

μ 1243

100kWp. μ

μ

:

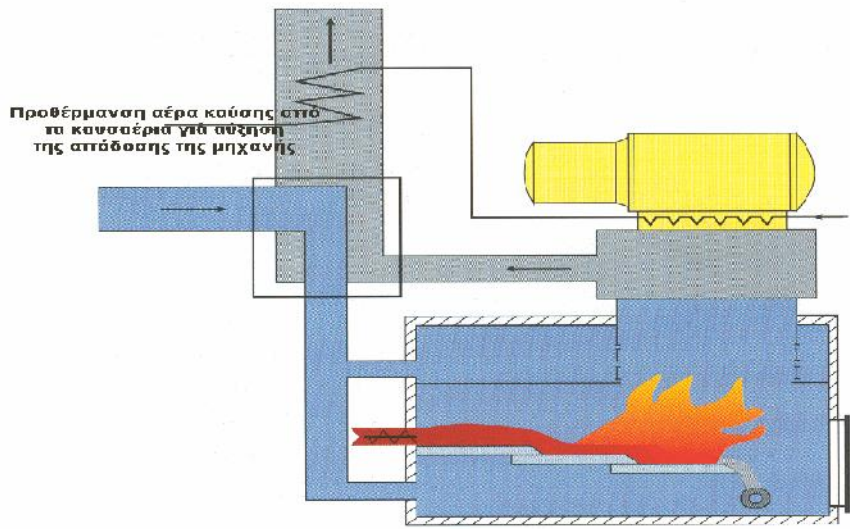
:

2014

<i>1</i>		
1.1	.....	.5
1.2	.....	.5
1.3	.....	.8
<i>2</i>		
2.1	.....	.9
2.2	.....	.9
2.2.1	μ μ .....	.9
2.3	/ .....	.10
2.4	/ .....	.11
2.4.1	- (I-V).....	.11
2.4.2	.....	.12
2.4.3	/ μ .....	.12
<i>3</i>		
3.1	/ .....	.13
3.1.1	/ .....	.13
3.2	E (inverter).....	.14
3.2.1	.....	.15
3.2.2	.....	.15
3.3	.....	.16
3.3.1	.....	.16
3.3.2	(trackers).....	.17
3.4	.....	.18
3.4.1	DC AC..... μ	.18
3.4.2	μ .....	.19
3.5	. . .....	.20
3.5.1	.....	.20
4		100 Wp
4.1		
4.2	.....	.21
4.3	/ .....	.24
4.4	.....	.27
4.5	.....	.30
4.6	/ .....	.33
4.7	.....	.37
4.8	.....	.39

4.9	.....	.42
4.10	.....	.47
4.11	.....	.52
	.....	55

μ : μ (μ , μ) μ μ , μ μ , μ μ .



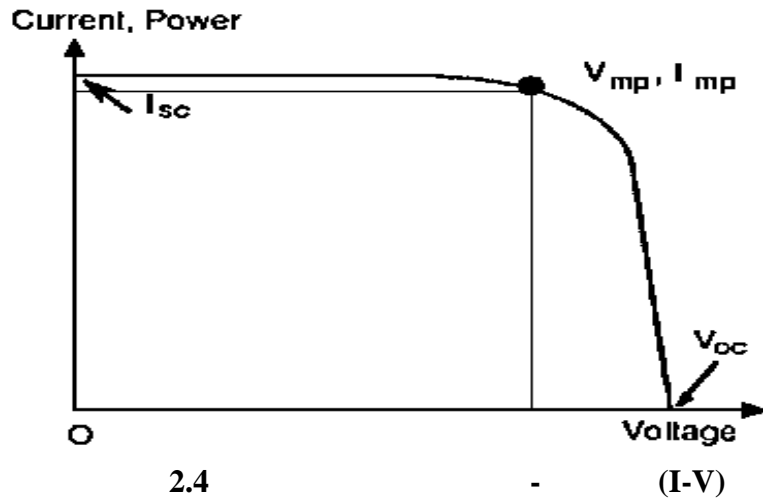
Προθέρμανση αέρα καύσης στο
 τα καυσαέρια για αύξηση
 της απόδοσης της μηχανής

1.4 (μ μ Stirling μ)

μ . μ) μ μ : μ μ μ μ μ μ μ .



1.5 μ .



2.4

2.4.2

Sc / (Pmax),

$$\eta_c = \frac{P_{max}}{G \times S_c} = \frac{I_{max} \times V_{max}}{G \times S_c}$$

(Isc) (Pmax) (Voc)

FF (fill factor):

$$FF = \frac{I_{max} * V_{max}}{I_{sc} * V_{oc}}$$

I_{max} :
V_{max} :
I_{sc} :
V_{oc} :

/

$$\eta_c = \frac{I_{sc} * V_{oc} * FF}{G * S_c}$$

2.4.3

- 1.
- 2.
- 3.

4. / .

3

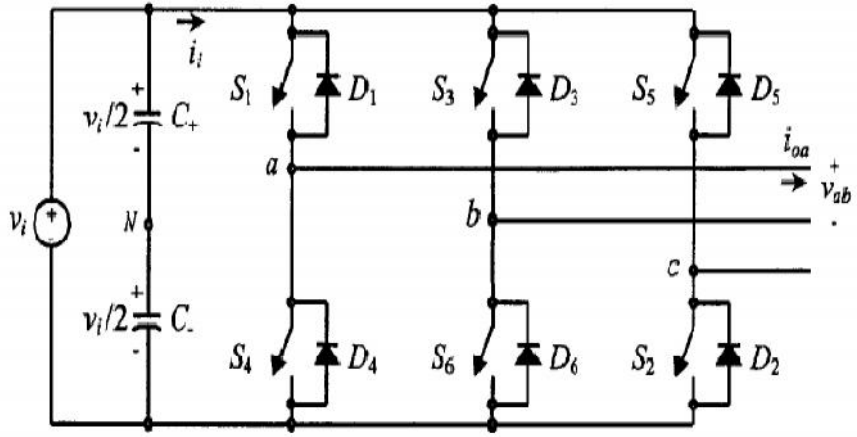
, / μ μ μ
.
/ μ . μ

3.1

- / μ μ :
1. μ
 2. μ μ (*inverter*).
 3. / .
 4. μ
 5. μ (μ).

3.1.1

/ μ μ .
(μ) μ μ , μ ,
 μ .
 μ μ , μ μ , μ μ .
 μ μ μ . μ μ / (module), μ μ
 μ μ μ / μ /
3.1.



3.4

μ

3.3

- μ , μ μ (/)
- μ
1. μ ,
2. μ ,
- μ (trackers).

3.3.1

μ : μ /

μ μ .

μ , 30μ . μ μ μ .

μ μ μ μ μ μ .

μ μ) . μ (

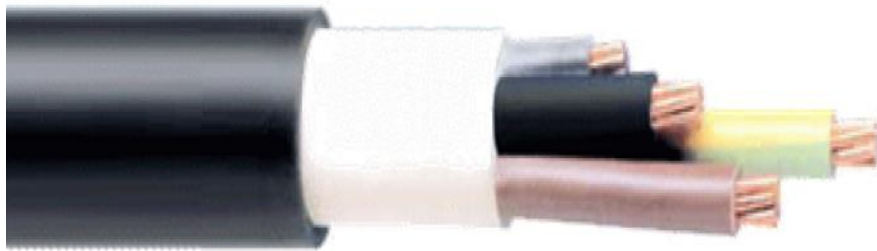
μ μ μ μ .

(μ μ) μ



3.6 DC(solar cables)

(. . . , μ , μ (AC) μ μ
 CWY) μ μ , AC .
 , μ μ



3.7 AC .

3.4.2

μ μ μ
 , μ μ μ μ μ μ
 , μ , . T μ
 μ μ
 μ μ .
 O μ μ . O μ
 μ μ μ μ μ ,
 , μ μ μ . O μ μ μ ,
 μ μ μ .

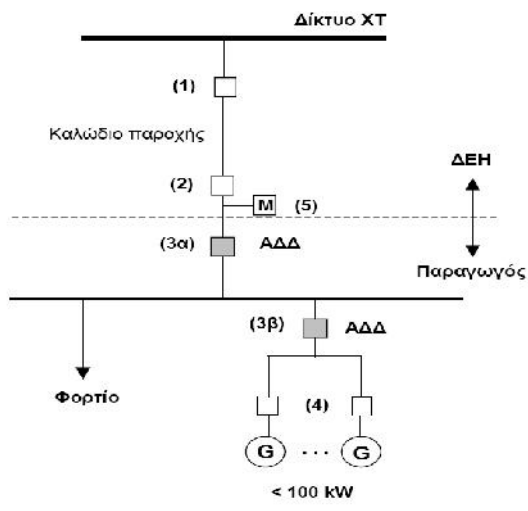


3.8 μ

3.5
3.5.1

μ 100 kW.

μ



- (1) Κιβώτιο σύνδεσης (link-box) δύο διευθύνσεων
- (2) Ασφαλειοκιβώτιο παροχής
- (3) Εναλλακτικές θέσεις εγκατάστασης του ΑΔΔ
- (4) Διακόπτης γεννήτριας
- (5) Μέτρηση

4

/

100 Wp.

μ
μ
100kW_p

μ .

μ

μ

μ
μ

μ μ .

μ

μ
μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

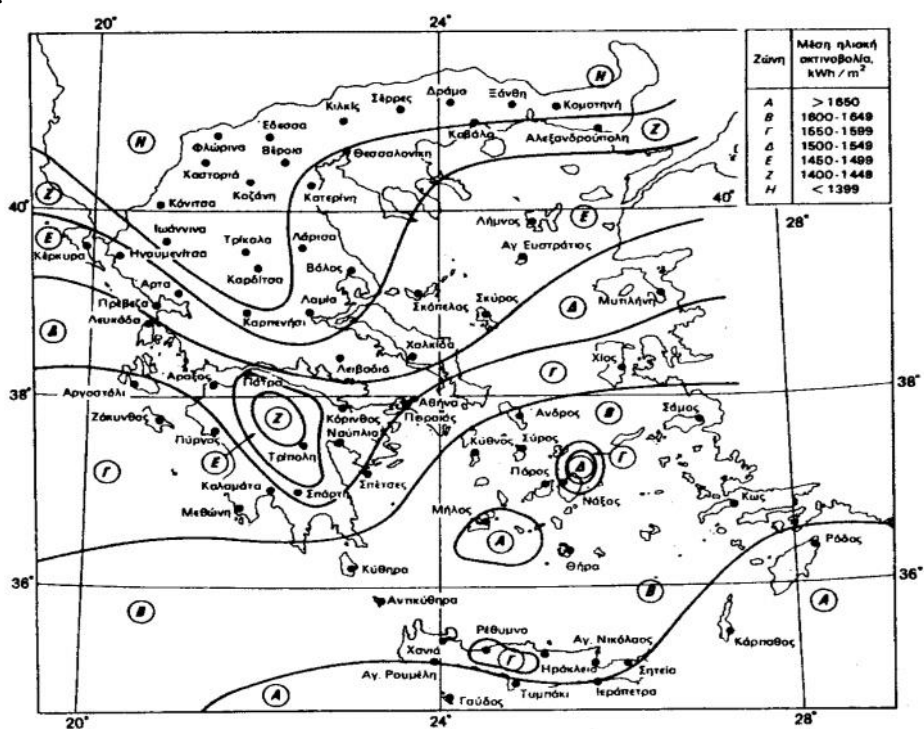
/

,

,

4.1

4.1.



4.1

25%

4.2

4.1.

		(Kwh/m ²)	(μ)
--	--	-----------------------	------

μ	1596	37,03
-------	------	-------

4.1

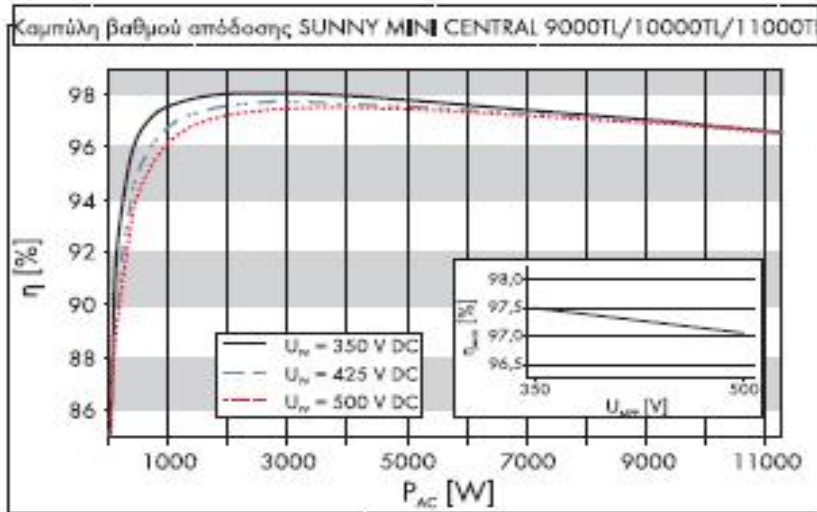
	opt (μ)	(kWh/m ²)	opt - opt (μ)
μ	28	1740,83	9

4.2

μ μ / μ
 μ , μ
 μ μ , μ , μ
 μ μ , μ . μ / μ ,
 μ 0 μ 65 4.3.
 μ μ opt 28 -29
 μ μ 37,03 .
 μ μ μ ± 5
 μ μ μ 0,5%.
 μ μ opt- μ

SMA.
 string /
 100kWp,
 SMA SUNNY MINI CENTRAL,
 : SMA SMC (SUNNY MINI CENTRAL) 11000TL.
 4.5,
 datasheet

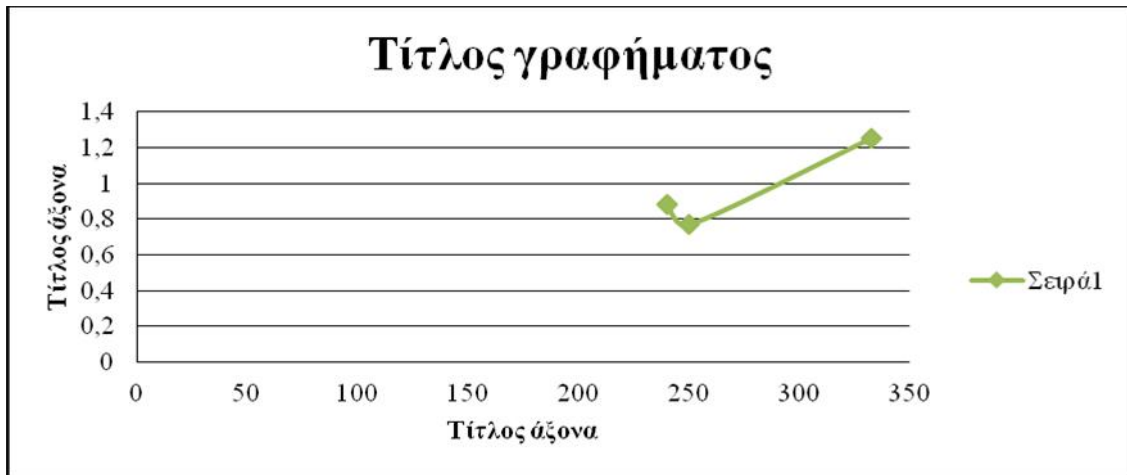
SMA-SUNNY MINI CENTRAL	
SMC 11000TL	
μ	
DC	11400W
DC	335V-700V
μ DC	350V
DC	700V
μ	34
μ DC	<10%
μ string	5
μ	
AC	11000W
μ AC	40°C 8000W
μ	48
THD μ AC	<4%
μ AC	220V-240V
μ AC	50Hz
	98%
Euro-eta	97,7%
	35kg



4.3

4.4

/
 μ .
 μ .
 μ μ μ
 , μ ,
 μ
 μ μ
 3 μ , μ μ μ μ μ
 , μ μ μ μ μ
 4.8. μ
 μ
 10-15% μ μ
 1,5-3% μ μ μ
 μ
 3-4 μ
 , μ
 (μ
 Sharp. μ Trina,Sunpower



μ 4.5 / Trina , Sunpower Sharp μ μ (μ
350Wp) μ .

