

# ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΒ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Πρακτικές βέλτιστης επιλογής

Γιώργος Μακρίδης  
Πανεπιστήμιο Κύπρου  
ΦΑΕΘΩΝ Κέντρο Αριστείας



# Περιεχόμενο

- Εισαγωγή
- Ποιότητα ΦΒ Συστημάτων
- Κριτήρια Επιλογής
  - Τεχνικά χαρακτηριστικά
  - Πρότυπα ποιότητας
  - Εγκατάσταση
  - Συντήρηση και Έλεγχος
- Πλατφόρμα Οδηγιών



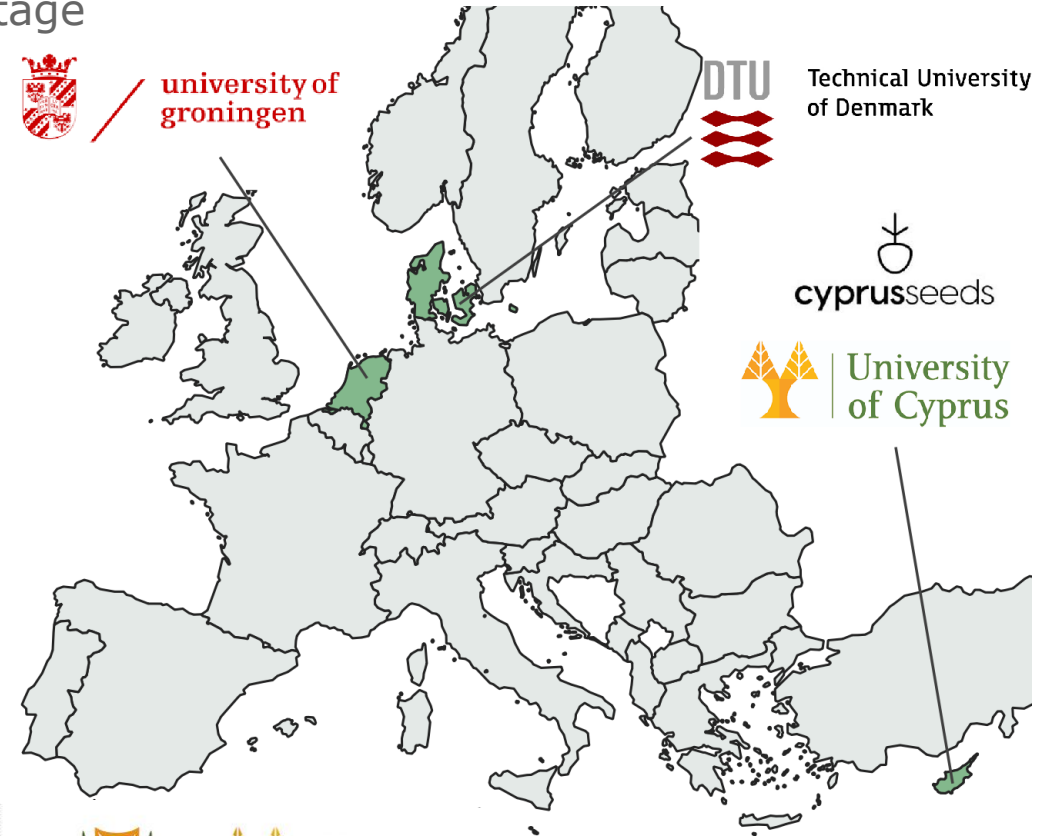
# Εισαγωγή

Το έργο ΡΗΑΕΘΗΟΝ Teaming αναβαθμίζει την ερευνητική μονάδα ΦΩΣ | Πανεπιστήμιο Κύπρου σε παγκόσμιας κλάσης Κέντρο Αριστείας (ΦΑΕΘΩΝ) στον Ενεργειακό τομέα

- **Πρόγραμμα:** HORIZON-WIDERA-2022-ACCESS-01-two-stage
- **Ακρώνυμο:** ΡΗΑΕΘΗΟΝ
- **Χρηματοδότηση:** €15 mln
- **Συγχρηματοδότηση:** €30 mln
- **Περίοδος:** Σεπ 2023 – Αυγ 2029 (72 Μήνες)

1

**ΡΗΑΕΘΗΟΝ Teaming**  
Κορυφαία Πρόταση στην Ευρώπη!



# Έρευνα & Καινοτομία

Η έρευνα επικεντρώνεται σε Ευφυείς, Αποδοτικές και Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες



Renewable  
Energy  
Sources



Smart  
Grids



Storage &  
E-Mobility



Green  
Hydrogen



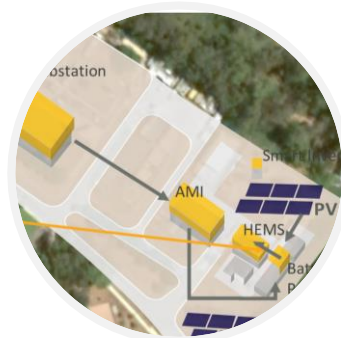
Energy  
Socioeconomics



Energy  
Geopolitics



Environmental  
Sustainability



Νέα υποδομή για επίδειξη ενεργειακών τεχνολογιών στο υψηλότερο επίπεδο ετοιμότητας.

# Προσφερόμενες υπηρεσίες

## Ε&Α για την βιομηχανία

- Συμβουλευτικές υπηρεσίες διαχείρισης ενέργειας (ενεργειακά κτίρια).

