

Αρχές Σχεδιασμού & Βελτιστες Πρακτικές Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Ανδρέας Ιωαννίδης

Johnsun Heaters Ltd



Περίληψη Παρουσίασης

- Βασικές αρχές Σχεδιασμού
- Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση
- Καλές Πρακτικές κατά την τοποθέτηση
- Έλεγχος Εγκατάστασης
- Ερωτήσεις/Συζήτηση



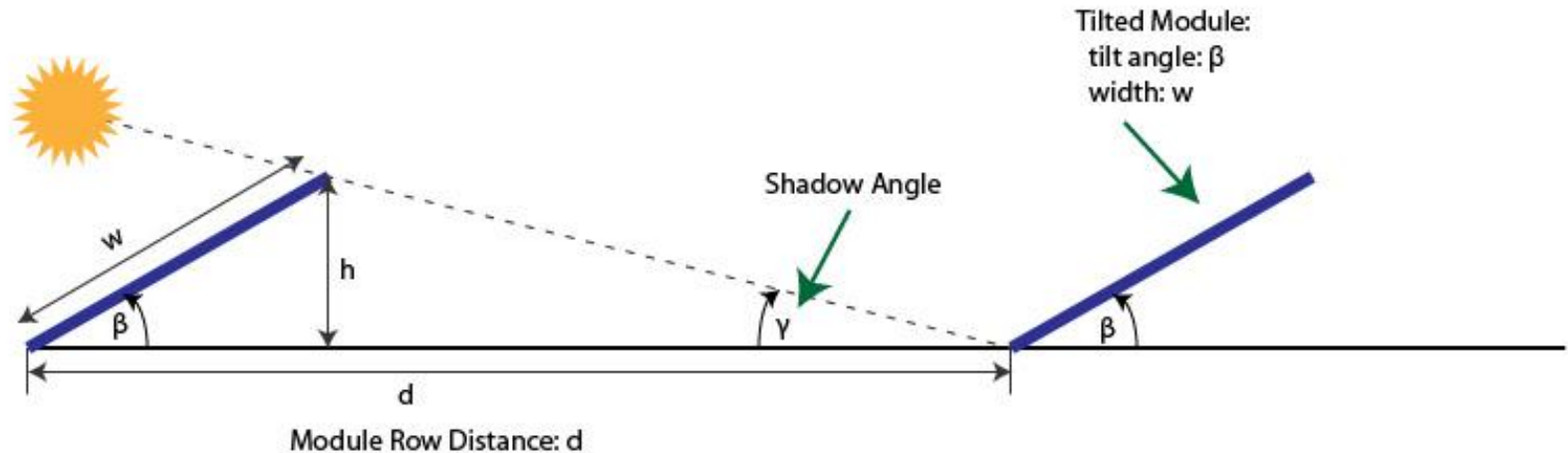
Βασικές Αρχές Σχεδιασμού

- Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκού Συστήματος
- Πρακτικές Σχεδιασμού & Προσομοίωσης



Χωροθέτηση Φ/Β Συστήματος

- Σχεδιασμός για αποφυγή Σκιάσεων



Χωροθέτηση Φ/Β Συστήματος

- Σχεδιασμός για αποφυγή Σκιάσεων
 - Σημαντικές ημερομηνίες:
 - 21^η Δεκεμβρίου
 - 21^η Ιουνίου
 - 21^η Μαρτίου/Σεπτεμβρίου



Χωροθέτηση Φ/Β Συστήματος

- Σχεδιασμός για αποφυγή Σκιάσεων
- Προσοχή στις ύπουλες σκιάσεις:



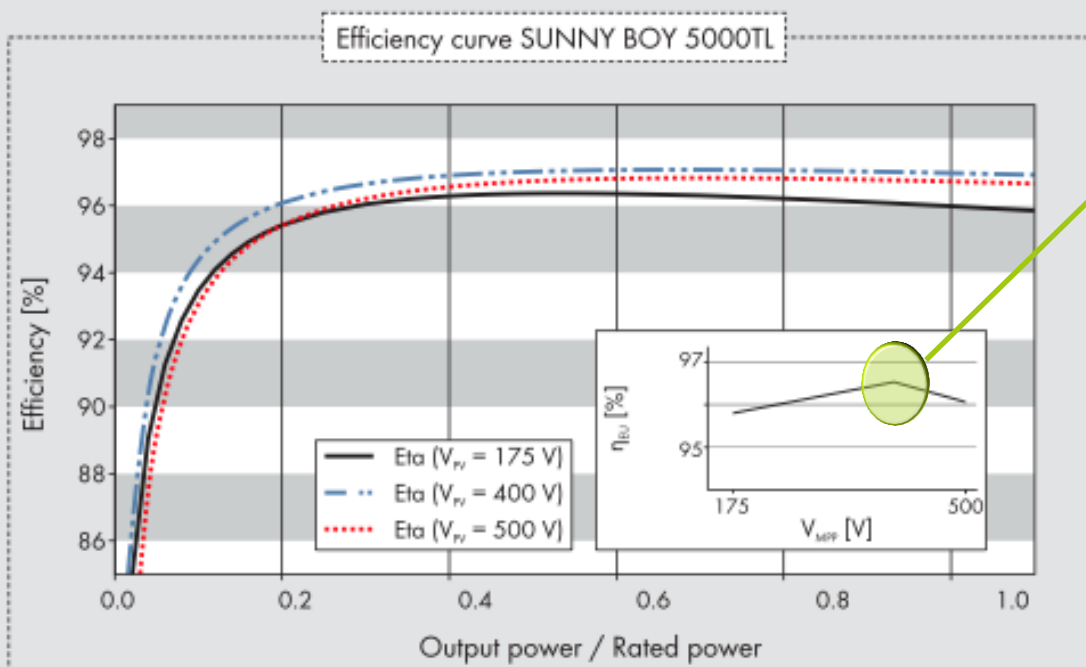
Πρακτικές Σχεδιασμού & Προσομοίωσης

- Επιλογή & Διαστασιολόγηση Μετατροπέα
- Μετεωρολογικά Δεδομένα
- Σημαντικές Λεπτομέρειες



Επιλογή & Διαστασιολόγηση Μετατροπέα

ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ



Βέλτιστο σημείο
λειτουργίας

ΠΡΟΣΟΧΗ!
Υπολογισμός Τάσης
στην Θερμοκρασία
Λειτουργίας

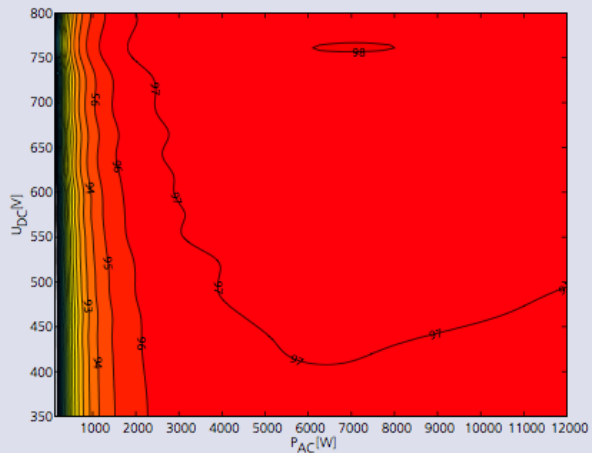


Επιλογή & Διαστασιολόγηση Μετατροπέα

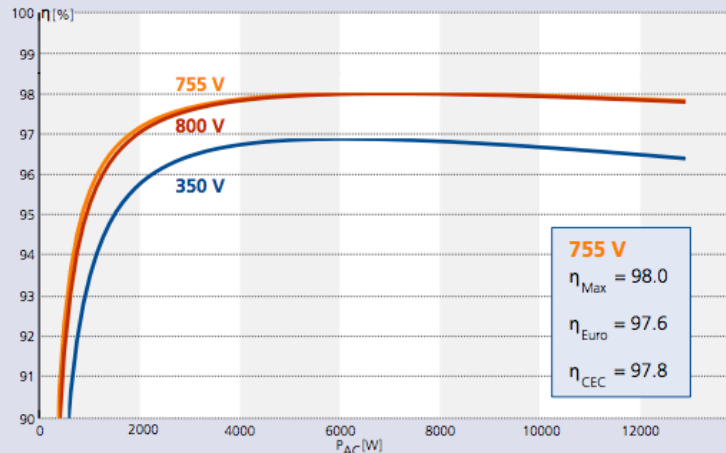
ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ

Graphical display of efficiency

3D efficiency diagram for Powador 14.0 TL3



Efficiency characteristic curves for Powador 14.0 TL3



Μετεωρολογικά Δεδομένα

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Σημαντικοί Παράμετροι Προσομοίωσης