μ μ μ μ μ /
μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ Wp
μ 120Wp μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ μ
μ μ μ 180Wp 260Wp.
μ Trina, ο μ μ
μ μ μ μ μ 100kWp.
: Trina Honey , μ 250Wp.
4.9 datasheet
μ μ

$$\eta = \frac{P_m}{G \cdot S} = \frac{250}{1000 \cdot 1,44} \cdot 100\% = 17,36$$

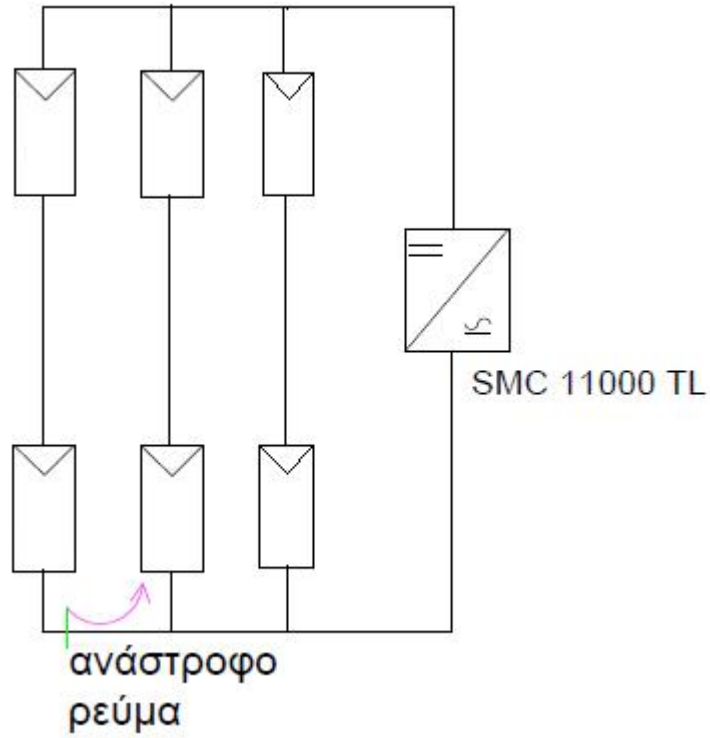
= μ
Pm=
G= μ (1000 W/m²)
S=

TRINA HONEY MODULE	
(STC*)	
TSM-PC05A / TSM-PA05A	
μ μ Pmax	250W
μ Vmpp	30.5V
μ μ Impp	8.2A
μ Voc	37.8V
μ Isc	8.9A
μ μ /	1000V
μ /	60
μ /	
(μ \times \times)	1450×992×40
	19,5kg

ST
C

4.6 $=1\text{kW/m}^2$, AM=1.5, μ $=25^\circ\text{C}$
/ Trina Honey

μ / μ
 μ . μ
 μ μ , μ .
 μ (MPP), μ μ
 μ μ , μ μ μ
 μ μ .
 μ - μ / ,
 μ μ / ,
1. μ :
 μ , μ . μ μ .
 μ , μ string, μ (.).
2. μ , μ (.)
 μ μ (3. μ)
3. μ , μ



μ 4.7 μ μ [SMA].

μ μ 4.7 μ strings. μ μ ,

: μ = (3 strings - 1) \times 8,02 = 24,6

μ , μ μ μ : μ μ

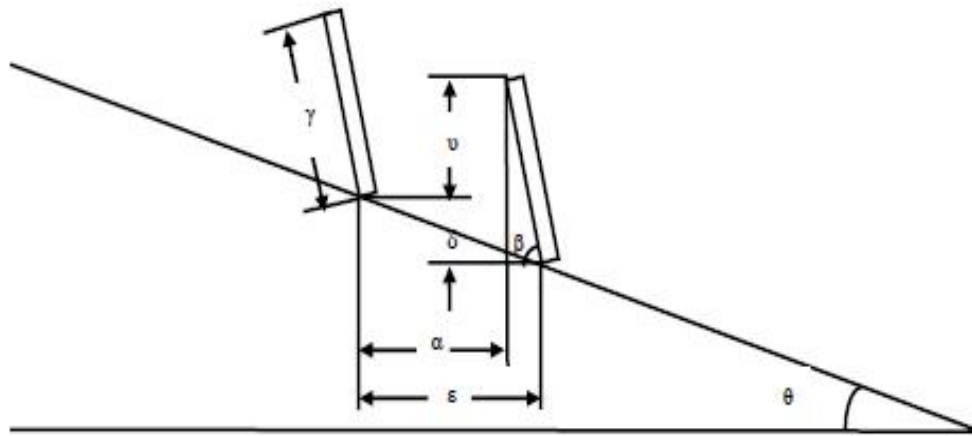
strings. string (, ,), strings.

μ , μ strings 2, μ μ string, string μ μ . μ μ strings. μ μ

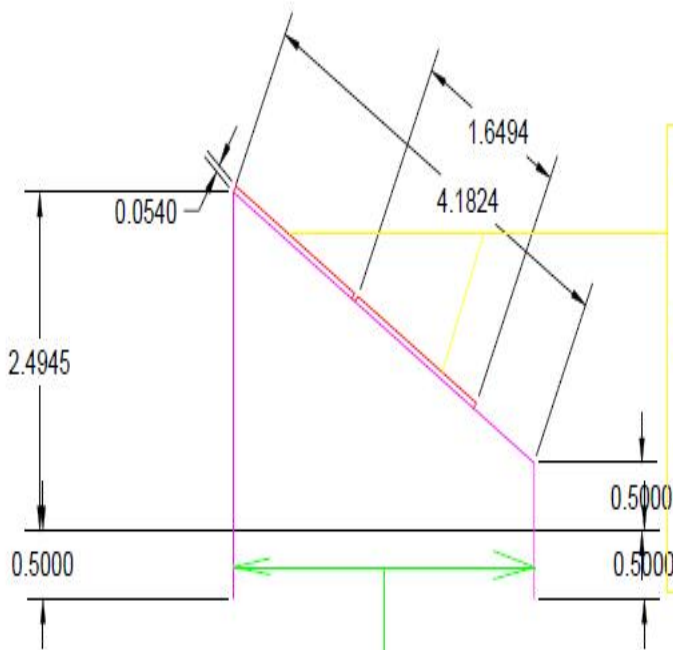
1. (String Diodes).

μ μ μ . μ μ μ μ μ μ μ μ .

2. (String Fuses)



μ 4.9 / μ $=\tan \theta$, μ



πλάγια όψη
 φωτοβολταικών
 πλαισίων TRINA

Πασσαλομπεξη βασεων

μ 4.10

μ μ EXCEL.

1. μ :
 μ (μ 180°),

μ .

2.

, μ μ μ μ

3.

μ μ μ μ . ,

μ

μ .

μ 4.10

μ :

/ 8%

- μ

$$= \tan = 0,08.$$

μ 28

μ .

$$= 28 .$$

4,3m.

$$= 2,49m.$$

μ 37,03 , μ μ μ

μμ

Monegon (μ 4.11)

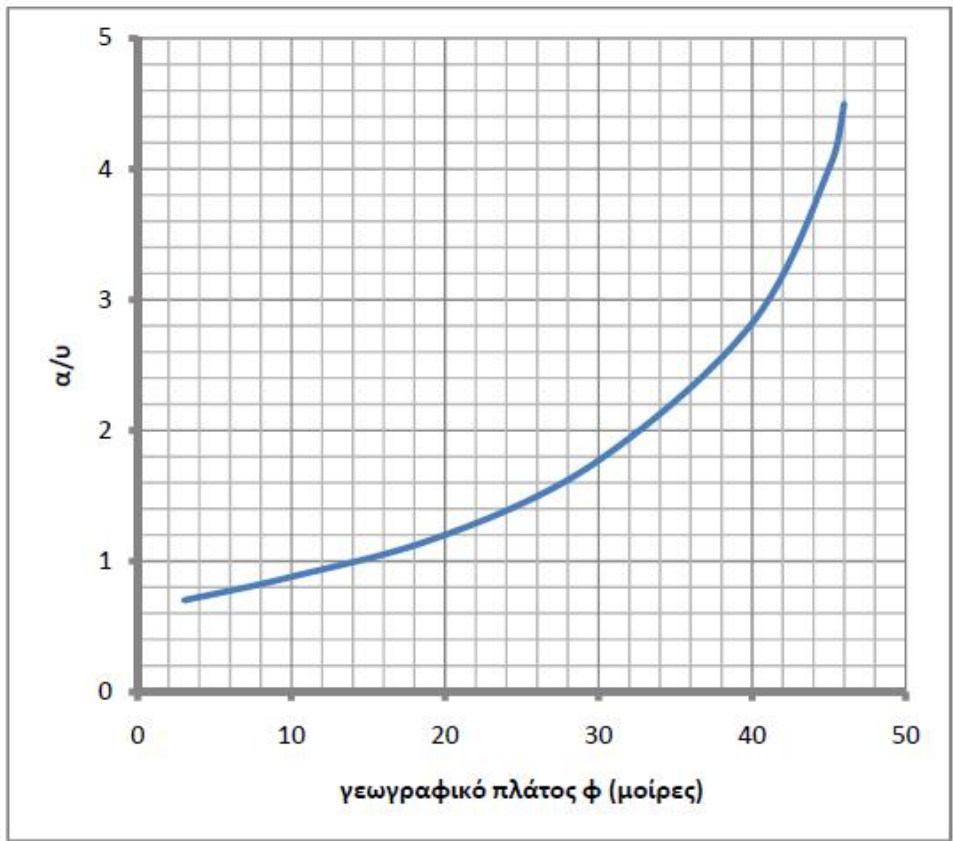
, / = 2,45.

:

$$\epsilon = \gamma \frac{\frac{\alpha}{v} \sin \beta + \cos \beta}{1 + \frac{\alpha}{v} \times \kappa} = 2,49 \frac{2,45 \times \sin 28 + \cos 28}{1 + 2,45 \times 0,08} = 6,92m \approx 7m$$

μ

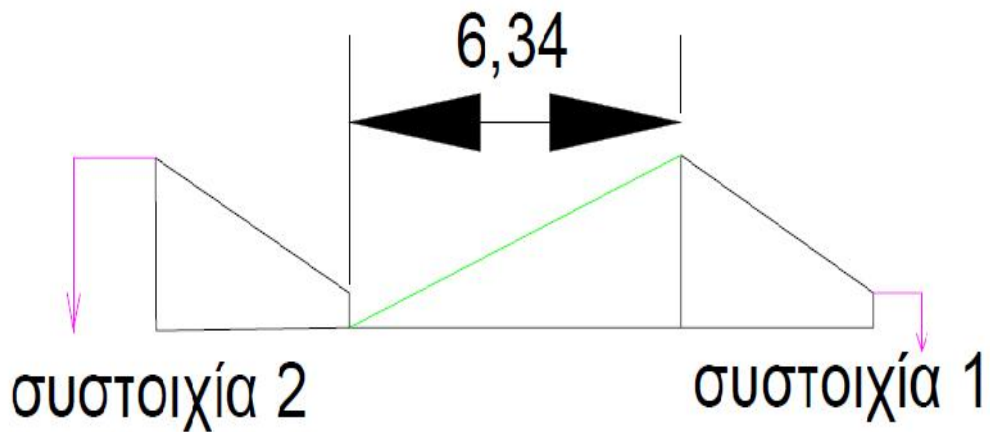
7 μ .



μ 4.11
Monegon.

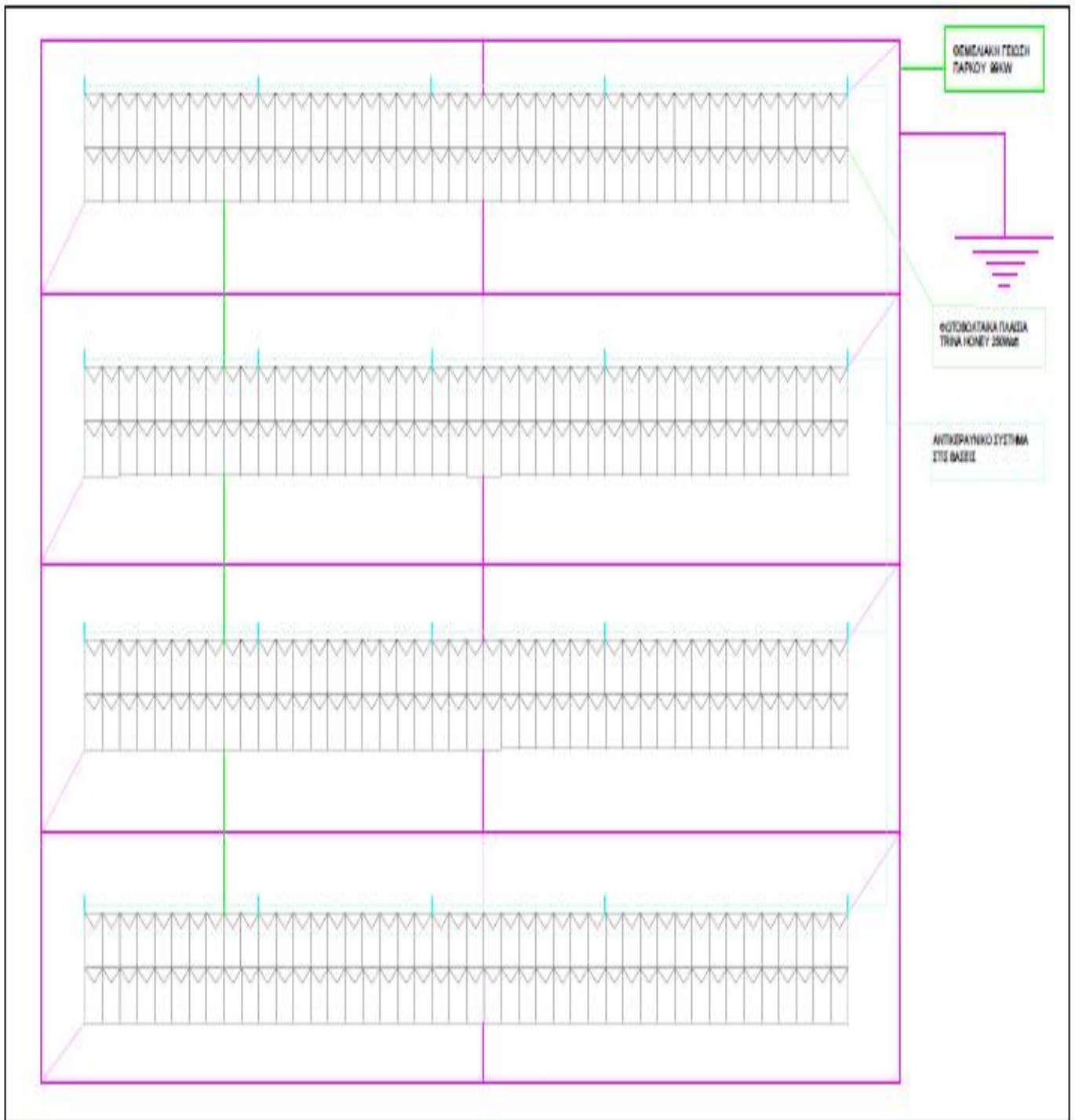
μ 4.11 μ

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΩΝ ΑΠΟ ΣΚΙΑΣΗ



μ 4.12

μ



μ 4.13 μ μ μ μ ().

μ μ μ μ ,

50164.

4.8

(inverters, ...)

IV,
VDE V 0185-3.