## Ενεργειακά εργαλεία

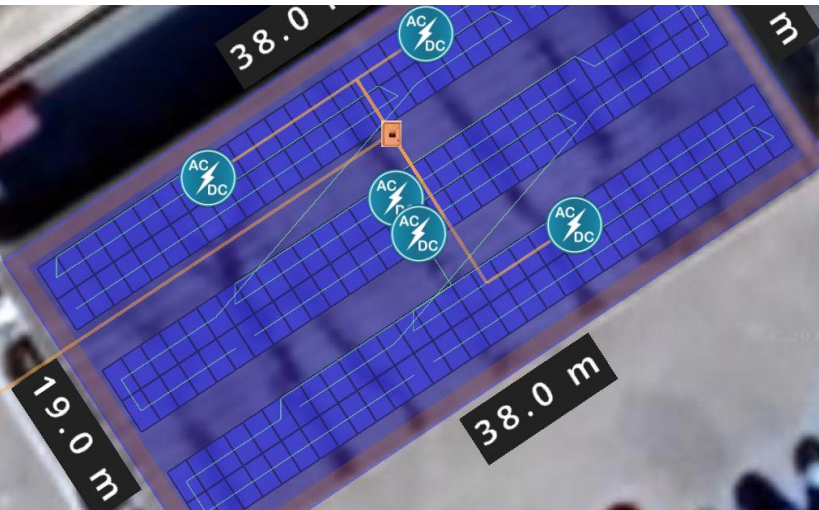
- Ανάπτυξη βιώσιμων και έξυπνων ενεργειακών εργαλείων.

## Υπηρεσίες δοκιμών τεχνολογιών

- Υπηρεσίες δοκιμών για νέες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών και μπαταριών.


## Εκπαίδευση πράσινων δεξιοτήτων

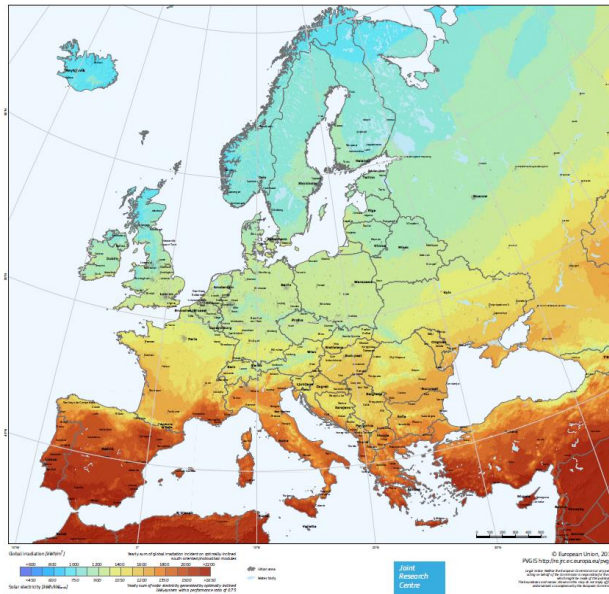
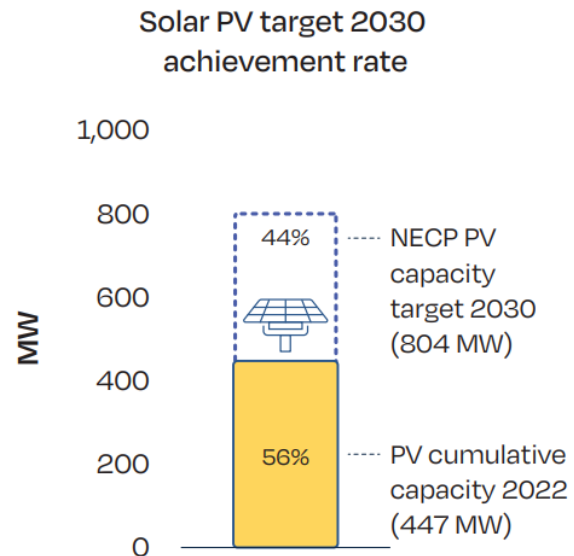
- Παροχή μαθημάτων ακαδημαϊκής και επαγγελματικής κατάρτισης.



# Ηλιακή Ενέργεια

- Η ηλιακή ενέργεια οδηγεί την παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση (TW-scale).
- Μεγαλύτερο μέρισμα ΑΠΕ από ΦΒ στην Κύπρο (21% ΑΠΕ 2023 | 16% ΦΒ).

NECP CYPRUS 



 **SOLAR: THE MOST AFFORDABLE ENERGY SOURCE ON THE GLOBAL MARKET**



Πηγή: *SolarpowerEurope, 2023*

# Παραγωγή ΦΒ Συστήματος

- Στην Κύπρο η βέλτιστη σταθερή γωνιά κλίσης είναι 30°.