- Καθορισμός Θερμοκρασίας N.O.C.T
- Απώλειες λόγω ακαθαρσίας
- Απώλειες καλωδιώσεων



Σημαντικοί Παράμετροι Προσομοίωσης

PV Array loss factors

Thermal Loss factor
 $\Rightarrow$ Nominal Oper. Coll. Temp. ($G=800 \text{ W/m}^2$, $T_{amb}=20^\circ\text{C}$, $Wind=1 \text{ m/s}$)

Wiring Ohmic Loss

Array Soiling Losses

U_c (const) $20.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Global array res. 282 mOhm

U_v (wind) $0.0 \text{ W/m}^2\text{K} / \text{m/s}$
 NOCT 56°C

Loss Fraction 1.5% at STC

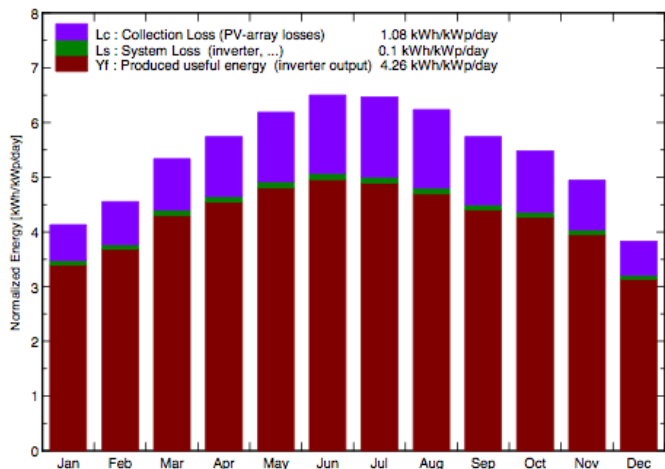
Loss Fraction 3.0%

Main simulation results

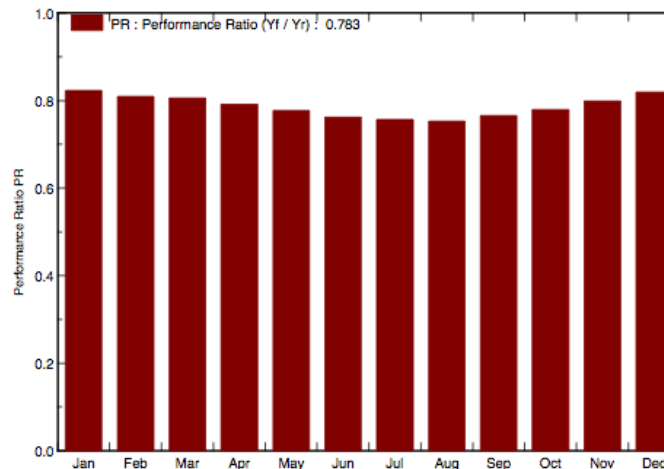
System Production

Produced Energy **31.31 MWh/year** Specific prod. $1553 \text{ kWh/kWp/year}$
 Performance Ratio PR **78.3%**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 20.16 kWp



Performance Ratio PR



Σημαντικοί Παράμετροι Προσομοίωσης

PV Array loss factors

Thermal Loss factor

=> Nominal Oper. Coll. Temp. ($G=800 \text{ W/m}^2$, $T_{\text{amb}}=20^\circ\text{C}$, Wind= 1 m/s .)

Wiring Ohmic Loss

U_c (const) $28.8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Global array res. $282 \text{ m}\Omega$

U_{ov} (wind) $0.0 \text{ W/m}^2\text{K} / \text{m/s}$

NOCT 45°C

Loss Fraction $1.5 \% \text{ at STC}$

Main simulation results

System Production

Produced Energy **32.32 MWh/year** Specific prod. $1603 \text{ kWh/kWp/year}$
Performance Ratio PR **80.8 %**