(4.14)

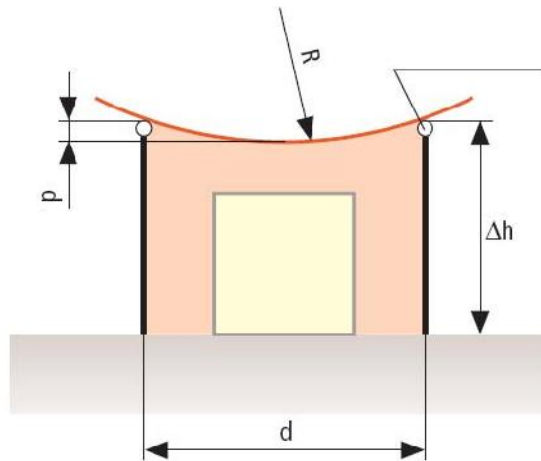
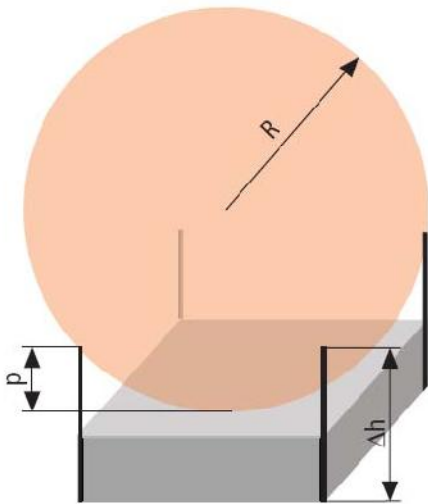
$$\rho = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$d = 30m \times 19m$

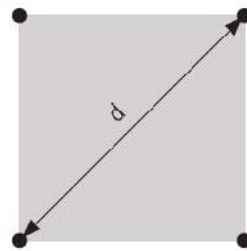
$$d = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5m$$

μ :

$$\rho = 45 - \sqrt{45^2 - \left(\frac{35,5}{2}\right)^2} = 3,1m$$



R	Type of LPS			
	I	II	III	IV
	20	30	45	60



4.14

$$S = K_I \times \frac{K_C}{K_M} \times L$$

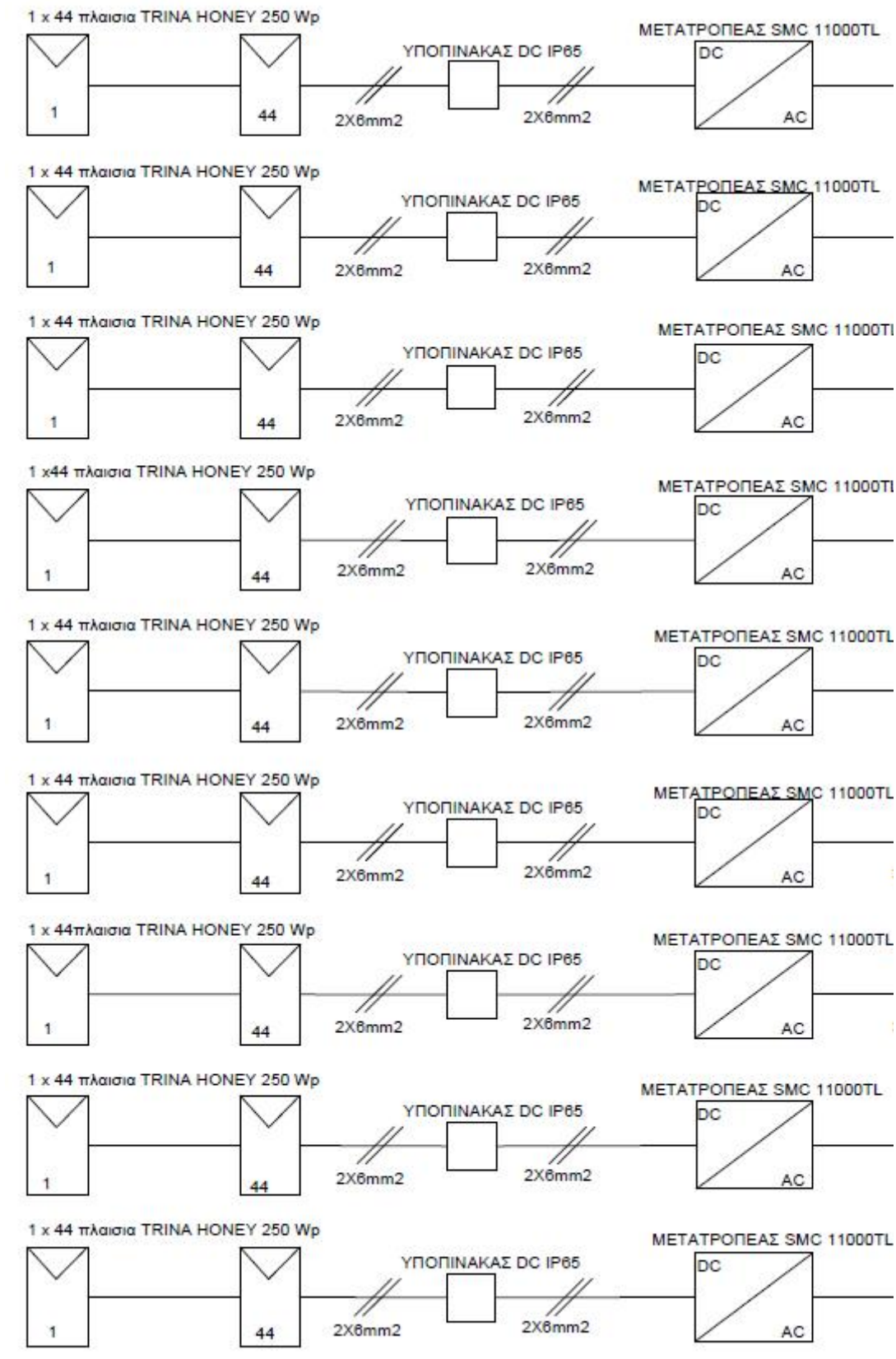
k_i

k_m
 L

4.9

- C () 0,5%
- (THDI) 4%.
- $0,8 \times V_{nom} - 1,15 \times V_{nom}$ 49,5Hz – 50,5Hz
- μ

6 mm^2 / datasheet
 by-pass
 PVC,
 H07RN-F () $1 \times 6 \text{ mm}^2$,
 7,39 / 4.17
 4.18

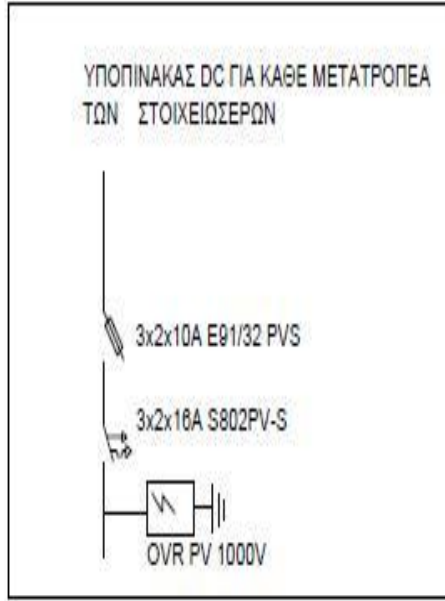


μ 4.17

μμ

μ

.



μ 4.18

μ .

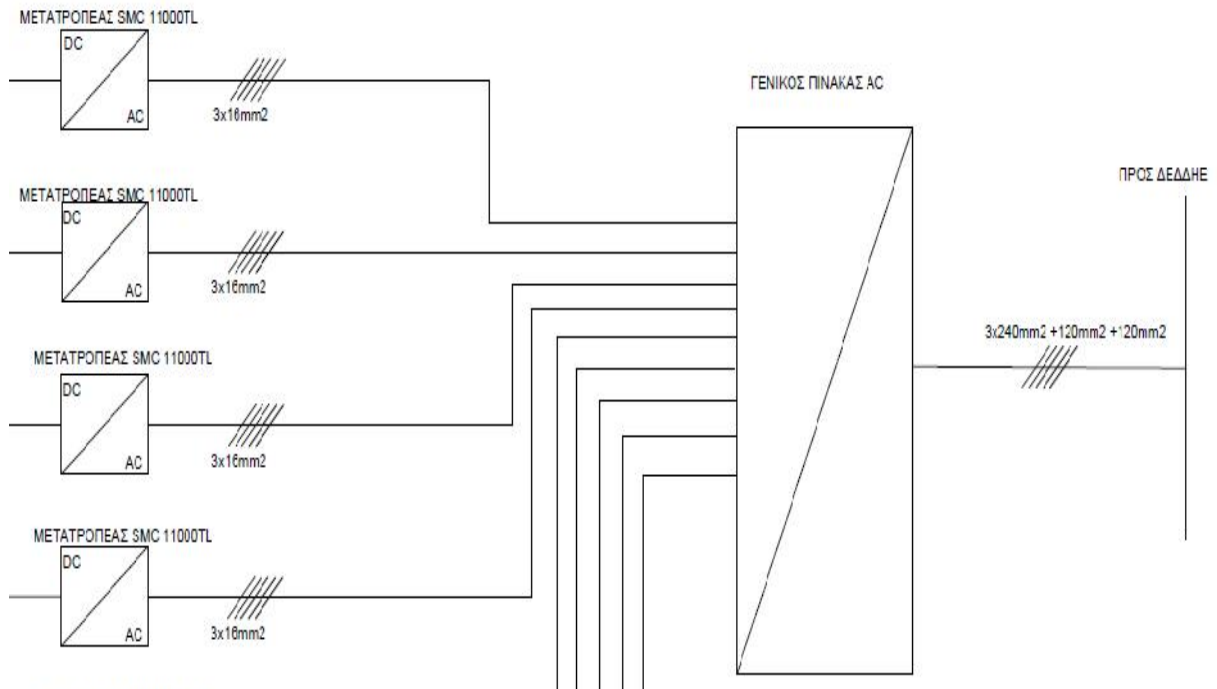
3x16mm².
1%,

μ 07V-K (μ NY) μ
μ datasheet μ
μ μ μ μ μ μ
μ 1% μ μ μ μ μ μ

31,1m.

μ μ μ 07V-K μ 3x240 mm²
μ μ μ 160 μ
μ 4.19 μ 4.20.

160 .



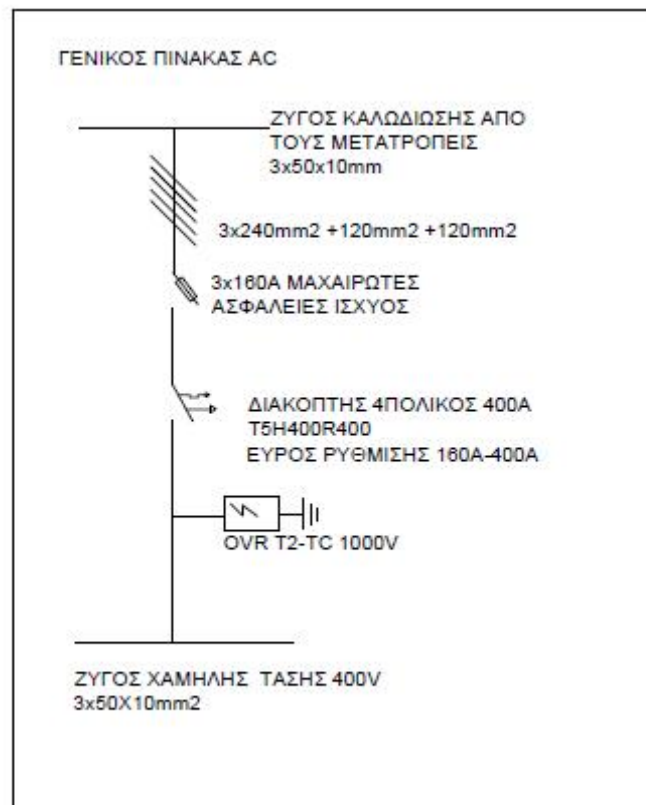
μ 4.19

μμ

μ

μ

.



μ 4.19

μμ

μ

μ

.

SMA, Sunny Boy Control, Sunny Data Control.
 Sunny Boy Control, Sunny Data Control.
 Fax. Sunny Data Control, (Power line) RS485. Sunny Boy Control, e-mail.

4.10

$E = H_T \times S_K \times \alpha$

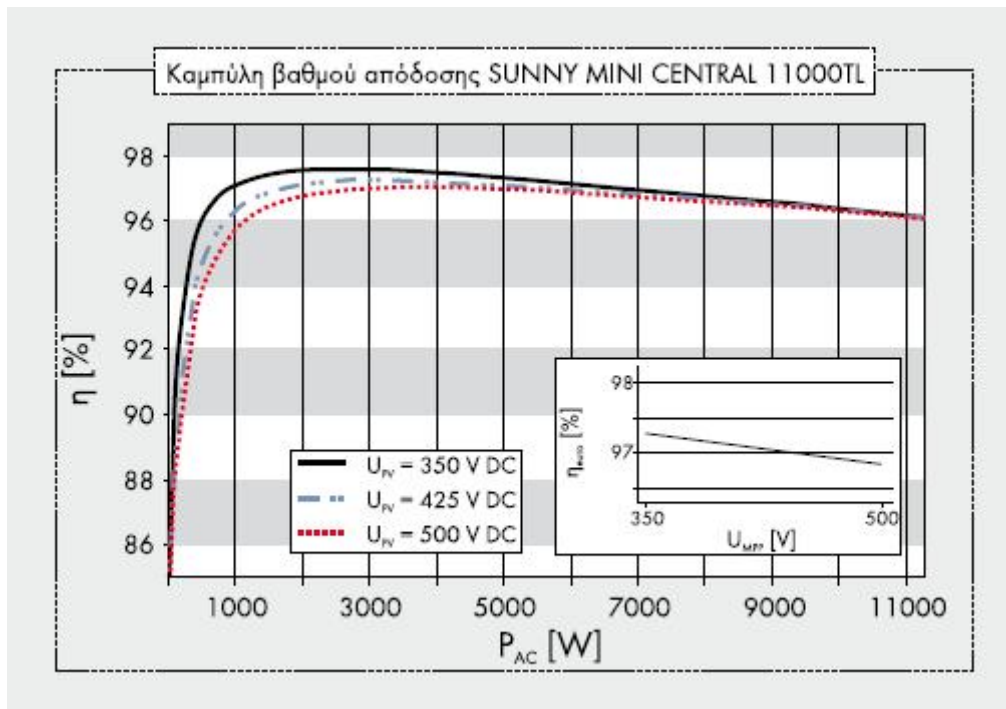
H_T

S_K

a

μ 4.19

$\mu\mu$



μ 4.20

SMC 11000TL.[SMA]

μ μ μ μ / μ
28 μ 4.7.

	H _T (kWh/m ²)	T (°C)	T _{mod} (°C)		E (kWh)
	97,94	12,8	42,8	0,886	7.701,00
	99,32	13,2	43,2	0,884	7.792,25
	134,74	14,6	44,6	0,877	10.486,94
	138,97	17,5	47,5	0,863	10.637,68
	183,55	21,3	51,3	0,844	13.740,97
	190,23	25,6	55,6	0,822	13.878,06
	201,09	28,4	58,4	0,808	14.420,23
	198,42	28,5	58,5	0,808	14.219,75
μ	167,88	25,7	55,7	0,822	12.239,57
	136,09	21,8	51,8	0,841	10.157,47
μ	109,97	18,1	48,1	0,860	8.388,74
μ	82,63	14,4	44,4	0,878	6.438,50
	1.740,83				130.101,14

4.7

$$E = 130,101MWh /$$

$$E = 1.323,78kWh / kWp \cdot$$

Fixed system: inclination=28 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	283.00	8770	3.58	111
Feb	335.00	9390	4.30	120
Mar	426.00	13200	5.55	172
Apr	479.00	14400	6.36	191
May	515.00	16000	7.00	217
Jun	552.00	16500	7.63	229
Jul	564.00	17500	7.87	244
Aug	545.00	16900	7.61	236
Sep	466.00	14000	6.39	192
Oct	392.00	12100	5.24	163
Nov	319.00	9570	4.14	124
Dec	275.00	8510	3.50	108
Year	430.00	13100	5.77	176
Total for year		157000		2110