Κατά τη διάρκεια ενός έτους 2,000 kWh/m<sup>2</sup>/yr

Κατά τη διάρκεια ενός έτους **1,600 kWh/kWp/yr**

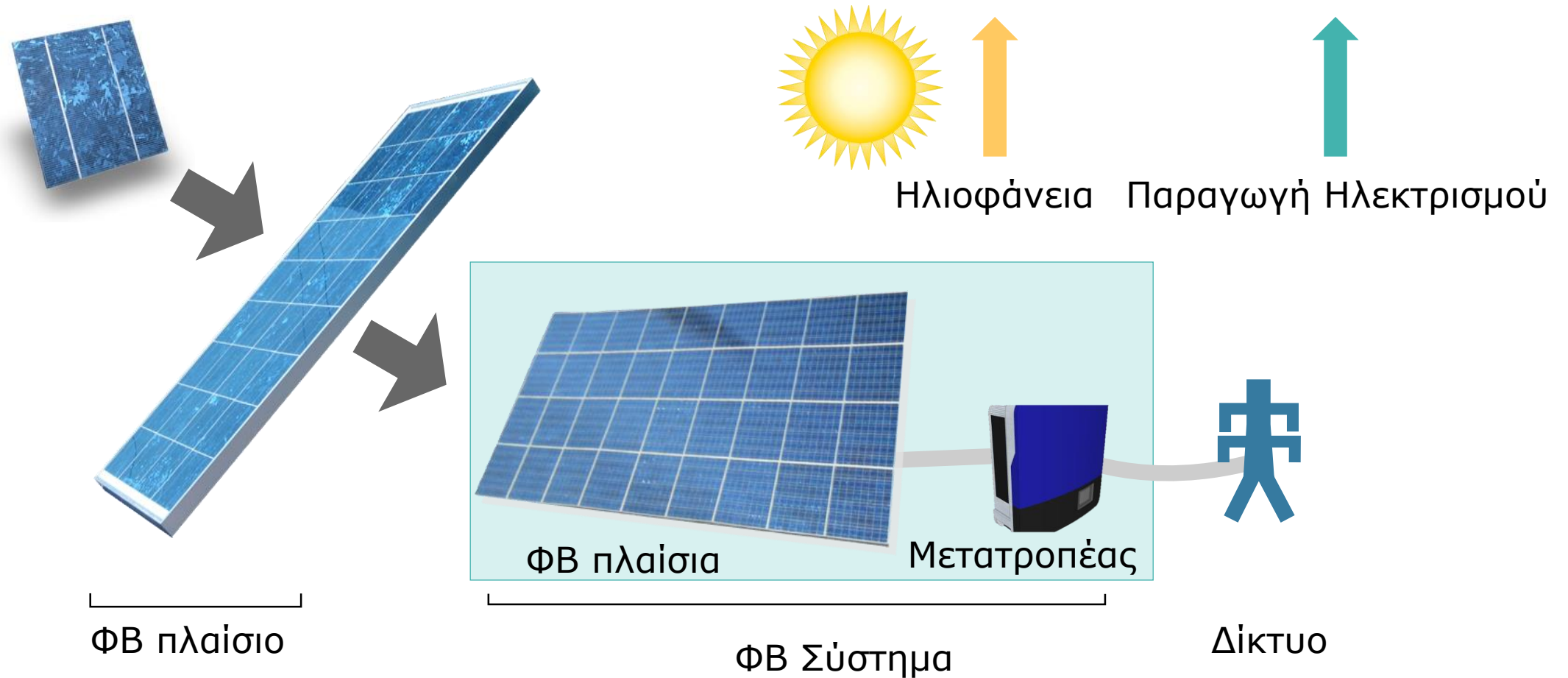
## **4 kW ΦΒ σύστημα**

11 kWh Δεκέμβριος (€3/ημερησίως βάση 30 c/kWh)

23 kWh Ιούνιος (€7/ημερησίως βάση 30 c/kWh)

# Βασικά - ΦΒ Σύστημα

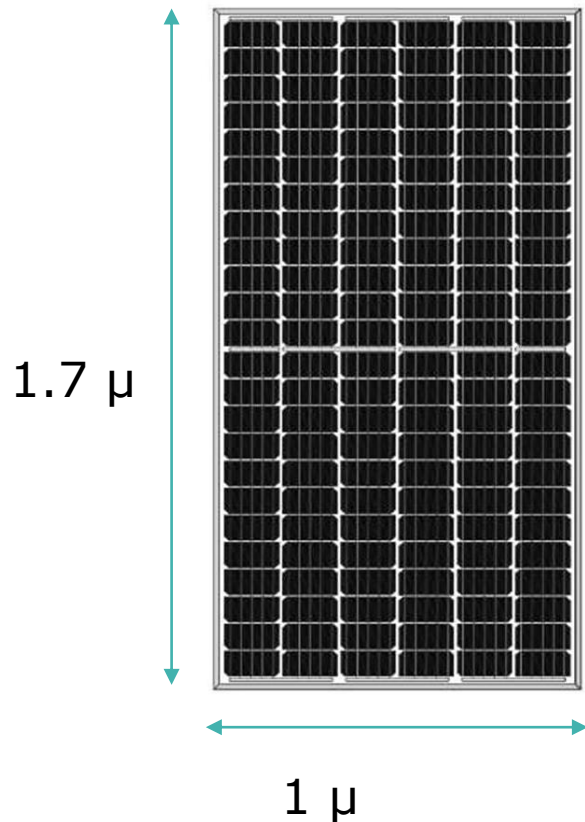
- Το ΦΒ σύστημα αποτελείται από τα πλαίσια, μετατροπέα και στηρίγματα.





# Συμφέρουν άραγε τα ΦΒ;

- >50,000 ΦΒ συστήματα στην Κύπρο (ακολουθεί το παράδειγμα με τα ηλιακά).



**4 kW Σύστημα**  
10 × ΦΒ πλαίσια 400 W  
Εμβαδό 17 μ<sup>2</sup>  
Μέσος όρος €4,400 (χωρίς ΦΠΑ)

**€1900 /έτος**  
**3 χρόνια**  
Σημείωση  
1600 kWh/έτος  
30 c/kWh

Με ποιο άλλο τρόπο επενδύοντας μπορείς αυτόν τον καιρό να έχεις "εισόδημα" €1900 ετησίως με σχεδόν μηδενική συντήρηση.

Πρέπει όμως όπως για κάθε επένδυση να κάνουμε σωστές **Ποιοτικές** επιλογές ώστε να ελαχιστοποιούμε τα ρίσκα.

# Επιλογή ΦΒ Συστήματος

- Επιλογή ΦΒ συστήματος όπως για κάθε συσκευή με την διαφορά πως...