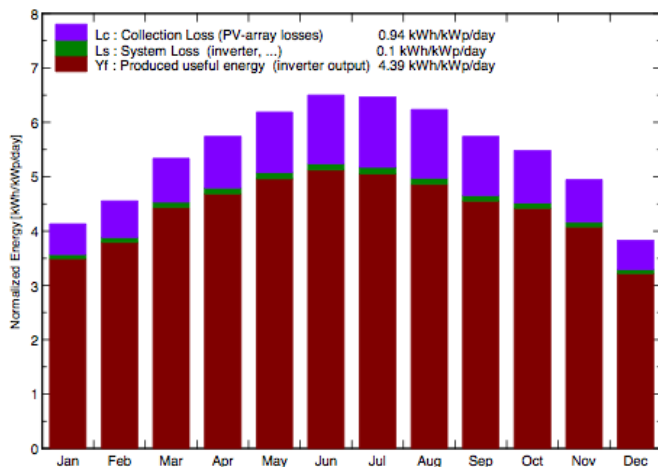
) %

5 %

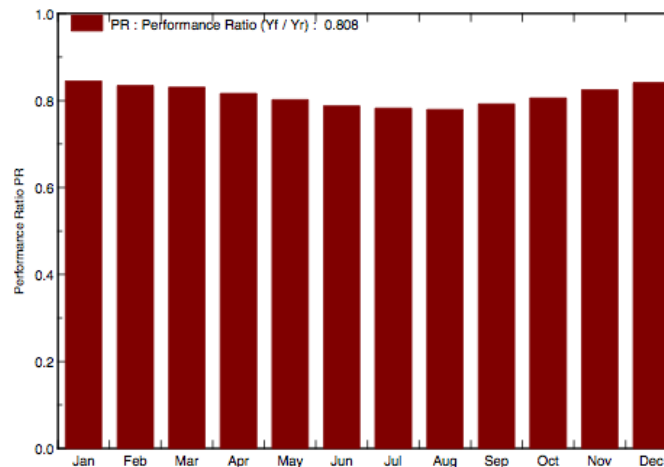
) % at MPP

05

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 20.16 kWp

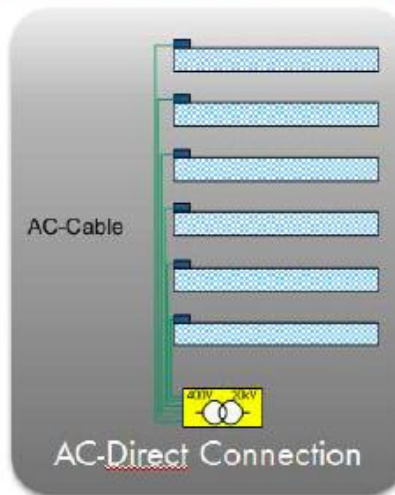
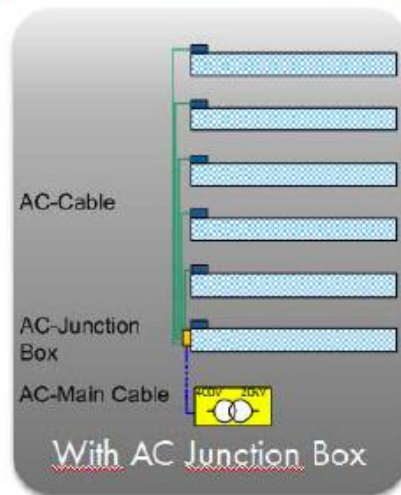


Performance Ratio PR

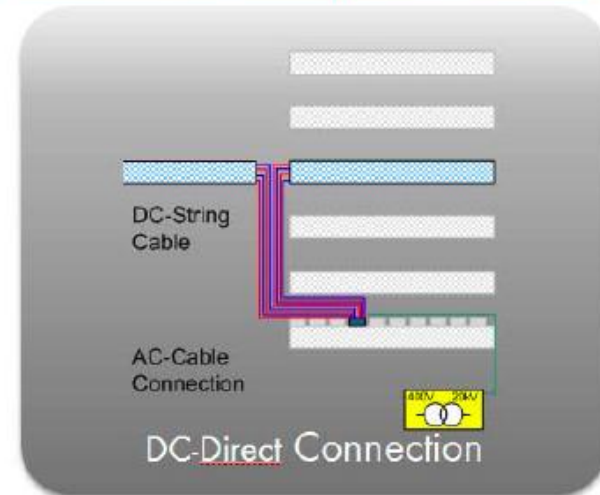


Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

Inverter close-by PV-Modules



Inverter close-by MV-Station



Καλωδίωση AC ή DC?

Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

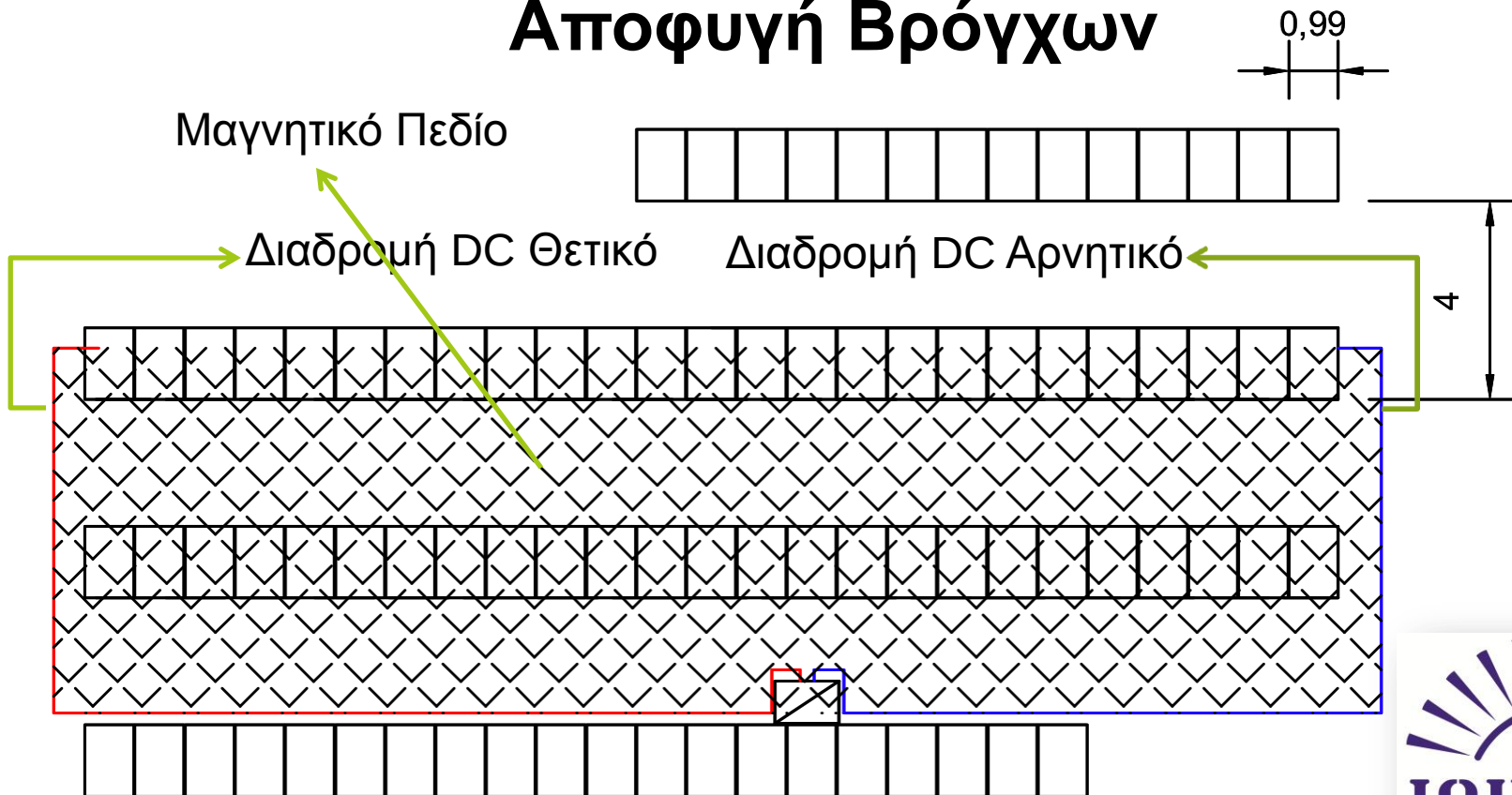
Καλωδίωση AC ή DC?