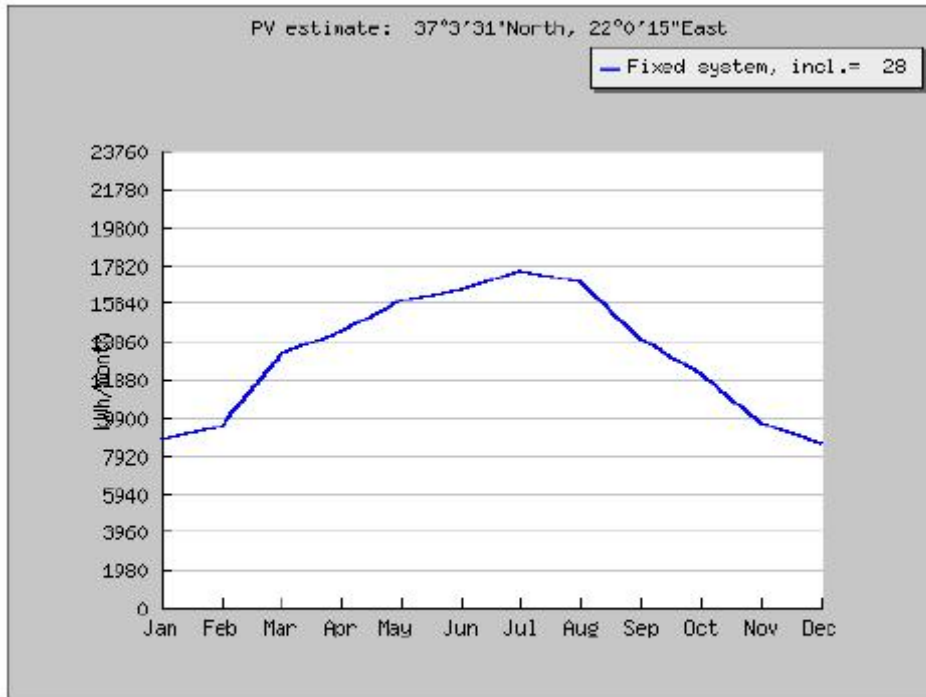
4.8 μ μ PVGIS

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

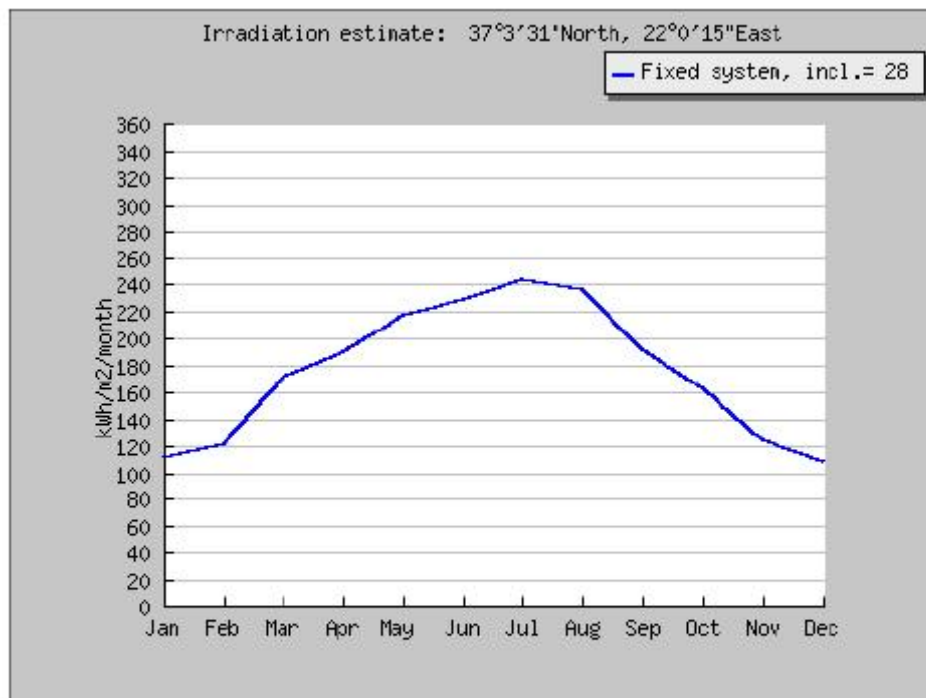
Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

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

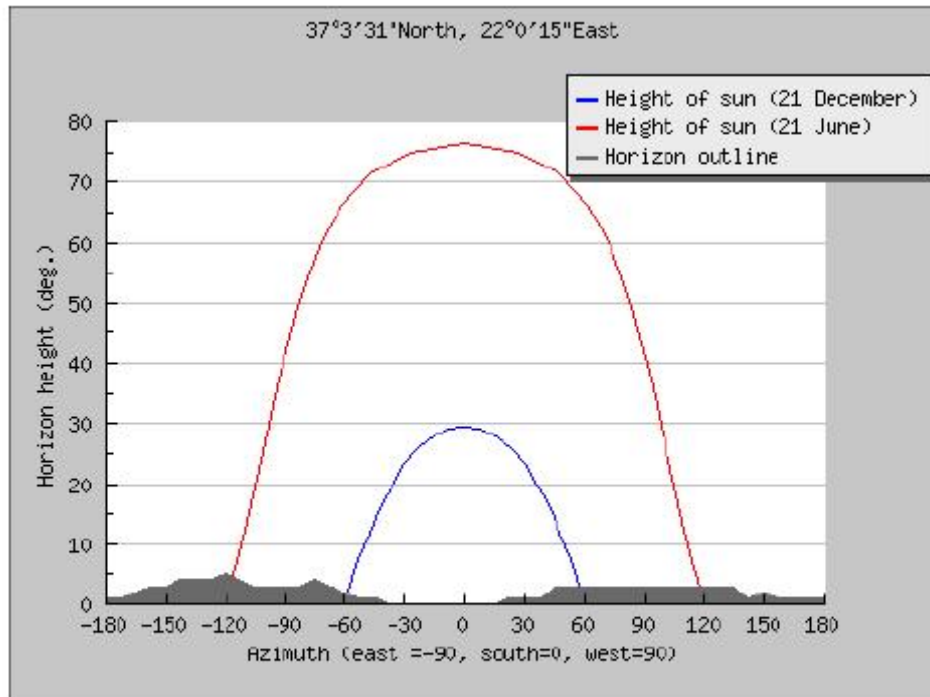
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Monthly energy output from fixed-angle PV system



Monthly in-plane irradiation for fixed angle



Outline of horizon with sun path for winter and summer solstice

4.11

/ μ μ μ / μ μ μ / μ
 100kWp.
 50% μ 3468/2006 (1). μ μ μ μ
 (2) , μ μ μ μ
 μ . μ / .

	μ.	396	250 €	99000 €
SMA SUNNY MINI CENTRAL 11000TL	μ.	9	2.950 €	19800 €
	μ.	1	3.000 €	3.000 €
				1.200 €
-				7.000 €
A /	μ.	12	2.000 €	24.000 €
				25.000 €
				2.500 €
				184000 €

μ μ μ μ μ 3468/2006.
 μ μ μ μ μ 100kWp, μ
 0,225€kWh.

	μ (€kWh)	
	μ	μ
100kWp μ μ , μ	0,225	0,25
100kWp μ μ , μ	0,185	0,225

4.11.1 μ - 1

1.		
1.1	μ	99.000 Wp
1.2		1.324 h
1.3		157000 kWh
2.		
2.1	μ	184000 €
2.2		0 €
2.3		184000 €
2.4		0 €
2.5	μμ	44000 €
2.6		184000 €
2.7		7 %
2.8		15.371 €
3.1	μ (μ 2,5%)	0,115 €kWh

4.1				35325
4.2	(μ	2,5%	)	600 €
4.3	(μ	2,5%	)	1.000 €
4.4				20 %
4.5	(		)	33705 €
5.1		kWp		1.45 €/kWp
5.2	μ		kWp	28,06 €/kWp/
5.3	μ		kWp	20,75 €/kWp/
6.1		-NPV		184000 €
6.2	μ		-IRR	29,03 %
6.3			μ ()	10

μ

1.1

140.000 € .

7% .

15

1.2

μ

0	140000					
1		15.371	5.571	9.800	9.800	134.429
2		15.371	5.961	9.410	9.410	128.468
3		15.371	6.379	8.992	8.992	122.089
4		15.371	6.825	8.546	8.546	115.264
5		15.371	7.303	8.068	8.068	107.961
6		15.371	7.814	7.557	7.557	100.147
7		15.371	8.361	7.010	7.010	91.786
8		15.371	8.946	6.425	6.425	82.840
9		15.371	9.572	5.799	5.799	73.268
10		15.371	10.243	5.128	5.128	63.025
11		15.371	10.959	4.412	4.412	52.066
12		15.371	11.727	3.644	3.644	40.339
13		15.371	12.548	2.823	2.823	27.791
14		15.371	13.426	1.945	1.945	14.366
15		15.371	14.366	1.005	1.005	0
		230.565	140.000	90.565	90.565	

6 -

TSM-PC05A TSM-PA05A

THE Honey MODULE



15.9%
MAX EFFICIENCY

260W
MAX POWER OUTPUT

10 YEAR
PRODUCT WARRANTY

25 YEAR
LINEAR POWER WARRANTY

Founded in 1997, Trina Solar is a vertically integrated PV manufacturer. Involved in the production of ingots, wafers and cells to the assembly of high quality modules, using both mono and multicrystalline technologies. As of July 2011, the Company has already achieved an annualized nameplate module capacity of approximately 1.3GW. Trina Solar's wide range of products are used in residential, commercial, industrial and public utility applications throughout the world.

Only by matching an efficient cost-structure with proven performance will we as an industry achieve grid parity. And at Trina Solar, we have both.

Trina Solar Limited
www.trinasolar.com



Module can bear snow loads up to **5400Pa** and wind loads up to **2400Pa**



Guaranteed power output **0~+3%**



High performance under low light conditions
Cloudy days, mornings and evenings

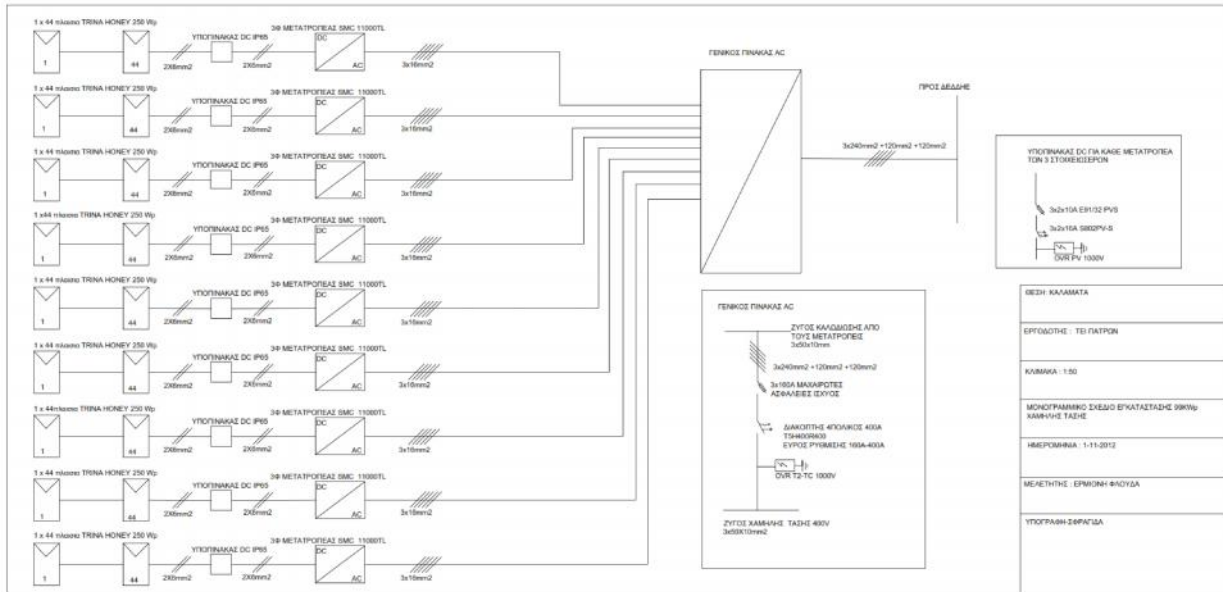


Independently certified by **International certification bodies**



Manufactured according to International Quality and Environment Management System Standards **ISO9001, ISO14001**





ΒΕΣΗ ΚΑΛΑΜΑΤΑ
ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ: ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ
ΚΑΜΒΙΑ: 1.50
ΜΟΝΟΦΑΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 99KWp ΚΑΜΒΗΣ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 1-11-2012
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΝΟΥΣΑ
ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

SUNNY MINI CENTRAL 9000TL / 10000TL / 11000TL με Reactive Power Control



SMA 9000TLBP10 / SMA 10000TLBP10 / SMA 11000TLBP10

REACTIVE POWER CONTROL

Ευελξία

- Τροφοδοσία άεργου ισχύος

Υψηλή απόδοση

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης 97,7 %
- Χωρίς μετασχηματιστή με τοπολογία H5
- Ευετής διαχείριση θερμοκρασίας OptiCool

Αξιοπιστία

- SMA Power Balancer για τριφασική σύνδεση δικτύου
- Ενσωματωμένος ηλεκτρονικός διακόπτης απόζευξης φορτίου DC ESS
- Επιτηρούμενες ασφάλειες στοιχειοσειρών

Ευκολία

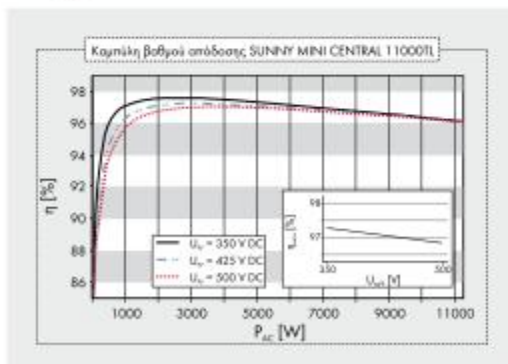
- Ενιαίο σύστημα σύνδεσης DC SUNCLIX

SUNNY MINI CENTRAL 9000TL / 10000TL / 11000TL με Reactive Power Control

Βέλτιστη ενσωμάτωση δικτύου με τροφοδοσία άεργου ισχύος

Με στόχο τη δημιουργία ασφαλών δικτύων για το μέλλον: Οι συσκευές Sunny Mini Central 9000TL / 10000TL / 11000TL με Reactive Power Control αποτελούν την ιδανική λύση όταν απαιτείται παροχή άεργου ισχύος στο σημείο τροφοδοσίας από τον πάροχο του δικτύου ηλεκτρισμού. Με τους συγκεκριμένους μετατροπείς υλοποιούνται επίσης σχεδιασμοί εγκαταστάσεων, στους οποίους προκαθορίζεται ο συντελεστής μετατόπισης $\cos \phi$, καθώς και η αναλογία της άεργου ισχύος. Με αυτό τον τρόπο, οι μεγάλες ηλιακές εγκαταστάσεις, κυρίως κλίμακας Megawatt, μπορούν να χρησιμοποιήσουν βέλτητα τη διαθέσιμη ισχύ του δικτύου διανομής. Και ταυτόχρονα μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην επιτυχία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Mini Central 9000TL	Sunny Mini Central 10000TL	Sunny Mini Central 11000TL
Είσοδος (DC)			
Μέγιστη ισχύς DC ($\Phi \cos \phi = 1$)	9300 W	10350 W	11400 W
Μέγιστη τάση DC	700 V	700 V	700 V
Εύρος τάσης σημείου μέγιστης ισχύος (MPPT)	333 V - 500 V	333 V - 500 V	333 V - 500 V
Ονομαστική τάση DC	350 V	350 V	330 V
Ελάχιστη τάση DC / Τάση εκκίνησης	333 V / 400 V	333 V / 400 V	333 V / 400 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου / ανά στοιχείο	28 A / 28 A	31 A / 31 A	34 A / 34 A
Αριθμός ανιχνυστών MPPT / Στοιχειοσειρές ανά ανιχνυστή MPPT	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Έξοδος (AC)			
Ονομαστική ισχύς AC (Φ 230 V, 50 Hz)	9000 W	10000 W	11000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	9000 VA	10000 VA	11000 VA
Ονομαστική τάση, περιοχή τάσεων AC	220, 230, 240 V, 180 V - 260 V	220, 230, 240 V, 180 V - 260 V	220, 230, 240 V, 180 V - 260 V
Συχνότητα δικτύου, εύρος AC		50, 60 Hz, -6 Hz, +5 Hz	
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	40 A	44 A	48 A
Συντελεστής ισχύος ($\cos \phi$)		0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης / Power Balancing	1 / 1 / ●	1 / 1 / ●	1 / 1 / ●
Βαθμός απόδοσης			
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Euro-Eta (EBA)	97,7 % / 97,3 %	97,7 % / 97,2 %	97,7 % / 97,2 %
Διαστάσεις προστασίας			
Προστασία από αντιστροφή πόλων DC / προστασία από αντιστροφή τάση	●/○ (Ασφάλειες)	●/○ (Ασφάλειες)	●/○ (Ασφάλειες)
Αποζεύκτης φορτίου DC ESS	●	●	●
Ανταγή σε βραχυκύκλωμα AC	●	●	●
Επιτήρηση βραχυκυκλώματος προς τη γη	●	●	●
Επιτήρηση δικτύου (SMA grid guard)	●	●	●
Γαλβανική απομόνωση / φροντίδα επέγερσης ρεύματος, αφόρμησης εισαχθέντα σε όλα τα ρεύματα	-/●	-/●	-/●
Δυνατότητα ενσωμάτωσης απαγωγού υπέρτασης DC Τύπου II	-	-	-
Εντοπισμός βλάβης στοιχειοσειρών	-	-	-
Κατηγορία προστασίας / Κατηγορία υπέρτασης	I / III	I / III	I / III
Γενικά χαρακτηριστικά			
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε mm	468 / 613 / 242	468 / 613 / 242	468 / 613 / 242
Βάρος	35 kg	35 kg	35 kg
Εύρος τμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Εκπομπή θορύβου, τυπική	≤ 42 dB(A)	≤ 45 dB(A)	≤ 46 dB(A)
Ίδιο κατανάλωση (νύχτα)	0,25 W	0,25 W	0,25 W
Τοπολογία	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή
Τρόπος ψύξης	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Είδος προστασίας ηλεκτρονικού συστήματος / Περιοχή σύνδεσης (κατά το πρότυπο IEC 60329)	IP65 / IP65	IP65 / IP65	IP65 / IP65
Κατηγορία κλίματος (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H
Εξοπλισμός			
Σύνδεση DC: SUNCIUX	●	●	●
Σύνδεση AC: Καλωδιακός συνδετήρας / Ηλεκτρωτικός συνδετήρας	●/-	●/-	●/-
Οθόνες: LCD / γραφικών	●/-	●/-	●/-
Διαστάσεις: RS485 / Bluetooth®	o/o	o/o	o/o
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	●/o/o/o/o/o	●/o/o/o/o/o	●/o/o/o/o/o
Πιστοποιητικά και εγκρίσεις (πυρσώστερα κατόπιν αιτήματος)		CE, VDE 0126-1-1, EN 50438*, C10/C11	
* Δεν ισχύει για όλα τα εθνικά προσαρτήματα του προτύπου EN 50438			
● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικά - Δεν διατίθεται			
Στοιχεία για ονομαστικές συνθήκες			
Χηρισμός	SMC 9000TLRP-10	SMC 10000TLRP-10	SMC 11000TLRP-10