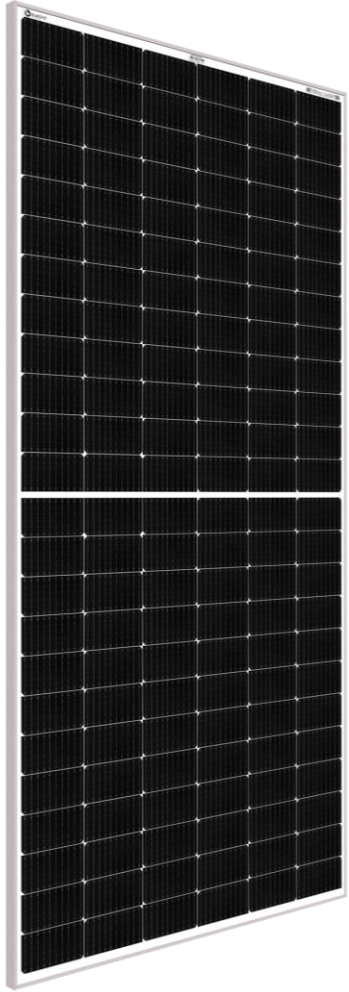
Διάρκεια Ζωής για 25 χρόνια  
(Αξιόπιστα)

Ψηλή απόδοση εφόρου ζωής  
(Αποδοτικά)

Διασφάλιση Ποιότητας



# Ορισμός Ποιότητα στα ΦΒ



## Ποιοτικός κατασκευαστής

### 1. Καλή επιλογή εξοπλισμού

- Τεχνικά χαρακτηριστικά
- Πρότυπα ποιότητας
- Εγγύηση

## Ποιοτικός εγκαταστάτης

### 2. Καλός σχεδιασμός και εγκατάσταση συστήματος

### 3. Καλός έλεγχος συστήματος (σύστημα τηλεμετρίας)

### 4. Καλή συντήρηση συστήματος (οπτικός έλεγχος και καθαρισμός)

- Ο ορισμός Ποιότητα στα ΦΒ συνοψίζει όλες τις σημαντικές παραμέτρους ώστε να λειτουργεί:
  - Με ασφάλεια
  - Σε ψηλά επίπεδα απόδοσης
  - Να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής

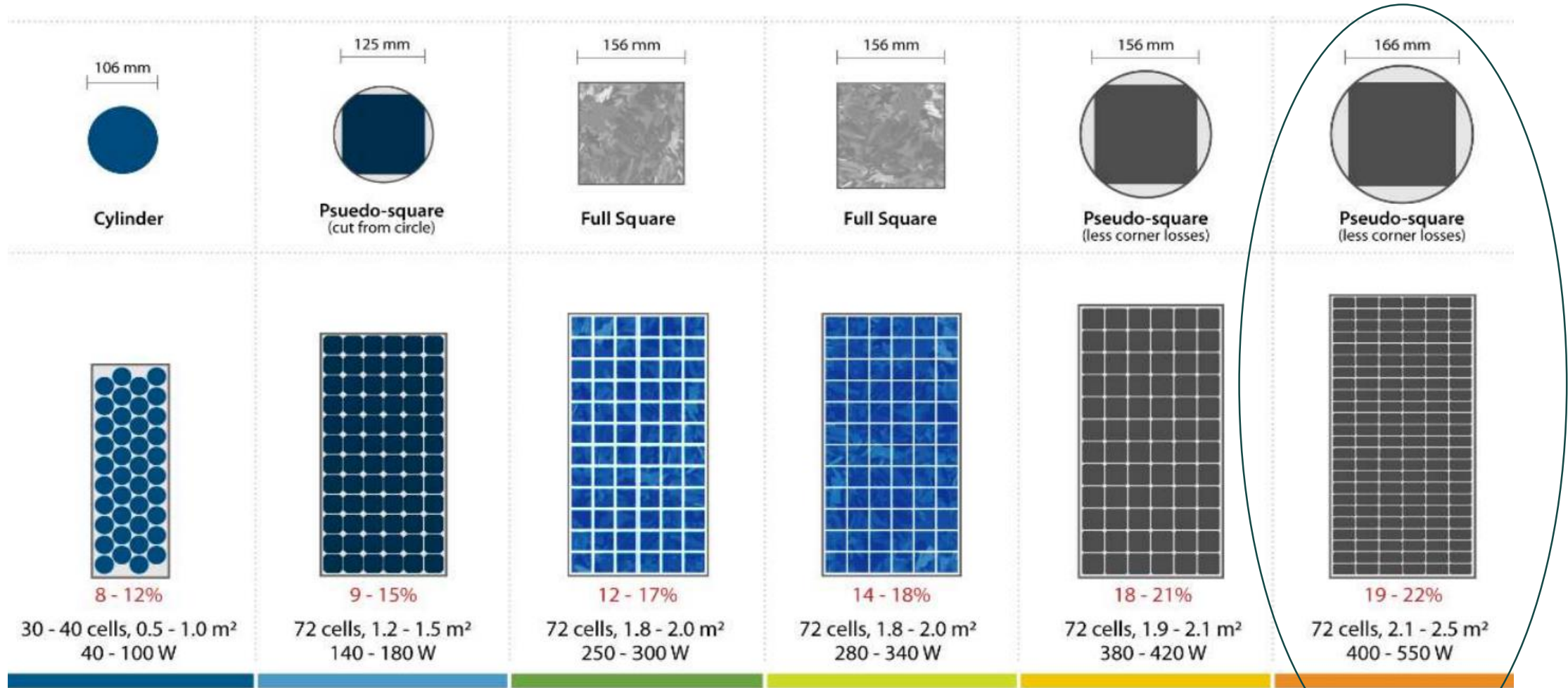
**Ασφάλεια**

**Απόδοση**

**Διάρκεια ζωής**

# 1. Επιλογή Εξοπλισμού – Τεχνολογία ΦΒ πλαισίων

- Μονο-κρυσταλλικού ή πολύ-κρυσταλλικού Πυριτίου (N-type και P-type)