- Κόστος καλωδίων
- Εργατικό Κοστος
- Κόστος Ηλεκτρολογικών πινάκων
- Απώλειες



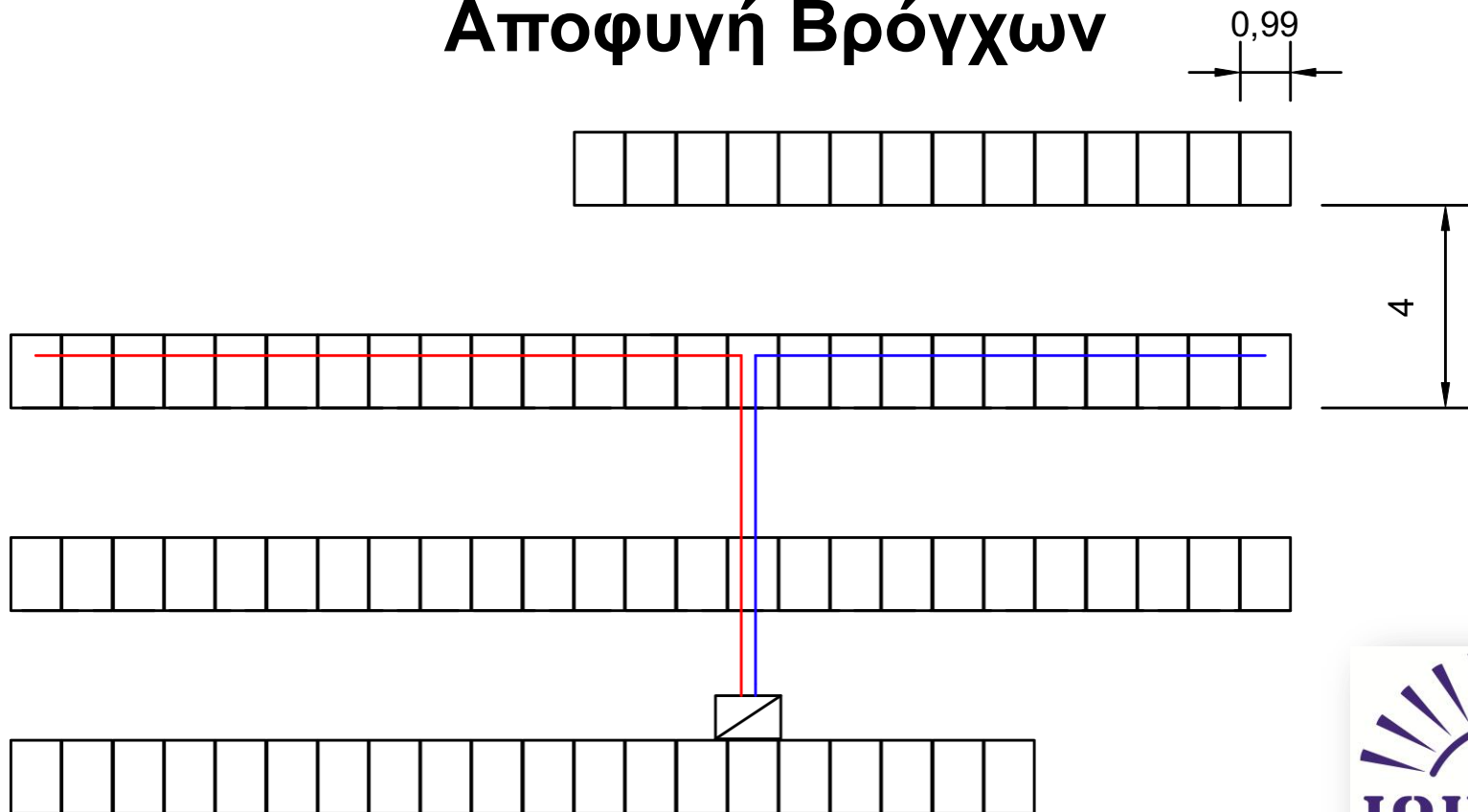
Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