Εξαρτήματα



Διαμορφ. RS485 485PBNR



Βιολιστόν PiggyBack BTENVNR

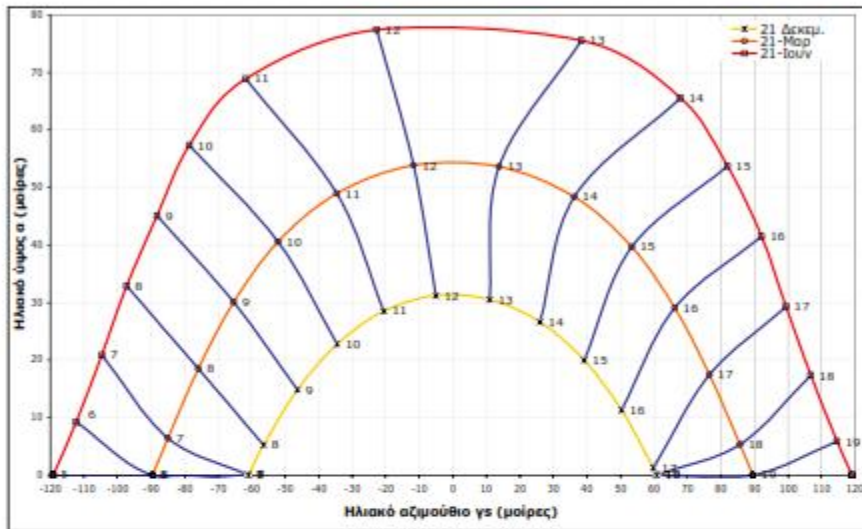


SMA Power Extension Καλώδιο Y-FBL YCABIE-10

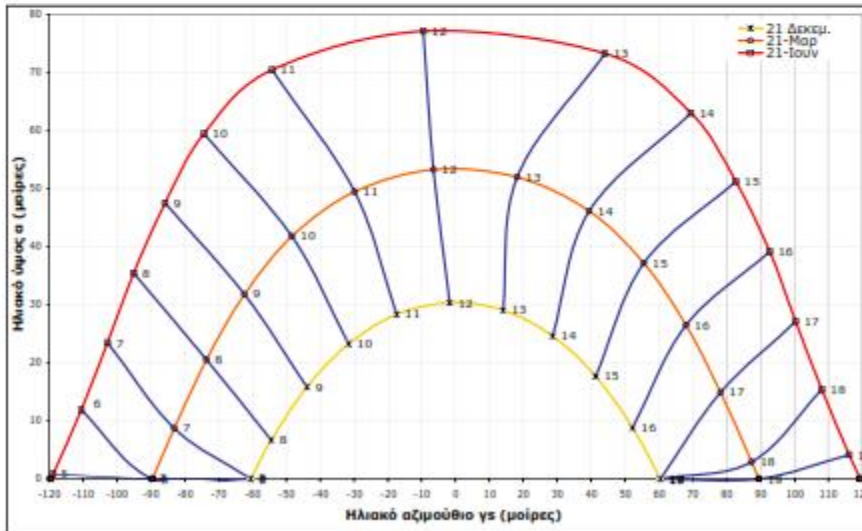
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η ηλιακή τροχιά για αντιπροσωπευτικά γεωγραφικά πλάτη 35°, 36°, 37°, 38°, 39° και 40°.



Σχήμα Γ.1. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 35°Β.



Σχήμα Γ.2. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 36°Β.

ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
		B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N
ΙΑΝ	73	22	24	48	80	100	27	36	66	98	113
ΦΕΒ	89	26	31	53	77	93	33	49	77	104	117
ΜΑΡ	137	40	54	82	100	106	62	87	120	145	154
ΑΠΡ	174	52	72	97	102	94	107	122	148	163	167
ΜΙΑ	210	73	99	119	109	87	156	164	181	183	179
ΙΟΥΝ	220	80	106	121	106	80	174	177	188	185	178
ΙΟΥΛ	224	79	106	125	111	86	172	178	192	192	185
ΑΥΓ	205	64	93	119	116	97	138	153	178	188	187
ΣΕΠΤ	165	45	65	97	112	111	82	107	143	167	176
ΟΚΤ	125	34	45	81	110	126	40	71	112	147	162
ΝΟΕ	89	24	28	58	97	122	28	42	81	120	139
ΔΕΚ	69	20	22	47	83	107	24	31	64	99	116

ΙΩΑΝΝΙΝΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
		B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N
ΙΑΝ	52	16	18	36	63	80	21	25	48	74	86
ΦΕΒ	66	21	24	41	62	75	27	37	59	80	91
ΜΑΡ	105	35	43	64	80	87	47	67	92	113	121
ΑΠΡ	135	47	61	80	85	81	84	97	117	130	133
ΜΙΑ	178	66	84	101	98	85	130	137	154	160	159
ΙΟΥΝ	202	75	96	112	103	85	155	159	172	175	171
ΙΟΥΛ	212	76	100	119	111	92	157	164	182	186	183
ΑΥΓ	190	62	86	113	114	101	122	139	166	180	181
ΣΕΠΤ	137	41	55	82	98	101	65	88	119	142	151
ΟΚΤ	96	28	33	58	86	103	35	52	84	114	128
ΝΟΕ	58	18	20	40	68	85	22	28	53	80	93
ΔΕΚ	45	14	15	33	60	78	18	21	43	68	81

ΚΑΛΑΜΑΤΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
		B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N
ΙΑΝ	68	20	23	46	80	101	25	32	63	95	111
ΦΕΒ	82	25	29	50	75	90	31	44	72	98	111
ΜΑΡ	126	38	50	76	95	101	56	80	110	135	144
ΑΠΡ	156	49	66	87	94	88	96	110	133	147	151
ΜΙΑ	199	70	93	113	106	87	146	154	171	176	173
ΙΟΥΝ	216	79	103	120	107	84	168	172	184	184	178
ΙΟΥΛ	222	78	105	124	113	90	168	174	190	192	187
ΑΥΓ	201	64	91	118	116	100	132	148	175	187	186
ΣΕΠΤ	155	44	61	92	108	109	75	100	134	159	168
ΟΚΤ	114	32	38	68	98	117	38	61	99	133	149
ΝΟΕ	75	21	25	50	85	107	26	36	69	103	120
ΔΕΚ	59	17	19	42	76	97	21	27	56	87	103

ποσοστό περίπου 23-25% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ στην περίπτωση περιστρεφόμενων βάσεων δύο αξόνων η αύξηση ανέρχεται περίπου στο 28-30%^[21].

Πίνακας 4.4. Μηνιαία Ηλιακή Ενέργεια για τις βέλτιστες γωνίες κλίσης β των Φ/Β ($kWh/m^2_{\text{μο}}$), και βέλτιστη κλίση σε ετήσια (E) βάση, χειμερινή (Χ) και θερινή (Θ) περίοδο, για διάφορες περιοχές της Ελλάδας^[20].

Κλίση β (°)	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε	Χ	Θ
Αθήνα ($\varphi=37,96^\circ$, $L=23,92^\circ$)															
7-14	70	84	118	151	190	201	217	206	158	117	84	67	1664	540	1124
23-33	86	97	126	151	181	188	204	202	166	133	104	85	1724	649	1092
42-52	98	103	124	137	154	156	171	178	159	140	118	99	1637	682	955
Ηράκλειο ($\varphi=35,33^\circ$, $L=25,15^\circ$)															
5-12	73	90	133	175	211	216	221	207	173	129	94	73	1794	637	1203
20-30	87	101	140	174	202	203	210	203	180	143	112	89	1844	703	1172
38-48	96	107	140	163	180	177	185	186	176	151	124	101	1787	732	1067
Θεσσαλονίκη ($\varphi=40,63^\circ$, $L=22,93^\circ$)															
9-16	62	75	105	140	174	183	203	182	141	101	69	58	1495	510	1024
25-35	77	87	111	139	166	171	191	178	148	114	85	74	1543	574	994
45-55	86	92	110	130	148	150	168	163	144	119	94	85	1490	597	903
Ιωάννινα ($\varphi=39,67^\circ$, $L=20,83^\circ$)															
9-16	63	76	118	148	189	200	215	199	154	118	77	57	1614	539	1105
24-34	75	86	125	148	181	188	204	196	161	132	92	70	1659	596	1079
44-54	86	91	125	137	159	162	177	178	157	140	104	81	1596	624	969
Καλαμάτα ($\varphi=36,07^\circ$, $L=22,12^\circ$)															
6-13	79	90	136	158	209	214	220	204	166	128	93	68	1766	624	1172
22-32	94	102	145	158	201	202	208	201	173	143	111	83	1820	692	1142
40-50	107	109	144	146	176	172	180	181	168	151	126	95	1754	726	1022
Κομοτηνή ($\varphi=41,13^\circ$, $L=25,42^\circ$)															
10-17	67	79	117	151	188	205	212	198	160	120	77	63	1638	555	1114
26-36	80	89	124	151	180	192	201	195	166	134	92	78	1681	614	1084
46-56	91	95	123	139	157	164	173	175	161	142	104	90	1612	642	968
Λάρισα ($\varphi=39,63^\circ$, $L=22,42^\circ$)															
9-16	59	78	121	160	203	210	218	202	160	114	79	57	1662	555	1154
24-34	75	92	131	160	193	194	203	198	170	132	101	76	1726	636	1118
44-54	83	96	131	151	175	173	182	184	167	138	112	85	1676	658	1032
Μυτιλήνη ($\varphi=39,10^\circ$, $L=26,53^\circ$)															
9-16	63	80	122	161	209	216	222	205	167	124	81	62	1713	569	1180
24-34	80	94	132	161	198	199	207	201	177	145	104	82	1778	652	1142
43-53	87	99	131	152	179	177	185	186	173	152	114	92	1727	675	1052
Πάτρα ($\varphi=38,25^\circ$, $L=21,73^\circ$)															
7-14	66	82	134	151	200	212	216	201	163	121	79	66	1692	578	1144
23-33	83	96	145	150	189	195	201	196	172	140	100	86	1753	660	1102
42-52	91	100	145	141	170	173	180	181	168	146	109	96	1699	682	1013

τον σχεδιασμό συστημάτων σκιασμού και άλλα. Στο παράρτημα Γ δίνονται οι ηλιακές τροχιές για δ γεωγραφικά πλάτη της χώρας ($35\pm 40^\circ$), για την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), την 21^η Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και την 21^η Μαρτίου/Σεπτεμβρίου (ισημερία).

Το ηλιακό ύψος α υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\sin(\alpha) = \sin(\delta) \cdot \sin(\lambda) + \cos(\delta) \cdot \cos(\lambda) \cdot \cos(\omega) = \cos(\gamma) \quad [4.11]$$

Αντίστοιχα το ηλιακό αζιμούθιο γ_s υπολογίζεται από την σχέση:

$$\gamma_s = C_1 \cdot C_2 \cdot [\sin^{-1}(\sin(\omega) \cdot \cos(\delta) / \sin(\gamma))] + C_3 \cdot 180 \cdot (1 - C_1 \cdot C_2) / 2 \quad [4.12]$$

όπου

$$C_1 = \begin{cases} 1 & \text{αν } |\omega| \leq \omega_{\max} \\ -1 & \text{αν } |\omega| > \omega_{\max} \end{cases}$$

$$C_2 = \begin{cases} 1 & \text{αν } (\varphi - \delta) \geq 0 \\ -1 & \text{αν } (\varphi - \delta) < 0 \end{cases}$$

$$C_3 = \begin{cases} 1 & \text{αν } \omega \geq \omega_{\max} \\ -1 & \text{αν } \omega < \omega_{\max} \end{cases}$$

και $\cos(\omega_{\max}) = \tan(\delta) / \tan(\varphi)$

4.3. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα συστήματα αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιακός συλλέκτης ή φωτοβολταϊκά) μπορεί να είναι τοποθετημένα πάνω σε σταθερή βάση ή σε περιστρεφόμενη βάση. Αναλόγως με το είδος του συστήματος, το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αξιοποιείται, είναι διαφορετικό.

Για σταθερή βάση με δυνατότητα ή μη ρύθμισης της γωνίας κλίσης (β) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ο υπολογισμός της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται από τις εξισώσεις 4.1 (για ημερήσιες ή μηνιαίες τιμές) ή 4.8 (για ωριαίες τιμές). Η βέλτιστη ετήσια σταθερή γωνία κλίσης ενός ηλιακού συστήματος, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, την περίοδο ηλιοφάνειας, τη μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης και τα φυσικά εμπόδια (ορεινοί όγκοι, δένδρα, κτιριακές εγκαταστάσεις, κ.α.). Τα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια μπορεί να περιορίζουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με τη γεωμετρική θέση που έχουν ως προς τα ηλιακά συστήματα. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια επιφάνεια με σταθερή βάση, μπορεί να αυξηθεί (4+ 6%) με την μηνιαία μεταβολή της κλίσης (β) ανά μήνα ή ανά εποχή.

Στο πίνακα 4.4, δίνονται τιμές της προσπίπτουσας μηνιαίας ολικής ηλιακής ενέργειας ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{μο})$) σε κεκλιμένες επιφάνειες για τις βέλτιστες κλίσεις εγκατάστασης ηλιακού συστήματος (β), για εννέα περιοχές της Ελλάδας^[20]. Οι τιμές της βέλτιστης κλίσης δίνονται σε ετήσια (Ε) βάση, σε χειμερινή (Χ) βάση και θερινή (Θ) βάση. Οι τιμές βέλτιστης κλίσης (β) είναι σχεδόν ίδιες για περιοχές με ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Στην Ελλάδα, η μεταβολή της κλίσης ενός ηλιακού συστήματος σε εποχική βάση, αυξάνει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κατά περίπου 5% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ η μεταβολή της κλίσης σε μηνιαία βάση ισούται με 6%.

Συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων υπάρχουν ενός ή δύο αξόνων. Οι βάσεις με έναν άξονα περιστροφής διατηρούν την συλλεκτική επιφάνεια ενός ηλιακού συστήματος σε σταθερή κλίση αλλά με προσανατολισμό ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s . Οι βάσεις με δύο άξονες περιστροφής μετακινούν την συλλεκτική επιφάνεια του συστήματος σε κλίση (β) ίση με το ηλιακό ύψος (α) και με προσανατολισμό (γ) ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s , δηλαδή έτσι ώστε να ακολουθεί την κίνηση του ηλίου. Στην Ελλάδα, συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων ενός άξονα αυξάνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε

όπου, ω είναι η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας: $\omega = (HX - 12) \cdot 15^\circ$

a και b γεωμετρικοί παράμετροι που υπολογίζονται βάσει της ωριαίας γωνίας δύσης στην υπό μελέτη περιοχή

$$a = 0.409 + 0.5016 \sin(\omega_{ss} - 60) \quad b = 0.6609 - 0.4767 \sin(\omega_{ss} - 60)$$

Αντίστοιχα, η μέση διάχυτη ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_d (kWh/m².hour) που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση των Liu & Jordan ^[10] όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_d (kWh/(m².day)).

$$\frac{\bar{I}_d}{\bar{H}_d} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{(\cos(\omega) - \cos(\omega_{ss}))}{(\sin(\omega_{ss}) - \frac{2\pi \cdot \omega_{ss}}{360} \cdot \cos(\omega_{ss}))} \quad [4.8]$$

Η μέση ωριαία ηλιακή ενέργεια I_b που προσπίπτει σε κεκλιμένο επίπεδο με κλίση και τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\bar{I}_b = I_T \cdot \left[\left(1 - \frac{I_d}{I_T}\right) \cdot R_b + 0.5 \cdot \frac{I_d}{I_T} \cdot (1 + \cos(\beta)) + 0.5 \cdot \rho \cdot (1 - \cos(\beta)) \right] \quad [4.9]$$

όπου, R_b είναι ο γεωμετρικός παράγοντας που εκφράζει τον λόγο της άμεσης ωριαίας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή στον οριζόντιο επίπεδο και δίνεται από την εξίσωση:

$$R_b = \frac{\sin(\delta) \sin(\varphi) \cos(\beta) - \sin(\delta) \cos(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(\beta) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\beta) \sin(\gamma) \sin(\omega)}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\varphi) \sin(\delta)} \quad [4.10]$$

όπου,

γ , η αζιμούθια γωνία της επιφάνειας και ισούται με ($\gamma=0^\circ$) για νότιο προσανατολισμό της επιφάνειας, ($\gamma=90^\circ$) για δυτικό και ($\gamma=-90^\circ$) για ανατολικό,

ω , η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας,

δ , η ηλιακή απόκλιση: $\delta = 23.45 \cdot \sin\left[360 \cdot \frac{D + 284}{365}\right]$, με D το αριθμός της ημέρας.

φ , το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Με βάση την πιο πάνω σχέση για την ωριαία ηλιακή ενέργεια I_b (kWh/m²) σε κεκλιμένη επιφάνεια, εύκολα υπολογίζεται η διακύμανση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (kW/m²) στην διάρκεια της εκάστοτε τυπικής ημέρας του κάθε μήνα. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στην διάρκεια της ημέρας εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως την νέφωση.

4.2. ΗΛΙΑΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

Η ηλιακή τροχιά καθορίζεται από το ηλιακό ύψος (α) και το ηλιακό αζιμούθιο (γ_s), παραμέτρους παρόμοιες για περιοχές ίδιου γεωγραφικού πλάτους. Το ηλιακό ύψος και αζιμούθιο, είναι χρήσιμες παράμετροι για τον υπολογισμό βιοκλιματικών διατάξεων, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα ή για

για επιφάνειες με δυτικό προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και 90°. Για $\gamma > 90^\circ$ οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{gr} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B + \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\},$$

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B - \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\}$$

για επιφάνειες με ανατολικό προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και -90°. Για $\gamma < -90^\circ$ οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{gr} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B - \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\},$$

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B + \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\}$$

όπου $A = \frac{\cos(\varphi)}{\sin(\gamma) \cdot \tan(\beta)} + \frac{\sin(\varphi)}{\tan(\gamma)}$

και $B = \tan(\delta) \left[\frac{\cos(\varphi)}{\tan(\gamma)} - \frac{\sin(\varphi)}{\sin(\gamma) \cdot \tan(\beta)} \right]$

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) μπορεί να υπολογισθεί από τις ωριαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας βάσει της μεθοδολογία η οποία εξηγείται στην ακόλουθη παράγραφο.

4.1.3. Ωριαία Ηλιακή Ακτινοβολία

Για την εκτίμηση της μέσης ωριαίας ενέργειας ή της ισχύος που αποδίδει ένα ηλιακό σύστημα (π.χ. Φ/Β), είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας διακύμανσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του κάθε μήνα.

Η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του μήνα μπορεί να υπολογιστεί από τα αντίστοιχα εμπειρικά μοντέλα υπολογισμών των Collares, Pereira & Rabi⁽¹⁰⁾, αλλά και το ιστροπικό μοντέλο. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν της ωριαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο και σε κεκλιμένο επίπεδο. Η ολική ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_T ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{hr})$) στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_T ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$).

$$\frac{\bar{I}_T}{H_T} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{(a + b \cdot \cos(\omega)) \cdot (\cos(\omega) - \cos(\omega_{ss}))}{(\sin(\omega_{ss}) - \frac{2\pi \cdot \omega_{ss}}{360} \cdot \cos(\omega_{ss}))} \quad [4.7]$$

Ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R_b , που είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{R}_b = \frac{\left[\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_{ss}) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{ss} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin(\delta) \right]}{\left[\cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_{ss}) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{ss} \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) \right]} \quad [4.4]$$

όπου,

ω_{ss} , είναι η ωριαία γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1}(-\tan(\varphi - \beta) \cdot \tan(\delta)) \right\}, \quad [4.5]$$

όπου

φ , είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής,

δ , είναι η ηλιακή απόκλιση την μέση αντιπροσωπευτική μέρα του μήνα

και β , είναι η κλίση της επιφάνειας

Με την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων υπολογίζεται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό, για διάφορες κλίσεις β επιφανειών. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε καθαρό οριζόντιο χωρίς εμπόδια. Σε περίπτωση που στο νότιο υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια η προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται.

4.1.2. Επιφάνειες με Τυχαίο Προσανατολισμό

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό (αζιμούθιο $\gamma \neq 0$), η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ($kWh/(m^2 \cdot mo)$) υπολογίζεται με την εξίσωση 4.1 του Klein^[17], όπου ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R_b , είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο με τυχαίο προσανατολισμό προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\bar{R}_b = \frac{\sin(\delta) \sin(\varphi) \cos(\beta) \cdot (\omega_{ss} - \omega_{sr}) \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) - \sin(\delta) \cos(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cdot (\omega_{ss} - \omega_{sr}) \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(\beta) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr})) + \cos(\delta) \sin(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr})) + \cos(\delta) \sin(\beta) \sin(\gamma) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr}))}{2 \cdot \left[\cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_{ss}) + \left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot \sin(\varphi) \sin(\delta) \sin(\omega_{sr}) \right]} \quad [4.6]$$

όπου,

ω_{sr} , είναι η ωριαία γωνία ανατολής του ήλιου επί της κεκλιμένης επιφάνειας με τυχαίο προσανατολισμό και ω_{ss} , είναι η ωριαία γωνία δύσης του ήλιου και υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις, οι οποίες ισχύουν για αζιμούθιο $-90^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$.^[18]

Πίνακας 4.3. Μέσος μηνιαίος συντελεστής αθριότητας k_{α} .

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα, Ελληνικό	0,44	0,47	0,48	0,53	0,57	0,62	0,63	0,64	0,60	0,54	0,49	0,44
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	0,45	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,61	0,63	0,61	0,55	0,47	0,43
Αγρίνιο	0,46	0,47	0,49	0,51	0,55	0,62	0,64	0,63	0,59	0,55	0,49	0,44
Αγχάλιος	0,45	0,46	0,47	0,51	0,55	0,61	0,62	0,62	0,58	0,51	0,46	0,43
Αλεξανδρούπολη	0,40	0,44	0,46	0,49	0,54	0,59	0,60	0,61	0,58	0,53	0,44	0,39
Αλιάρτος	0,37	0,42	0,47	0,54	0,60	0,62	0,63	0,64	0,60	0,51	0,46	0,39
Ανδραβίδα	0,48	0,49	0,53	0,54	0,58	0,63	0,65	0,65	0,61	0,57	0,52	0,47
Άραξος	0,44	0,47	0,49	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62	0,60	0,55	0,48	0,43
Άργος (Πυργέλα)	0,48	0,49	0,52	0,54	0,59	0,64	0,65	0,65	0,61	0,57	0,51	0,46
Αργασόλι	0,46	0,48	0,51	0,54	0,60	0,63	0,65	0,64	0,61	0,56	0,51	0,44
Άρτα	0,48	0,49	0,50	0,51	0,56	0,61	0,62	0,62	0,60	0,56	0,50	0,46
Ζάκυνθος	0,45	0,46	0,45	0,54	0,56	0,58	0,62	0,64	0,60	0,52	0,45	0,41
Ηράκλειο	0,42	0,45	0,49	0,56	0,60	0,64	0,65	0,64	0,62	0,55	0,50	0,43
Θεσσαλονίκη	0,41	0,43	0,44	0,49	0,52	0,57	0,60	0,59	0,55	0,48	0,43	0,40
Ιεράπετρα	0,46	0,49	0,54	0,58	0,61	0,64	0,64	0,64	0,62	0,58	0,56	0,48
Ιωάννινα	0,39	0,41	0,44	0,47	0,52	0,58	0,61	0,60	0,54	0,50	0,42	0,38
Καλαμάτα	0,47	0,48	0,51	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,56	0,50	0,45
Καστοριά	0,45	0,45	0,47	0,49	0,51	0,58	0,59	0,59	0,56	0,51	0,45	0,42
Κέρκυρα	0,43	0,46	0,49	0,52	0,57	0,61	0,63	0,63	0,59	0,53	0,47	0,43
Κομοτηνή	0,40	0,42	0,45	0,51	0,55	0,60	0,61	0,62	0,59	0,53	0,45	0,41
Κόνιτσα	0,41	0,41	0,47	0,48	0,56	0,57	0,62	0,62	0,56	0,52	0,47	0,43
Κόρινθος (Βέλο)	0,46	0,49	0,51	0,54	0,59	0,63	0,64	0,64	0,60	0,56	0,50	0,43
Κύθηρα	0,45	0,46	0,51	0,54	0,61	0,63	0,64	0,64	0,61	0,56	0,51	0,44
Λαμία	0,43	0,44	0,47	0,52	0,55	0,60	0,61	0,61	0,57	0,51	0,47	0,43
Λάρισα	0,41	0,44	0,47	0,52	0,56	0,61	0,62	0,62	0,58	0,50	0,45	0,40
Λήμνος	0,39	0,43	0,47	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,54	0,45	0,39
Μεθώνη	0,47	0,49	0,53	0,54	0,61	0,62	0,63	0,63	0,63	0,60	0,57	0,49
Μήλος	0,38	0,39	0,48	0,59	0,62	0,64	0,64	0,64	0,63	0,54	0,51	0,39
Μυτιλήνη	0,38	0,43	0,47	0,54	0,61	0,63	0,64	0,64	0,62	0,56	0,48	0,41
Νάξος	0,41	0,45	0,50	0,55	0,60	0,63	0,64	0,64	0,61	0,56	0,49	0,42
Πάρος	0,41	0,46	0,51	0,57	0,61	0,63	0,64	0,63	0,62	0,57	0,50	0,44
Πάτρα	0,39	0,43	0,51	0,50	0,58	0,62	0,62	0,62	0,60	0,53	0,46	0,42
Πύργος	0,48	0,49	0,52	0,54	0,58	0,62	0,64	0,64	0,60	0,57	0,52	0,46
Ρέθυμνο	0,40	0,45	0,47	0,55	0,61	0,63	0,64	0,64	0,61	0,50	0,51	0,41
Ρόδος	0,47	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63	0,64	0,64	0,61	0,58	0,52	0,45
Σάμος	0,45	0,48	0,52	0,55	0,60	0,65	0,66	0,66	0,64	0,60	0,54	0,45
Σέρρες	0,41	0,44	0,46	0,49	0,53	0,58	0,60	0,60	0,57	0,51	0,44	0,39
Σητεία	0,43	0,46	0,50	0,55	0,60	0,64	0,65	0,65	0,62	0,56	0,51	0,44
Σκύρος	0,37	0,42	0,46	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,52	0,45	0,39
Σούδα	0,42	0,46	0,52	0,56	0,61	0,64	0,65	0,65	0,62	0,55	0,49	0,43
Σύρος	0,40	0,47	0,49	0,59	0,62	0,63	0,64	0,64	0,62	0,98	0,50	0,44
Τανάγρα	0,42	0,44	0,46	0,52	0,57	0,62	0,63	0,63	0,60	0,52	0,45	0,41
Τρίκαλα Ημαθίας	0,45	0,46	0,45	0,49	0,52	0,58	0,59	0,59	0,56	0,50	0,45	0,43
Τρίπολη	0,46	0,46	0,49	0,52	0,55	0,60	0,61	0,61	0,60	0,54	0,49	0,45
Τυμπάκιο	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,64	0,65	0,65	0,63	0,59	0,54	0,47
Χανιά	0,40	0,45	0,49	0,56	0,62	0,63	0,64	0,64	0,61	0,52	0,50	0,42
Χίος	0,39	0,43	0,49	0,55	0,61	0,63	0,64	0,64	0,62	0,58	0,50	0,42
Χρυσούπολη	0,46	0,50	0,48	0,48	0,56	0,59	0,60	0,60	0,57	0,52	0,48	0,39

Πίνακας 4.2. Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².mo)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα, Ελληνικό	25,1	32,2	50,3	65,7	81,9	85,5	85,3	73,7	55,5	40,1	26,5	22,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	25,1	32,0	50,4	65,6	81,8	85,5	85,2	73,7	55,5	40,1	26,3	21,8
Αγρίνιο	24,6	31,7	50,0	65,2	81,9	85,8	85,5	73,6	55,1	39,5	25,9	21,4
Αγγιάλος	23,9	30,9	49,1	65,1	82,1	86,1	85,7	73,5	54,7	38,5	24,8	20,5
Αλεξανδρούπολη	21,4	29,1	47,5	64,2	82,2	86,8	86,2	73,2	53,6	37,1	23,0	18,3
Αλιάρτος	23,1	31,0	49,8	65,7	82,2	85,7	85,4	73,7	55,3	39,4	25,8	20,8
Ανδραβίδα	25,6	32,6	51,0	65,9	82,0	85,6	85,3	73,8	55,6	40,4	26,8	22,4
Άραξος	24,9	32,1	50,4	65,7	82,0	85,6	85,3	73,7	55,4	40,0	26,3	21,7
Άργος (Πυργέλα)	25,9	32,9	51,2	66,0	82,0	85,4	85,2	73,8	55,8	40,6	27,1	22,6
Αργοστόλι	25,1	32,1	50,6	65,8	82,1	85,7	85,4	73,7	55,4	40,0	26,4	21,8
Άρτα	24,3	31,4	49,7	65,1	82,1	86,1	85,6	73,5	54,8	39,1	25,4	21,0
Ζάκυνθος	25,4	32,2	49,8	65,9	81,8	85,3	85,2	73,8	55,7	40,1	26,3	21,8
Ηράκλειο	27,6	34,4	52,6	66,8	81,5	84,3	84,3	74,1	57,2	42,8	29,4	24,8
Θεσσαλονίκη	21,8	29,2	47,3	64,2	82,0	86,6	86,1	73,1	53,6	36,9	23,1	18,7
Ιεράπετρα	28,6	35,3	53,4	67,1	81,5	84,1	84,2	74,1	57,4	43,3	30,2	25,8
Ιωάννινα	22,4	29,6	48,1	64,0	81,8	86,2	85,8	73,4	54,1	38,0	23,9	19,3
Καλαμάτα	26,4	33,2	51,5	66,0	81,8	85,1	84,9	73,8	56,1	41,1	27,6	23,1
Καστοριά	22,5	29,7	48,1	64,3	81,7	86,6	86,0	73,2	53,7	37,4	23,5	19,1
Κέρκυρα	23,2	30,5	49,1	65,0	82,3	86,3	85,8	73,5	54,4	38,4	24,6	20,1
Κομοτηνή	21,1	28,5	47,1	64,3	82,4	87,0	86,3	73,2	53,4	36,8	22,8	18,2
Κόνιτσα	22,3	29,2	48,5	64,2	82,2	86,4	85,9	73,3	54,0	37,8	24,1	19,7
Κόρινθος (Βέλο)	25,4	32,5	50,7	65,9	82,0	85,5	85,3	73,7	55,6	40,2	26,6	22,0
Κύθηρα	27,1	33,7	52,1	66,4	81,8	84,7	84,6	73,9	56,7	41,9	28,5	23,9
Λαμία	24,0	31,0	49,4	65,3	82,0	85,9	85,5	73,5	54,8	38,9	25,3	20,8
Λάρισα	22,9	30,3	48,8	65,1	82,2	86,3	85,8	73,4	54,4	38,1	24,3	19,7
Λήμνος	22,1	29,9	48,6	65,1	82,4	86,5	85,9	73,4	54,3	38,2	24,1	19,3
Μεθώνη	23,4	30,7	49,4	65,2	82,5	86,4	85,9	73,4	54,4	38,5	25,0	20,5
Μήλος	25,1	31,6	51,3	66,6	81,9	85,0	84,9	73,9	56,4	41,3	28,0	22,5
Μυτιλήνη	22,8	30,5	49,2	65,4	82,3	86,1	85,7	73,6	54,9	39,1	25,3	20,4
Νάξος	25,5	32,7	51,3	66,2	81,9	85,2	85,0	73,9	56,1	41,1	27,5	22,7
Πάρος	25,5	33,0	51,4	66,4	82,0	85,1	84,9	73,8	56,2	41,2	27,6	23,0
Πάτρα	23,9	31,3	50,5	65,3	82,1	85,7	85,3	73,6	55,4	39,8	25,9	21,5
Πύργος	25,8	32,7	51,1	65,9	82,0	85,4	85,2	73,8	55,7	40,6	27,0	22,6
Ρέθυμνο	27,1	34,4	52,1	66,8	81,6	84,3	84,3	74,0	57,2	42,2	29,5	24,4
Ρόδος	27,1	33,9	52,2	66,5	81,7	84,8	84,7	73,9	56,6	41,9	28,5	23,9
Σάμος	25,5	32,6	51,0	66,1	82,0	85,5	85,3	73,9	55,8	40,6	27,1	22,5
Σέρρες	21,2	28,9	47,2	64,1	82,1	86,9	86,2	73,1	53,4	36,7	22,7	18,1
Σητεία	27,8	34,7	52,9	66,8	81,5	84,2	84,3	74,1	57,3	43,0	29,6	25,0
Σκύρος	22,8	30,5	49,1	65,4	82,1	86,0	85,6	73,6	54,9	39,0	25,1	20,3
Σούδα	27,4	34,3	52,8	66,8	81,6	84,4	84,4	74,1	57,1	42,6	29,1	24,5
Σύρος	24,9	32,7	50,9	66,3	82,0	85,3	85,1	73,8	55,9	41,9	27,2	22,6
Τανάγρα	24,4	31,5	49,7	65,5	82,0	85,7	85,4	73,7	55,3	39,6	25,7	21,2
Τρίκαλα Ημαθίας	22,3	29,6	47,5	64,2	81,9	86,7	86,0	73,2	53,6	37,1	23,4	19,1
Τρίπολη	25,8	32,5	50,8	65,7	81,6	85,3	85,0	73,7	55,8	40,6	27,0	22,7
Τυμπάκιο	28,7	35,4	53,4	67,0	81,5	84,1	84,2	74,1	57,5	43,3	30,1	25,7
Χανιά	27,0	34,2	52,4	66,8	81,6	84,4	84,4	74,0	57,1	42,4	29,2	24,4
Χίος	23,8	31,2	50,2	65,8	82,2	85,8	85,4	73,7	55,4	39,9	26,2	21,4
Χρυσούπολη	22,1	29,8	47,8	63,9	82,4	86,8	86,2	73,1	53,5	37,0	23,3	18,2