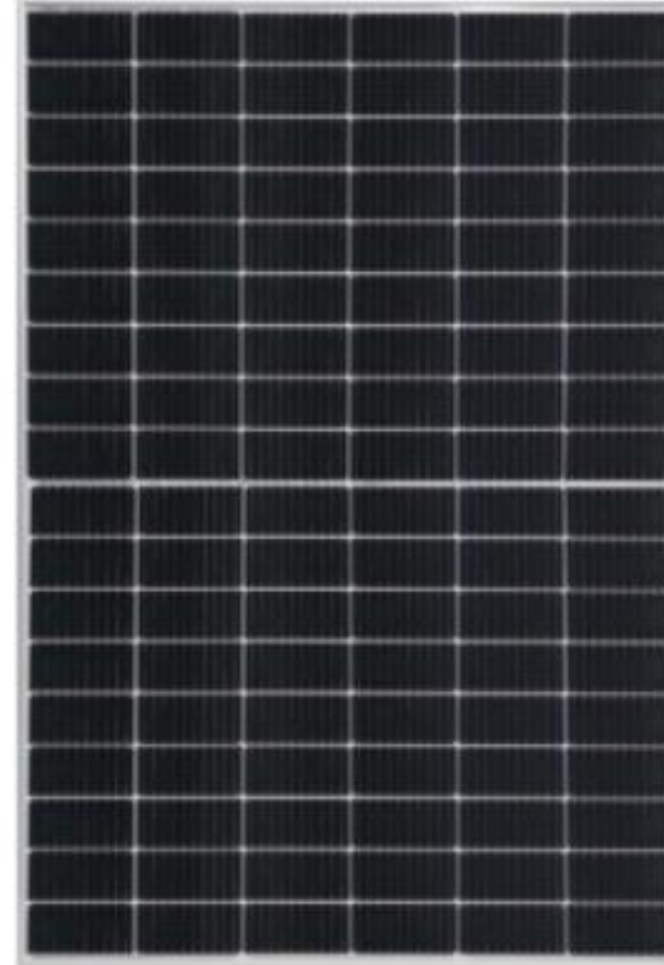


# 1. Επιλογή Εξοπλισμού – Τεχνολογία ΦΒ πλαισίων

- ΦΒ πλαίσια μοιρασμένων κυττάρων.



<2020

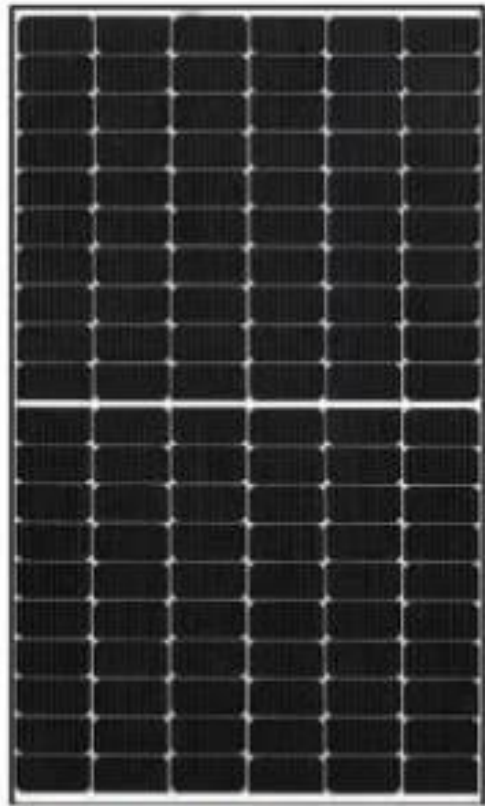


Μοιρασμένα κύτταρα  
Περισσότερους αγωγούς

>2020

# 1. Επιλογή Εξοπλισμού – Τεχνολογία ΦΒ πλαισίων

- Διάφορες επιλογές (π.χ. ενσωματωμένα σε γυαλί, ολόμαυρα).