Αποφυγή Βρόγχων



Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

Αποφυγή Βρόγχων

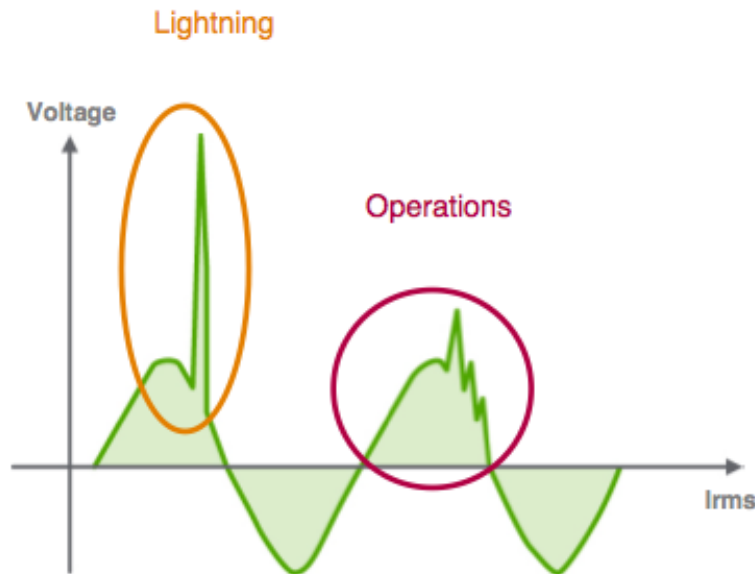


Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

Προστασία από κρουστικές Υπερτάσεις

Electrical overvoltage,
unique characteristics

Sources	Characteristics
• Lightning	• Ultra-rapid transient phenomenon. Unit of measurement = $\text{kV}/\mu\text{s}$ • Highly destructive energy.
• Overvoltage generated by operations or incidents on the network.	• Repetitive phenomenon leading to premature aging. • Malfunction which may even result in permanent damage.



Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση

Προστασία από κρουστικές Υπερτάσεις

- Είσοδος Μετατροπέα DC
- Έξοδος Μετατροπέα AC
- Ηλεκτρικοί Πίνακες
- Προστασία εξοπλισμού παρακολούθησης
(data lines)



Καλές Πρακτικές Τοποθέτησης

Ομαδοποίηση Πάνελ

INVERTER:		7								
No.	Seriennr.	Modultyp	Uoc [V]	Isc [A]	Umpp [V]	Impp [A]	Pmpp [W]	Paletten Nr.	String	INV String
1	739229	60E6+3bb235F	37.93	8.28	30.40	7.77	236.11	Palette 13	23	A1
2	739233	60E6+3bb235F	38.07	8.26	30.40	7.77	236.30	Palette 13	23	A1
3	739077	60E6+3bb235F	37.88	8.25	30.32	7.77	235.70	Palette 13	23	A1
4	739079	60E6+3bb235F	38.06	8.28	30.46	7.77	236.81	Palette 13	23	A1
5	739078	60E6+3bb235F	37.80	8.25	30.30	7.77	235.44	Palette 13	23	A1
6	739080	60E6+3bb235F	38.12	8.26	30.50	7.77	236.91	Palette 13	23	A1
7	739070	60E6+3bb235F	37.89	8.28	30.38	7.77	235.92	Palette 28	23	A1
8	739069	60E6+3bb235F	38.01	8.29	30.40	7.77	236.28	Palette 28	23	A1
9	739200	60E6+3bb235F	38.22	8.28	30.51	7.77	237.01	Palette 28	23	A1
10	739203	60E6+3bb235F	38.03	8.28	30.47	7.77	236.91	Palette 28	23	A1
11	739205	60E6+3bb235F	37.95	8.23	30.38	7.77	235.99	Palette 28	23	A1
12	739206	60E6+3bb235F	37.91	8.23	30.33	7.77	235.75	Palette 28	23	A1
13	739071	60E6+3bb235F	37.85	8.27	30.28	7.77	235.44	Palette 28	23	A1
14	739214	60E6+3bb235F	37.89	8.28	30.30	7.77	235.51	Palette 28	23	A1
15	739215	60E6+3bb235F	38.03	8.27	30.39	7.77	236.08	Palette 28	23	A1
16	739216	60E6+3bb235F	37.84	8.26	30.30	7.77	235.49	Palette 28	23	A1
17	739252	60E6+3bb235F	37.87	8.29	30.28	7.77	235.18	Palette 29	23	A1
18	739266	60E6+3bb235F	38.08	8.24	30.52	7.77	236.99	Palette 29	23	A1
			683.43	8.27	546.92	7.77	4249.82			



Καλές Πρακτικές Τοποθέτησης

Σήμανση/ Χρωματισμός Καλωδίων



Έλεγχος Εγκατάστασης

- Ασφάλεια Εγκαταστάτη & Επενδυτή
- Αξιοπιστία εγκατάστασης/εξοπλισμού
- Πρότυπο: IEC 60364-7-712
 - Electrical installations of buildings –Part 7-712:Requirements for special installations or locations
 - Solar photovoltaic (PV) power supply systems



Έλεγχος Εγκατάστασης

PV System

PV ARRAY DESIGN AND INSTALLATION

☐ DC system designed, specified and installed to the requirements of IEC 60364 in general and IEC 60364-7-712 in particular.