4.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένες επιφάνειες με σταθερό ή τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται με θεωρητικά και εμπειρικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί και βασίζονται κυρίως σε μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο της υπό μελέτη περιοχής. Στα μοντέλα αυτά συνυπολογίζονται και γεωμετρικοί παράγοντες που σχετίζονται με την τροχιά του ήλιου, την περιοχή και την εποχή του χρόνου.

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια είναι συνάρτηση της κλίσης της επιφάνειας, του προσανατολισμού της και της περιοχής εγκατάστασης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η καθαρότητα του οριζόντιου και τα τυχόν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που υπάρχουν γύρω από την επιφάνεια πρόσπτωσης.

4.1.1. Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό

Η μέση ολική μηνιαία \bar{H}_T ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο υπολογισμό, υπολογίζεται βάση του ιστροπικού μοντέλου των Liu, Jordan^{115,161} & Klein^{115,171}, από την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{H}_T = (\bar{H} - \bar{H}_d) \cdot \bar{R}_b + 0,5 \cdot \bar{H}_d \cdot (1 + \cos \beta) + 0,5 \cdot \rho \cdot \bar{H} \cdot (1 - \cos \beta) \quad [4.1]$$

όπου,

ρ , είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15,

β , είναι η κλίση της επιφάνειας,

\bar{H}_T , είναι η μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή,

\bar{H}_d , είναι η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή.

και \bar{R}_b , είναι μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο $\gamma=0$).

Η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την σχέση των Collares-Pereira & Rabl¹¹⁰, η οποία αναφέρεται στον λόγο της διάχυτης προς την ολική μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο. Ο λόγος αυτός περιγράφεται από την σχέση 4.2. Στον πίνακα 4.2 δίνονται τιμές της μέση μηνιαίας διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας όπως υπολογίστηκαν από την σχέση 4.2 και βάσει των τιμών της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας όπως αναφέρονται στον πίνακα 4.1.

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}_T} = 0,755 + 0,00653 \cdot (\omega_{SS} - 90) - [0,505 + 0,004555 \cdot (\omega_{SS} - 90)] \cdot \cos(115 \cdot \bar{k}_t - 103) \quad [4.2]$$

όπου,

ω_{ss} , η ωριαία γωνία δύσης για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή,

και \bar{k}_t ο μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας της περιοχής και υπολογίζεται από την εξίσωση 4.3, όπου \bar{H}_o είναι η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) σε οριζόντιο επίπεδο στο όριο της ατμόσφαιρας. Στον πίνακα 4.3 δίνονται οι τιμές του μέσου μηνιαίου συντελεστής αιθριότητας.

$$\bar{k}_t = \frac{\bar{H}_T}{\bar{H}_o} \quad [4.3]$$

Πίνακας 4.1. Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².μο)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αγρίνιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγγιάλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αλιάρτος	51,0	70,0	114,0	158,0	206,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Αραξος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Αργος (Πυργέλα)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργασόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Καλαμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Κομοτηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λήμνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0
Μεθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πύργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ρόδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	58,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	225,0	204,0	160,0	109,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

4. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει δυο συνιστώσες: την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 (kWh/(m².yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m²) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Για τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε κεκλιμένη ή/και περιστρεφόμενη επιφάνεια, είναι απαραίτητη η γνώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Στην Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα (hr/day), αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για διάφορες περιοχές της χώρας μας.

Οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών επιλέγονται ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες και να μην επηρεάζονται από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα που να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα. Στον Πίνακα 4.1 δίνονται μέσες τιμές για την μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για διάφορες περιοχές της Ελλάδος. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν από την επεξεργασία μετρήσεων της μέσης μηνιαίας ηλιοφάνειας (hr/mo) με χρονική διάρκεια πάνω από 30 έτη για τις περισσότερες περιοχές, οι οποίες παραχωρήθηκαν από την EMY. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικές σχέσεις^[9,10] όπως ισχύουν για τις ελληνικές περιοχές, καθώς και παλαιότερα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας τα οποία έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικές εργασίες και συνέδρια^[11,12,13,14].

Για όποιες περιοχές δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη περιοχή στην οποία παρατηρείται παρόμοια μορφολογία εδάφους (ορεινοί όγκοι, κ.α.) και παρόμοιος προσανατολισμός.

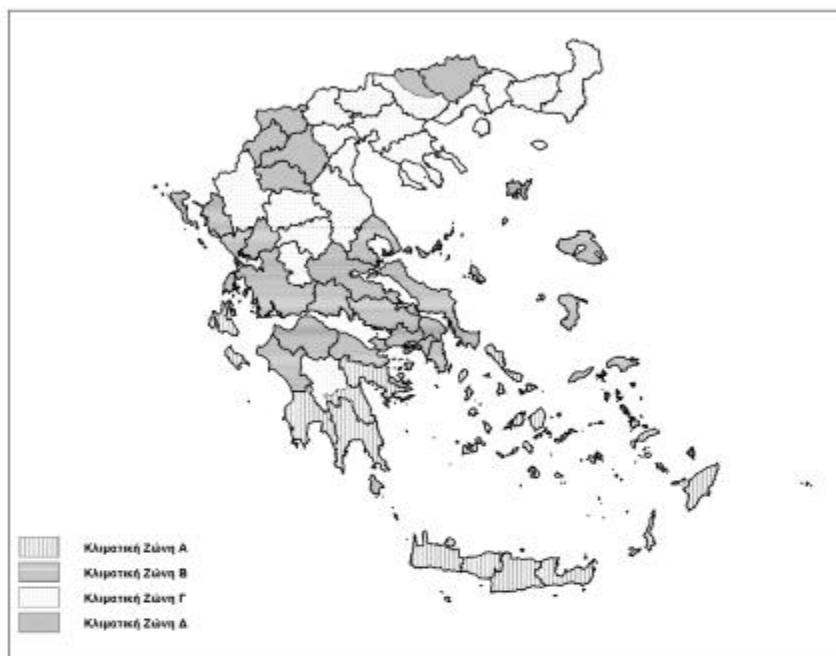
Πίνακας 3.11. Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	3,9	4,0	3,8	3,3	3,1	3,3	3,9	4,0	3,6	3,7	3,4	3,8
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	2,9	3,1	3,1	2,7	2,6	2,8	3,4	3,4	3,0	2,9	2,4	2,5
Αγρίνιο	1,9	2,3	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7
Αγγιάλος	2,8	2,9	2,7	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,7
Αλεξανδρούπολη	4,3	4,4	4,3	3,2	2,8	2,8	3,5	3,5	3,4	3,9	3,5	4,1
Αλιάρτος	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	2,0
Ανδραβίδα	2,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,5
Αραξός	3,2	3,3	3,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,7	2,8
Αργός (Πυργέλα)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,7	2,1	1,9	1,6	1,8
Αργαστάλι	3,5	3,8	3,7	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,2	3,4
Άρτα	1,4	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3
Δράμα	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
Έδεσσα	2,0	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	2,0
Ζάκυνθος	2,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	2,0	2,4	2,8	2,8
Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8
Θεσσαλονίκη	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	2,9	2,8	2,5	2,6	2,8
Ιεράπετρα	4,7	4,9	4,6	4,0	3,7	4,4	6,4	6,0	5,1	4,4	3,9	4,6
Ιωάννινα	1,6	1,9	2,1	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,0	1,2
Καλαμάτα	2,9	2,9	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4	2,8
Καρδίτσα	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4
Καρπενήσι	4,5	4,6	4,9	4,3	3,8	6,2	4,0	4,4	3,4	3,7	3,8	4,0
Κάρυστος	6,8	7,0	6,0	5,1	4,9	4,8	5,9	6,0	5,5	5,8	6,3	6,5
Καστοριά	1,3	1,5	1,9	2,0	1,5	1,7	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2
Κέρκυρα	2,5	2,8	2,6	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	2,1	2,6	2,7
Κοζάνη	2,4	2,3	2,0	2,0	1,8	2,1	2,2	2,0	1,7	1,7	1,6	2,1
Κομοτηνή	3,2	3,2	3,3	2,8	2,6	2,7	3,2	3,4	3,2	3,2	2,5	2,8
Κόνιτσα	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Κόρινθος (Βέλο)	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,5	2,5	2,7	2,4	2,4
Κύθηρα	7,1	6,8	6,8	5,7	5,0	4,4	4,4	4,5	5,0	6,3	5,8	6,8
Κως	5,1	5,8	5,0	4,7	4,5	4,9	6,0	5,6	5,0	4,5	4,9	5,2
Λαμία	2,7	2,8	3,0	3,2	3,2	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,4	2,6
Λάρισα	1,2	1,5	1,7	1,6	1,6	2,0	2,1	1,9	1,7	1,4	1,0	0,9
Λευκάδα	2,8	3,1	3,3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,3	3,2	2,8	2,7	2,8
Λήμνος	5,8	6,3	5,7	4,2	3,9	3,7	4,4	4,8	4,4	5,3	5,3	5,7
Μεθώνη	5,5	5,7	5,5	5,3	4,8	5,0	5,1	4,9	4,6	4,5	5,1	5,5
Μήλος	7,9	8,0	7,1	5,7	4,4	4,1	5,7	5,9	5,9	6,3	6,3	7,4
Μυτιλήνη	5,5	5,8	5,1	4,3	3,5	3,8	4,9	4,7	4,4	4,3	4,7	5,6
Νάξος	7,9	8,1	7,6	5,9	4,9	5,0	6,6	6,9	7,0	7,4	6,7	7,5
Ξάνθη	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,4	1,3	1,4
Πάρος	7,5	7,5	6,5	5,4	4,5	4,0	5,2	4,9	4,9	5,5	6,3	6,8
Πάτρα	2,5	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4
Πολύγυρος	2,6	2,6	2,5	2,3	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	2,1	2,6	2,9
Πύργος	2,4	2,7	2,7	2,7	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3
Ρέθυμνο	4,6	5,0	4,6	3,9	3,1	3,0	3,5	3,2	3,4	3,7	4,2	4,6
Ρόδος	3,9	4,4	4,4	4,5	4,3	5,2	6,0	5,8	4,9	3,4	3,1	3,8
Σάμος	6,0	6,2	5,5	4,3	4,2	4,7	7,0	6,6	5,7	5,1	5,5	6,0
Σέρρες	1,0	1,4	1,6	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,6	1,1	1,0	0,8
Σητεία	4,1	4,5	4,3	3,8	3,3	3,9	5,3	5,1	4,1	3,5	3,6	4,0
Σκύρος	6,8	6,9	6,2	4,9	4,0	4,2	4,8	5,1	5,1	6,0	5,6	6,4
Σούδα	4,1	4,3	4,2	4,0	3,6	3,8	3,5	3,2	3,1	3,2	3,2	3,9

Πίνακας 3.1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου [°C]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αγρίνιο	8,3	9,2	11,5	15,2	20,4	24,8	27,2	27,0	23,0	18,0	13,2	9,6
Αγχιάλος	6,6	7,7	10,0	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17,0	12,1	8,1
Αλεξανδρούπολη	5,0	5,9	8,3	13,2	18,4	23,2	25,9	25,6	21,1	15,7	10,8	7,0
Αλιάρτος	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12,0	8,6
Ανδραβίδα	9,4	9,9	11,8	14,8	19,5	23,7	25,9	26,0	22,9	18,3	14,1	10,9
Αραξός	10,2	10,5	12,2	15,2	19,8	24,1	26,6	26,8	23,4	19,0	14,7	11,6
Άργος (Πυργέλα)	8,1	8,4	10,6	14,7	20,0	24,9	27,3	26,5	22,6	17,8	12,9	9,5
Αργαστόλι	11,4	11,5	12,8	15,3	19,5	23,5	25,7	26,1	23,4	19,8	15,8	12,8
Άρτα	8,0	9,0	11,5	14,6	19,6	23,6	25,7	25,6	22,0	17,8	12,5	9,1
Δράμα	4,7	6,5	10,0	14,7	20,2	24,7	26,7	25,9	22,3	16,4	9,9	6,0
Έδεσσα	4,5	6,2	9,6	13,4	18,6	23,8	25,2	24,5	20,7	15,6	9,4	5,8
Ζάκυνθος	10,5	10,5	11,8	14,8	19,7	24,3	27,2	27,1	23,6	19,1	14,8	11,7
Ηράκλειο	12,1	12,2	13,5	16,5	20,3	24,4	26,2	26,1	23,6	20,1	16,7	13,7
Θεσσαλονίκη	5,3	6,8	9,8	14,3	19,7	24,5	26,8	26,2	21,9	16,3	11,1	6,9
Ιεράπετρα	12,9	12,9	14,2	17,0	20,9	25,4	27,8	27,7	24,9	21,0	17,5	14,5
Ιωάννινα	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,0	24,9	24,5	20,1	15,0	9,7	5,8
Καλαμάτα	10,2	10,6	12,3	15,2	19,8	24,2	26,5	26,3	23,2	19,0	14,8	11,6
Καρδίτσα	4,5	6,9	10,4	13,9	18,0	24,2	26,3	25,6	22,1	16,1	10,1	4,3
Καρπενήσι	3,8	3,1	5,4	10,6	14,7	18,9	21,6	20,9	17,6	12,4	6,8	4,8
Κάρυστος	10,4	10,3	12,4	15,7	19,5	24,2	26,8	26,4	23,6	19,4	14,9	11,7
Καστοριά	2,2	3,4	6,9	11,5	16,4	21,4	24,0	23,2	18,9	13,4	7,2	3,0
Κέρκυρα	9,7	10,3	12,0	15,0	19,8	24,0	26,5	26,5	22,7	18,5	14,3	11,1
Κοζάνη	2,3	3,7	6,9	11,6	16,8	21,5	24,1	23,6	19,3	13,5	8,0	3,9
Κομοτηνή	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23,0	25,5	25,0	20,6	15,2	10,8	7,0
Κόνιτσα	5,2	6,5	9,5	12,2	17,2	21,7	24,4	24,0	20,3	15,4	9,8	6,4
Κόρινθος (Βέλο)	8,8	9,3	11,5	15,4	20,7	25,8	28,3	27,8	23,4	18,6	13,4	10,1
Κύθηρα	10,9	10,9	11,9	14,6	18,9	23,2	25,7	25,7	22,9	19,1	15,8	12,7
Κως	11,0	10,5	12,1	15,4	19,5	23,8	25,9	25,4	23,2	19,4	15,0	12,4
Λαμία	7,1	8,1	10,7	15,0	20,2	25,4	27,0	26,0	22,5	17,0	11,9	8,2
Λάρισα	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Λευκάδα	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23,0	19,3	14,6	11,5
Λήμνος	7,4	7,8	9,7	13,8	18,5	23,6	25,9	25,1	21,5	16,8	12,3	9,0
Μεθώνη	11,3	11,5	12,9	15,4	19,0	22,6	24,8	25,7	23,6	19,8	16,0	12,9
Μήλος	10,7	10,8	11,9	15,0	19,4	23,6	25,2	24,9	22,3	18,8	15,3	12,4
Μυτιλήνη	9,5	9,9	11,6	15,6	20,2	24,7	26,6	26,1	22,9	18,5	14,3	11,3
Νάξος	12,1	12,2	13,3	16,1	19,5	23,3	24,9	24,8	22,8	19,6	16,3	13,6
Ξάνθη	5,6	6,8	9,6	14,3	19,8	24,1	26,6	26,0	22,4	16,5	11,0	6,9
Πάρος	11,2	11,2	12,9	16,2	19,8	24,0	25,5	25,0	22,8	19,1	15,2	12,3
Πάτρα	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Πολύγυρος	4,9	4,7	8,7	12,4	16,3	22,4	24,0	24,1	21,3	15,1	10,7	6,8
Πύργος	9,6	10,1	12,2	15,2	19,7	23,9	26,4	26,3	23,0	18,7	14,1	11,0
Ρέθυμνο	12,8	12,9	14,2	17,1	20,7	24,9	26,9	26,8	24,2	20,6	17,3	14,5
Ρόδος	12,0	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5
Σάμος	10,4	10,2	12,2	16,1	20,8	25,7	28,6	28,2	24,4	19,6	14,7	12,0
Σέρρες	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Σητεία	12,2	12,3	13,6	16,6	20,3	24,2	25,9	25,7	23,6	20,2	16,8	13,8
Σκύρος	9,9	10,2	11,5	15,0	19,3	23,7	25,5	25,1	22,2	18,3	14,6	11,6