Monofacial



Bifacial

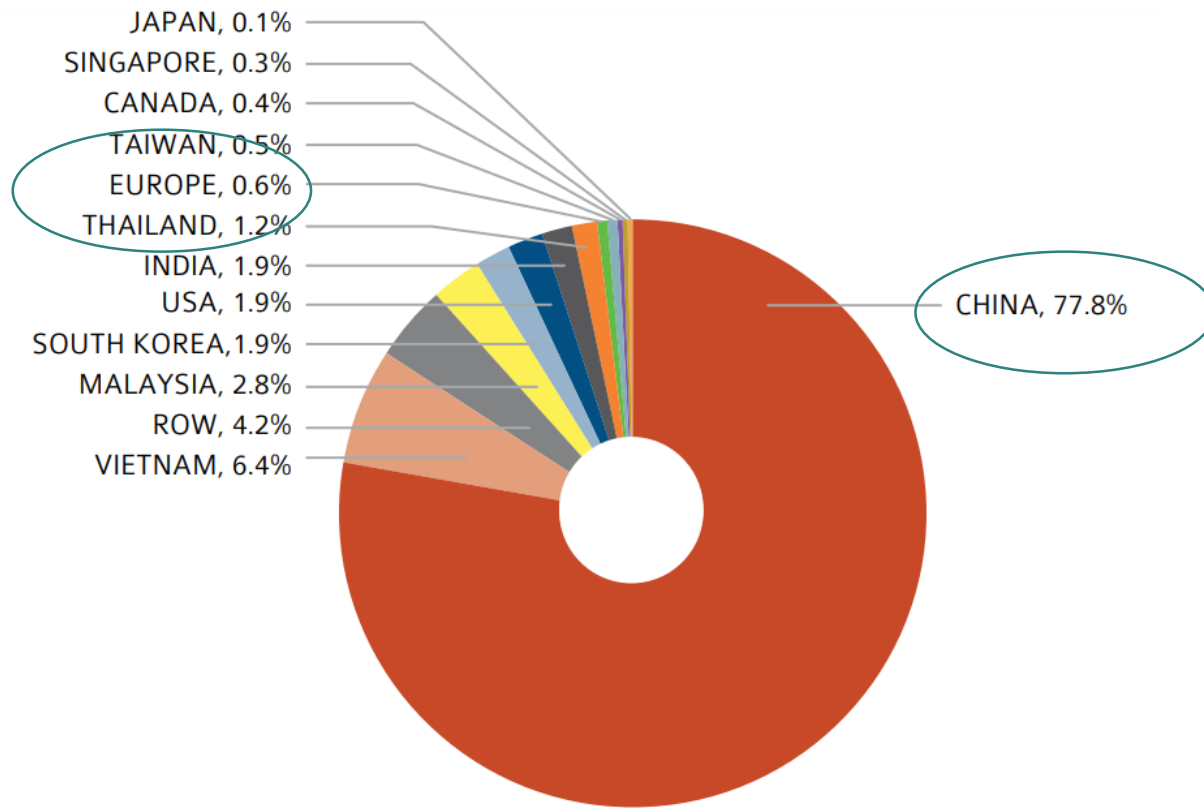


Full black

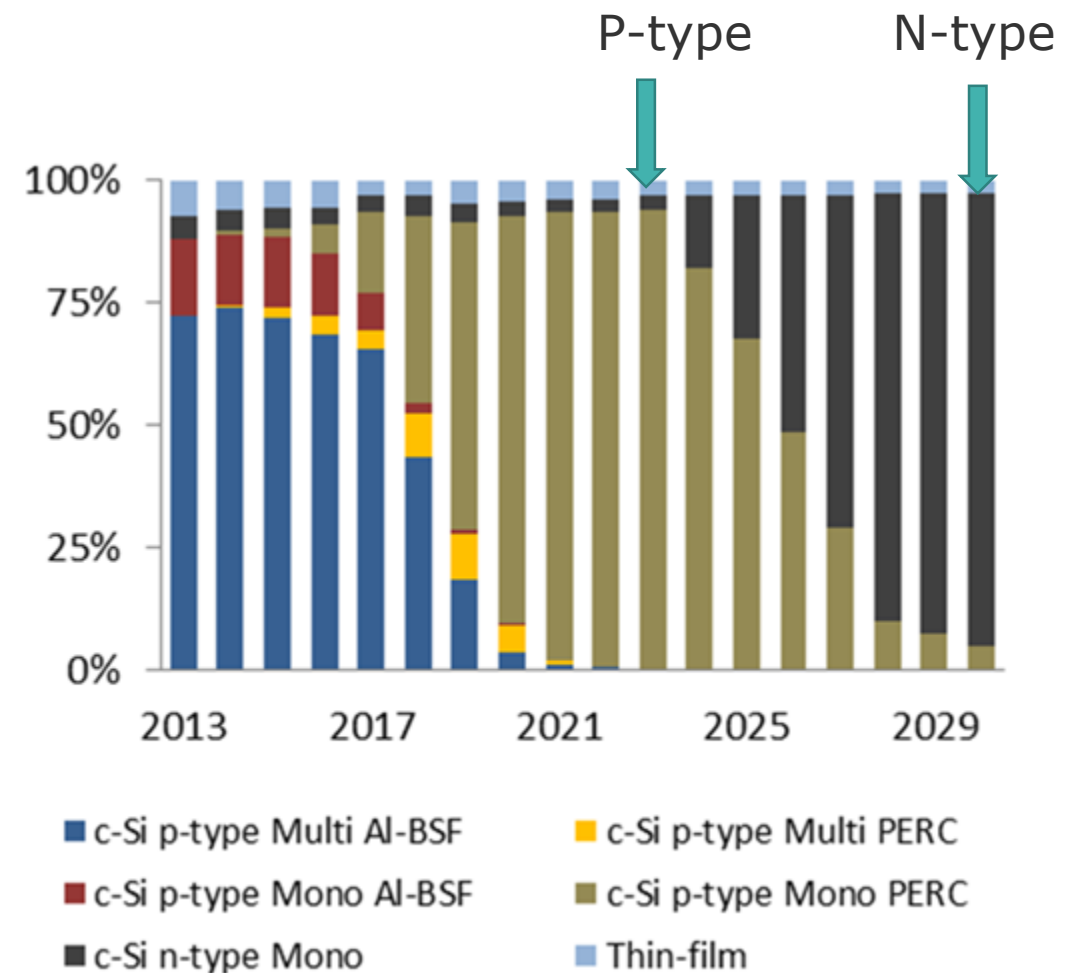


# 1. Επιλογή Εξοπλισμού – Παραγωγή ΦΒ πλαισίων

- Μερίδιο παραγωγής ΦΒ πλαισίων το 2022.



Πηγή: IEA, 2023

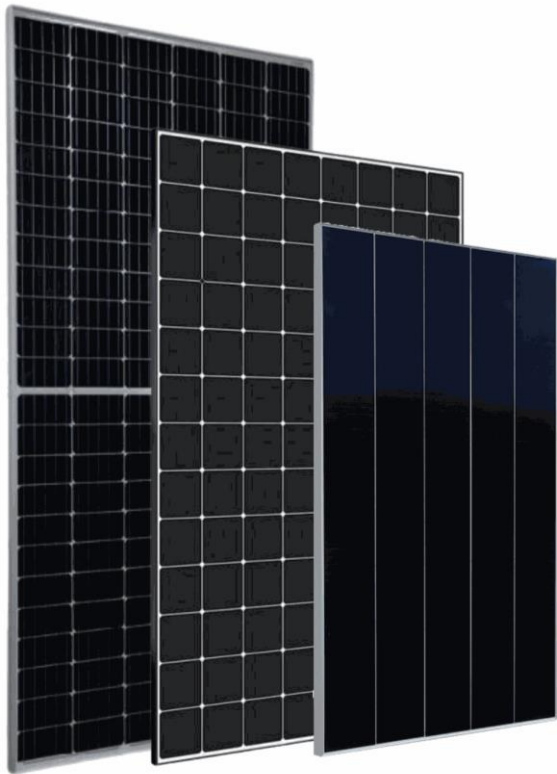


Πηγή: PVTECH Research, 2023

# 1. Επιλογή Εξοπλισμού – N-type και P-type Πυριτίου

- N-type και P-type τεχνολογιών κρυσταλλικού Πυριτίου.

