίση: με ιχνηλάτηση, Τρόπος τοποθέτησης: Στέγη

	Είσοδος A:		
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1		
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά στοιχειοσειρά:	5		
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	1,43 kWp		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	 140 V		
Ελάχ. Φ/Β τάση:	131 V		
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	50 V		
Μέγ. Φ/Β τάση:	 216 V		
Μέγ. τάση DC:	600 V		
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	 9,1 A		
Μέγ. ρεύμα DC:	10 A		



#### Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Version: 3.31.0.R

## Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
<b>Τμηματική εργασία 1</b>  <b>5 x STP 25000TL-30</b> Τμηματική εγκατάσταση 1  <b>1 x SB 1.5-1VL-40</b> Τμηματική εγκατάσταση 2		

Version: 3.31.0.R



## Υποδείξεις

---

Όνομα εργασίας: **Νέα εργασία**  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: **Greece / Athens**

---

 **Νέα εργασία**

Version: 3.31.0.R

## Μηνιαίες τιμές

Όνομα εργασίας: Νέα εργασία  
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Athens

### Διάγραμμα



### Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ποσοστό απόδοσης
1	19003 (7,2 %)	87 %
2	17962 (6,8 %)	87 %
3	22725 (8,5 %)	86 %
4	26206 (9,8 %)	86 %
5	25689 (9,6 %)	85 %
6	24608 (9,2 %)	84 %
7	25769 (9,6 %)	84 %
8	24408 (9,1 %)	84 %
9	21217 (7,9 %)	84 %
10	24562 (9,2 %)	86 %
11	16552 (6,2 %)	86 %
12	17904 (6,7 %)	87 %

Version: 3.31.0.R

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ**

---

<sup>i</sup> [www.nafpaktos.gr](http://www.nafpaktos.gr)

<sup>ii</sup> [www.gefyra.gr](http://www.gefyra.gr)

<sup>iii</sup> [www.gefyra.gr](http://www.gefyra.gr)

<sup>iv</sup> ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ

<sup>v</sup> Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος Ι- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>vi</sup> Ν 3468/2006, άρθρο 2, παρ.8

<sup>vii</sup> [www.cres.gr](http://www.cres.gr)

<sup>viii</sup> [www.ren21.net](http://www.ren21.net)

<sup>ix</sup> PVGIS, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

<sup>x</sup> PVGIS, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

<sup>xi</sup> PVGIS, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

<sup>xii</sup> ΔΕΣΜΥΕ

<sup>xiii</sup> ΔΕΗ

<sup>xiv</sup> [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

<sup>xv</sup> ΟΔΗΓΙΑ 2009/29/ΕΚ

<sup>xvi</sup> ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ

<sup>xvii</sup> Νόμος 3851/2010

<sup>xviii</sup> Νόμος 2773/1999, άρθρο 2,

<sup>xix</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος Ι- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xx</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxi</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxii</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxiii</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxiv</sup> <http://solardat.uoregon.edu/PolarSunChartProgram.html>

<sup>xxv</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxvi</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxvii</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxviii</sup> Σ. Ν. Καπλάνης, 2004, *Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τόμος ΙΙ- Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Εκδόσεις «ΙΩΝ» Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

<sup>xxix</sup> Νόμος 3851/ 04.06.2010 Α85 Άρθρο 5

<sup>xxx</sup> Wikipedia

<sup>xxxi</sup> Χρήστος Γεωργίου – Γεώργιος Γιανναράς – Ηλίας Κούτσικος – Σταμάτης Τσίμας, 01/01/2001, *Βιομηχανική παράγωγη και ενέργεια Γ' Τάξη Ενιαίου Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης*, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΔΒ), Αθήνα

<sup>xxxii</sup> Διαδίκτυο / Δημήτριος Ν. Φάκαλης, Σεπτέμβριος 2010, Διπλωματική εργασία «Συστήματα ηλιακού κλιματισμού με χρήση κύκλου προσρόφησης, Επιβλέπων Καθηγητής Χρήστος Τζιβανίδης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή μηχανολόγων μηχανικών - Τομέας Θερμότητας, Αθήνα

<sup>xxxiii</sup> Διαδίκτυο / [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

<sup>xxxiv</sup> Διαδίκτυο / [www.ewea.org](http://www.ewea.org)

---

<sup>xxxv</sup> Διαδίκτυο / [www.ewea.org](http://www.ewea.org)

<sup>xxxvi</sup> [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_wind.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm)

<sup>xxxviii</sup> κ.κ. Παπανικόλας και Σταθόπουλος-Βλάμης

<sup>xxxix</sup> Δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Γέφυρας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI)

<sup>xl</sup> Δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Γέφυρας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI)

<sup>xli</sup> Δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Γέφυρας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI)

<sup>xlii</sup> Δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Γέφυρας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI)

<sup>xliii</sup> IEC 61400-1

<sup>xliv</sup> <http://www.enercon.de/en-en/59.htm>

<sup>xlvi</sup> [www.enercon.com](http://www.enercon.com)

<sup>xlvii</sup> Διαδίκτυο, [http://www.thewindpower.net/turbine\\_technical\\_en\\_4\\_enercon\\_e53-800.php](http://www.thewindpower.net/turbine_technical_en_4_enercon_e53-800.php)

<sup>xlviii</sup> Νόμος 3851/ 04.06.2010 Α85 Άρθρο 5

<sup>xlviii</sup> Νόμος 158/ 13.02.2002 Άρθρο 12

<sup>xliv</sup> Απόφαση 40158 ΦΕΚ 1556 Β 22.9.2010

<sup>l</sup> [www.enercon.com](http://www.enercon.com)