PV SYSTEM - PR

☐ If an RCD is type B accor

☐ DC components rated for continuous DC operation

☐ Area of all w

☐ DC components rated for current and voltage maxima (V_{oc} stc corrected for local temperature range and module type; current at I_{sc} stc x 1,25 - IEC 60364-7-712.433 :2002)

☐ Array frame :

☐ Where instal

☐ Protection by use of class II or equivalent insulation adopted on the DC side – yes / no (class II preferred - IEC 60364-7-712.413.2 :2002)

PV SYSTEM - AC

☐ Means of isc

☐ PV string cables, PV array cables and PV DC main cables have been selected and erected so as to minimize the risk of earth faults and short-circuits (IEC 60364-7-712.522.8.1 :2002).

☐ Isolation and "source" side

☐ Inverter proti

☐ Wiring systems have been selected and erected to withstand the expected external influences such as wind, ice formation, temperature and solar radiation (IEC 60364-7-712.522.8.3 :2002)

PV SYSTEM - LA

☐ All circuits, p

☐ Systems without string over-current protective devices: module reverse current rating (I_r) is greater than possible reverse current

☐ All DC junctio from a PV ar

☐ Main AC isol

☐ Systems without string over-current protective devices: String cables sized to accommodate the maximum combined fault current from parallel strings (IEC 60364-7-712.433 :2002)

☐ Dual supply :

☐ Single line w

☐ Systems with string over-current protective devices: over-current protective devices are correctly specified to local codes or to the PV module manufacturer's instructions – to NOTE of IEC 60364-7-712.433.2 :2002

☐ Inverter proti

☐ Emergency s

☐ All signs and

☐ DC switch disconnecter fitted to the DC side of the inverter (IEC 60364-7-712.536.2.2.5 :2002)

PV SYSTEM - GE

☐ Ventilation pr

☐ If blocking diodes are fitted, verify that their reverse voltage rating is at least $2 \times V_{oc}$ stc of the PV string in which they are fitted (IEC 60364-712-512.1.1 :2002)

☐ Array frame :

☐ Array frame :

☐ If one of the DC conductors is connected to earth, verify that there is at least simple separation between the AC and DC sides and that earth connections have been constructed so as to avoid corrosion (IEC 60364-712-312.2 :2002)

☐ Cable entry weatherproof



Έλεγχος Εγκατάστασης

Customer Copy

PV Array Test Report

☐ Initial verification
 ☐ Periodic verification

INSTALLATION ADDRESS

DESCRIPTION OF WORK UNDER TEST

REFERENCE

DATE

INSPECTOR

TEST INSTRUMENTS

STRING		1	2	3	4	5	6
Array	Module						
	Quantity						
Array parameters (as specified)	Voc (stc)						
	Isc (stc)						
String over-current protective device	Type						
	Rating (A)						
	D Rating (V)						
	Capacity (kA)						
Wiring	Type						
	Phase (mm ²)						
	Earth (mm ²)						
String test	Voc (V)						
	Isc (A)						
	Irradiance						
Polarity check							
Array insulation resistance	Test voltage (V)						
	Pos - Earth (MΩ)						
	Neg - Earth (MΩ)						
Earth continuity (where fitted)							
Switchgear functioning correctly							
Inverter make / model							
Inverter serial number							
Inverter functioning correctly							
Loss of mains test							
Comments							

STRING		1
Array	Module	
	Quantity	
Array parameters (as specified)	Voc (stc)	
	Isc (stc)	
String over-current protective device	Type	
	Rating (A)	
	D Rating (V)	
	Capacity (kA)	
Wiring	Type	
	Phase (mm ²)	
	Earth (mm ²)	
String test	Voc (V)	
	Isc (A)	
	Irradiance	
Polarity check		
Array insulation resistance	Test voltage (V)	
	Pos - Earth (MΩ)	
	Neg - Earth (MΩ)	
Earth continuity (where fitted)		
Switchgear functioning correctly		
Inverter make / model		
Inverter serial number		
Inverter functioning correctly		
Loss of mains test		
Comments		



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Μην ξεχνάτε:

- Επιτήρηση συστήματος
- Περιοδικός έλεγχος εγκατάστασης