## N-TYPE vs P-TYPE SOLAR PANELS

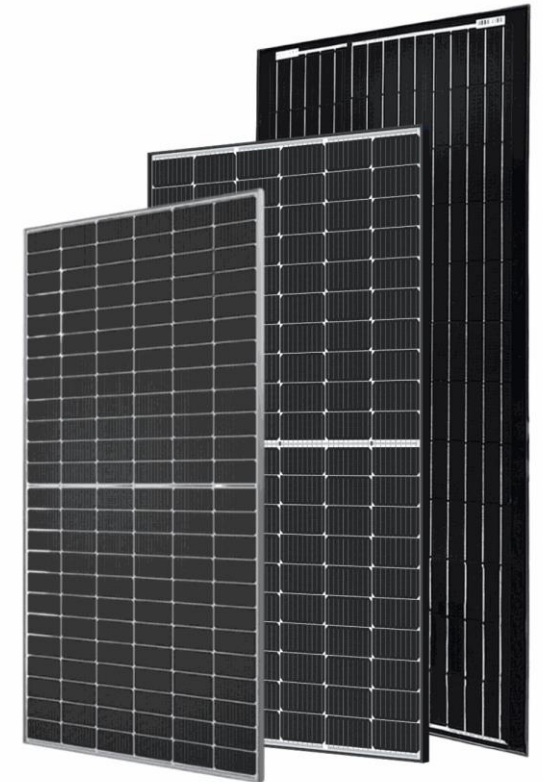


### N-Type

- Υψηλότερη απόδοση και αποδοτικότητα
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Ανοχή στην αρχική υποβάθμιση

### P-Type

- Χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με N-Type
- Υψηλή εμπειρία σε γραμμές παραγωγής και χρήση σε εξωτερικούς χώρους





# 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Τεχνικά Χαρακτηριστικά από εγχειρίδια κατασκευαστών ΦΒ πλαισίων.

## Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά

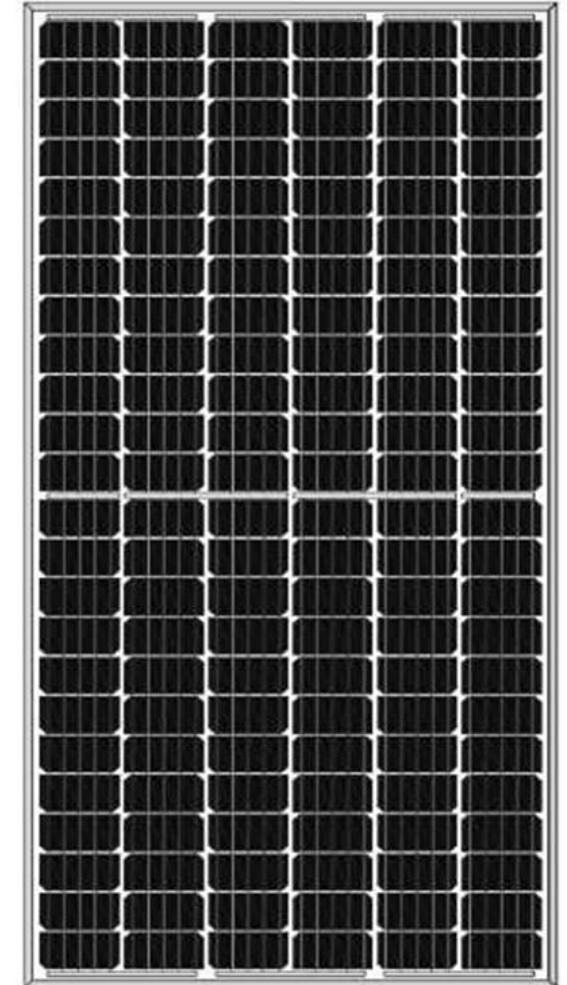
- Τεχνολογία: Κρυσταλλικού Πυριτίου
- Κύτταρα: Half-cut (N- ή P-type)
- Ισχύς: >400 W (Ανοχή +3%)
- Δίοδοι Παράκαμψης: 3
- Επίπεδο Προστασίας: Επίπεδο II

## Θερμικά Χαρακτηριστικά

- Θερμικός Συντελεστής:  $\leq -0.40 \text{ \%/}^\circ\text{C}$
- Συντελεστής Θερμοκρασίας Κυττάρου (NOCT):  $\leq 45 \text{ }^\circ\text{C}$

## Ειδικά Χαρακτηριστικά

- Περίγραμμα: Ανοδιωμένο Αλουμίνιο
- Γυαλί: Ανοχή σε φορτίο χιονιού (5400 Pa) και ανέμου (3000 Pa)