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.



Σχήμα 1.1. Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Μήλος	Κυκλάδων	36° 43'	24° 27'	182,0
Μυτιλήνη	Λέσβου	39° 04'	26° 36'	4,0
Νάξος	Κυκλάδων	37° 06'	25° 23'	9,8
Ξάνθη	Ξάνθης	41° 08'	24° 53'	43,0
Πάρος	Κυκλάδων	37° 01'	25° 08'	33,5
Πάτρα	Αχαΐας	38° 15'	21° 44'	1,0
Παλύγγυρος	Χαλκιδικής	40° 23'	23° 26'	545,0
Πύργος	Ηλείας	37° 40'	21° 18'	12,0
Ρεθύμνο	Ρεθύμνου	35° 21'	24° 31'	7,0
Ρόδος	Δωδεκανήσου	36° 24'	28° 07'	11,5
Σάμος	Σάμου	37° 42'	26° 55'	7,3
Σέρρες	Σερρών	41° 05'	23° 34'	34,5
Σητεία	Λασιθίου	35° 12'	26° 06'	115,6
Σκύρος	Ευβοίας	38° 54'	24° 33'	17,9
Σούδα	Χανίων	35° 33'	24° 07'	151,6
Σπάρτη	Λακωνίας	37° 04'	22° 25'	212,0
Σύρος	Κυκλάδων	37° 25'	24° 57'	72,0
Τανάγρα	Αττικής	38° 19'	23° 33'	140,1
Τρίκαλα	Θεσσαλίας	39° 33'	21° 46'	114,0
Τρίκαλα Ημαθίας	Ημαθίας	40° 36'	22° 33'	0,8
Τρίπολη	Αρκαδίας	37° 32'	22° 24'	650,9
Τυμπάκι	Ηρακλείου	35° 00'	24° 46'	6,7
Φλώρινα	Φλώρινας	40° 48'	21° 26'	617,0
Χαλκίδα	Ευβοίας	38° 28'	23° 36'	5,0
Χανιά	Χανίων	35° 29'	24° 07'	150,0
Χίος	Χίου	38° 28'	26° 08'	5,0
Χρυσούπολη	Καβάλας	40° 54'	24° 36'	5,4

1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.¹¹¹, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης¹¹². Στον Πίνακα 1.2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνισή τους στο Σχήμα 1.1.

Πίνακας 1.2. Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Απωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

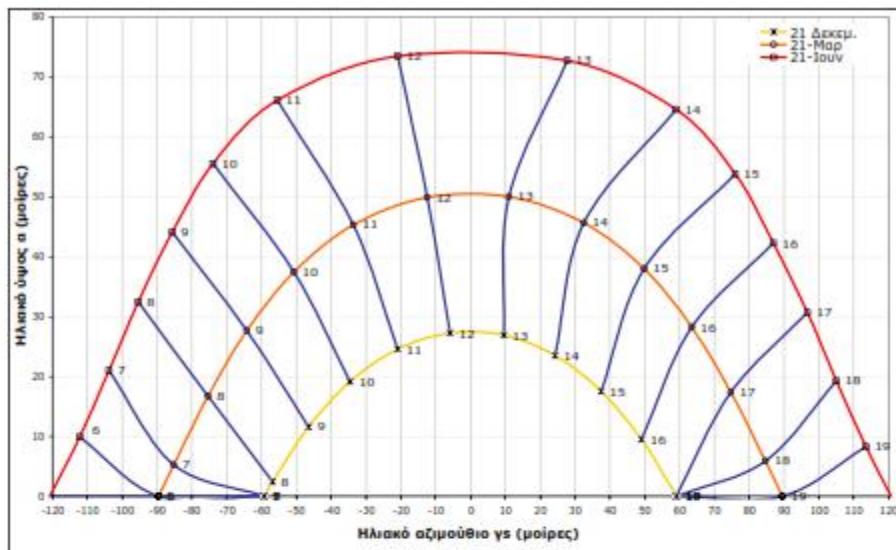
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Τεχνική Οδηγία αναφέρεται στα κλιματολογικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών και στις συνθήκες σχεδιασμού για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού στις κτιριακές εγκαταστάσεις. Επίσης δίνονται κλιματολογικά δεδομένα, σε επίπεδο μέσων μηνιαίων τιμών, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 407/ 9.4.2010)¹¹.

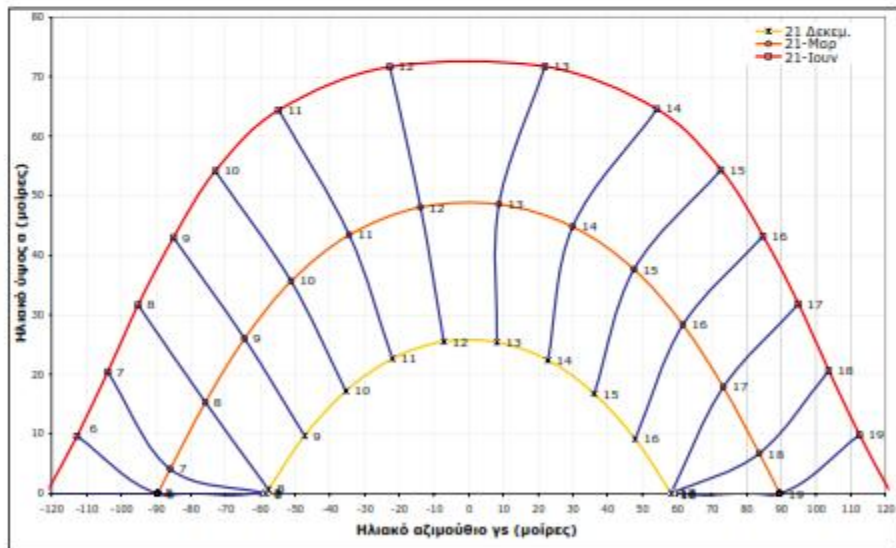
Από κλιματολογικά δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) και με την χρήση κατάλληλων εμπειρικών και θεωρητικών μαθηματικών μοντέλων, εκτιμήθηκαν όλες οι απαραίτητες για τον σκοπό της παρούσης Τεχνικής Οδηγίας κλιματικές τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων. Τα δεδομένα της ΕΜΥ¹² αφορούν μακροχρόνιες μετρήσεις σε συγκεκριμένους μετεωρολογικούς σταθμούς μέτρησης οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.1. Σταθμοί μέτρησης της ΕΜΥ

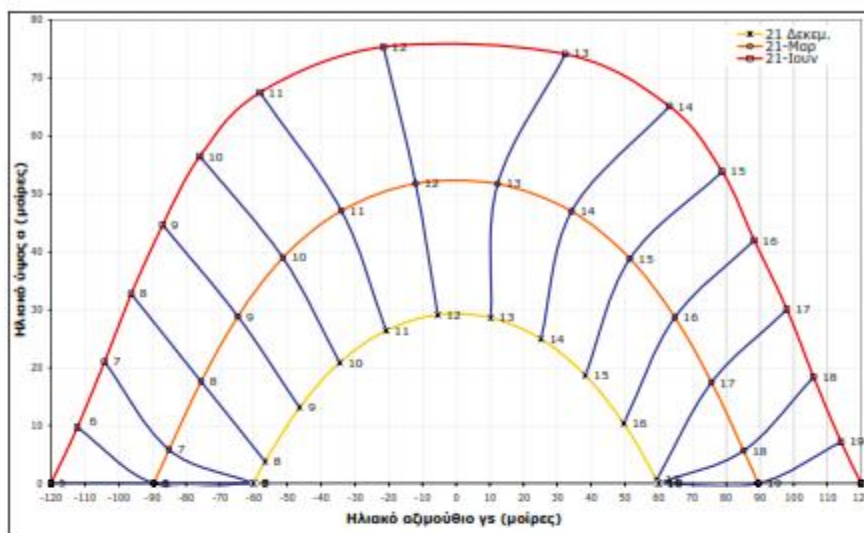
Πόλη	Περιοχή (Νομός)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)
Αθήνα (Ελληνικό)	Αττικής	37° 54'	23° 45'	15,0
Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια)	Αττικής	38° 03'	23° 40'	138,0
Αγρίνιο	Απωλοκαρνανίας	38° 37'	21° 23'	25,0
Αγχιάλος	Μαγνησίας	39° 13'	22° 48'	15,3
Αλεξανδρούπολη	Έβρου	40° 51'	25° 56'	3,5
Αλιάρτος	Βοιωτίας	38°23'	23°06'	110,0
Ανδραβίδα	Ηλείας	37° 55'	21° 17'	15,1
Αραξός	Αχαΐας	38° 09'	21° 25'	11,5
Άργος (Πυργέλα)	Αργολίδας	37° 36'	22° 47'	11,2
Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	38° 11'	20° 29'	22,0
Άρτα	Άρτας	39° 10'	21° 00'	10,5
Βέλος	Κορινθίας	37° 58'	22° 45'	20,0
Δράμα	Δράμας	41° 09'	24° 09'	104,0
Έδεσσα	Πέλλας	40° 58'	22° 03'	30,0
Ζάκυνθος	Ζακύνθου	37° 47'	20° 54'	7,9
Ηράκλειο	Ηρακλείου	35° 20'	25° 11'	39,3
Θεσσαλονίκη (Μικρά)	Θεσσαλονίκης	40° 31'	22° 58'	4,8
Ιεράπετρα	Λασιθίου	35° 00'	25° 44'	10,0
Ιωάννινα	Ιωαννίνων	39° 42'	20° 49'	484,0
Καλαμάτα	Μεσσηνίας	37° 04'	22° 00'	11,1
Καρδίτσα	Καρδίτσας	39° 22'	20° 48'	111,1
Καρπενήσι	Ευρυτανίας	38° 54'	21° 47'	1001,0
Κάρυστος	Εύβοιας	38° 01'	24° 25'	10,0
Καστοριά	Καστοριάς	40°27'	21° 17'	660,9
Κέρκυρα	Κερκύρας	39° 37'	19° 55'	4,0
Κοζάνη	Κοζάνης	40° 18'	21° 47'	625,0
Κομοτηνή	Ροδόπης	41° 07'	25° 24'	30,0
Κόνιτσα	Ιωαννίνων	40° 03'	20° 45'	542,0
Κύθηρα	Αττικής	36° 17'	23° 10'	316,6
Κως	Δωδεκανήσου	36° 47'	27° 04'	129,0
Λαμία	Φθιώτιδας	38° 51'	22° 24'	17,4
Λάρισα	Λαρίσης	39° 39'	22° 27'	73,6
Λευκάδα	Λευκάδας	38° 50'	20° 43'	1,0
Λήμνος	Λέσβου	39° 55'	25° 14'	4,6
Μεθώνη	Μεσσηνίας	36° 50'	21° 42'	33,0



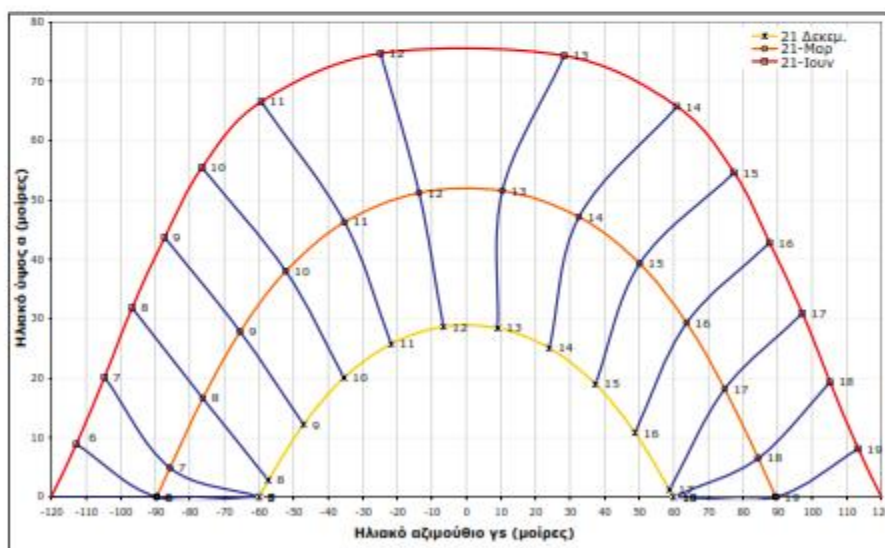
Σχήμα Γ.5. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 39°B.



Σχήμα Γ.6. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40°B.



Σχήμα Γ.3. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 37°Β.



Σχήμα Γ.4. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 38°Β.

_____ :
_____ :

μ 3

μ

μ μ

_____ :

<http://www.mp-energy.gr>

<http://el.wikipedia.org/wiki>

<http://www.solar-panels.gr/>

<http://www.fotovoltaika.gr/solar-panel-pv-8.html>

<http://www.sopray-solar.gr/fotovoltaika-panel-faq.html>

<http://www.inverter.com.gr/>

<http://greenenergyplus.blogspot.gr/2011/11/inverter.html>

<http://www.evrysolar.gr/>

<http://fotovoltaika.blogspot.com/2012/07/apodosi-panel-sygkrisi-panel.html>

<http://web.tee.gr/>

http://www.allianz.com.gr/products_content.aspx?a_id=1475

<http://kypseli.ouc.ac.cy/handle/11128/1326>

<http://www.exelgroup.gr/67D5DDC2.el.aspx>

<http://www.clamps.gr/1C039197.el.aspx>

http://profilco.gr/aluminium/index.php?option=com_content&view=article&id=94&catid=34&Itemid=67&lang=el

<http://www.controltech.gr/products/systimata-kai-ylika-antikeraynikis-prostasias>

<http://www.renapps.com/>

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADESERGASIAS/fwtovoltaika_ergwn.pdf

<http://www.deddie.gr/el/upiresies/sundesime-to-diktuo/xartis-upoxrewsewn-katanalwti-xuk>

<http://www.hottowel.gr/fotovoltaika/parka/ixnhlates-tracker-dyo-aksonwn/>

<http://www.elemko.gr/documents/earthings.asp>