# 1. Εγγύηση ΦΒ πλαισίων

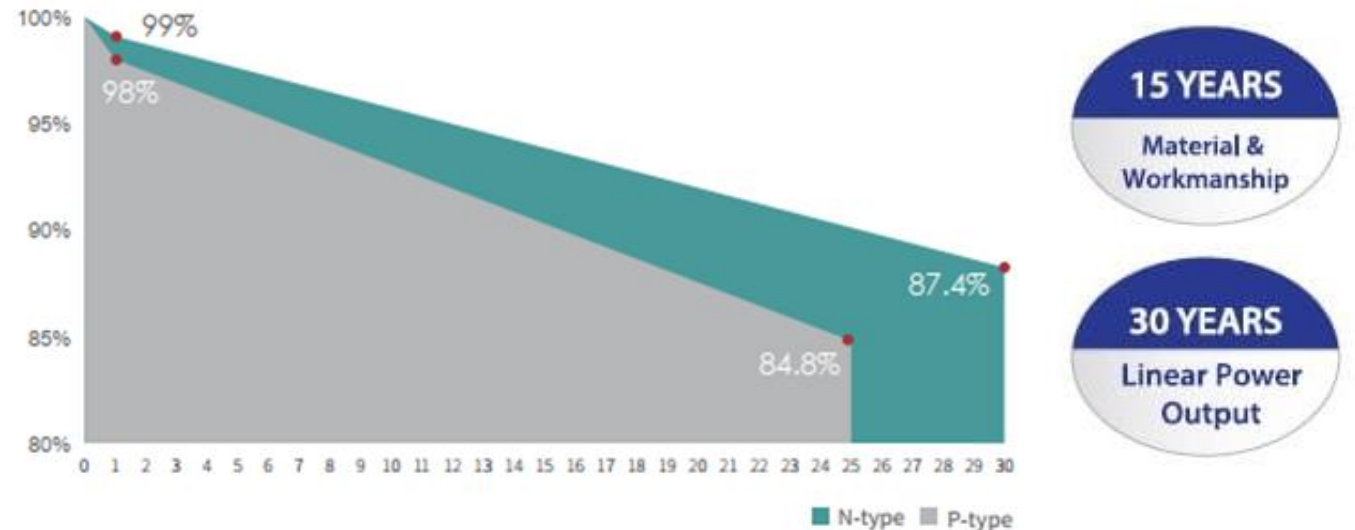
## Εγγύηση Εξοπλισμού

Εγγύηση εξοπλισμού:  $\geq 10$  χρόνια



## Εγγύηση Απόδοσης

Εγγύηση εφόρου ζωής  
Γραμμική υποβάθμιση  $\leq 0.4\%$ /έτος  
Έτος 1:  $\geq 98\%$  της αρχικής μέγιστης ισχύος  
Έτος 25:  $\geq 80\%$  της αρχικής μέγιστης ισχύος



First year degradation  $\leq 1\%$

The linear degradation (2~30 years)  $\leq 0.4\%$

# 1. Πρότυπα και Διαπίστευση

- Διαπίστευση/Έλεγχος με βάση τα Πρότυπα:
  - **IEC 61215** – Πιστοποίηση απόδοσης και ανθεκτικότητας ΦΒ πλαισίων.
  - **IEC 61730** – Πιστοποίηση ασφάλειας ΦΒ πλαισίων (πρόληψη ηλεκτροπληξίας, πυρκαγιάς).
- Τα ΦΒ πλαίσια πρέπει επίσης να φέρουν το σήμα της Ευρωπαϊκής Σήμανσης – CE



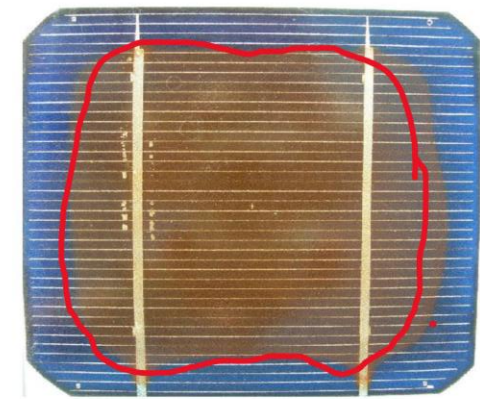
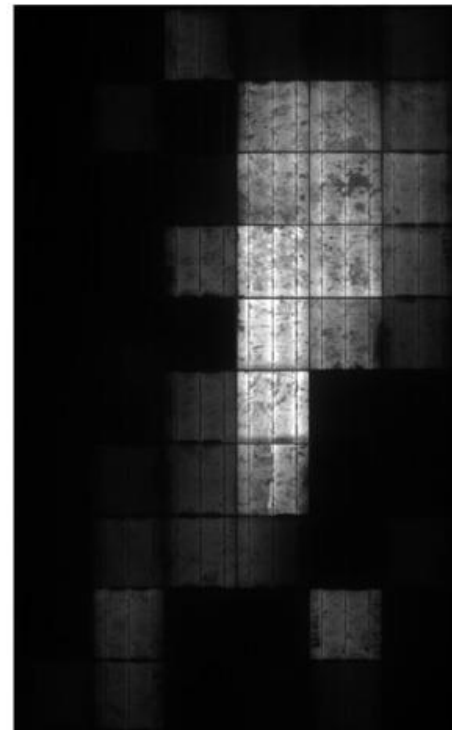
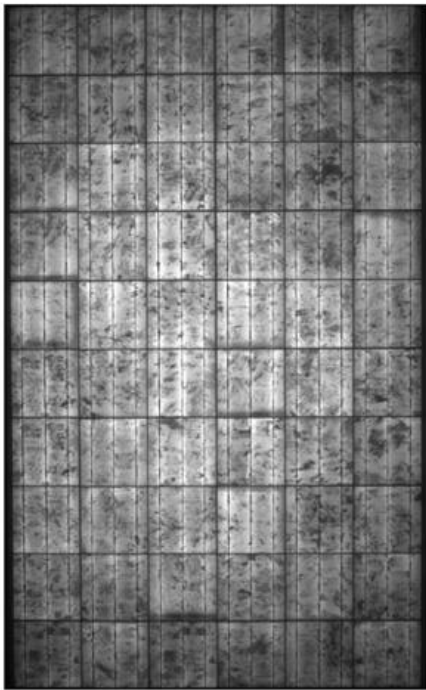
CERTIFIED  
**IEC**  
61730 Ed.1

CERTIFIED  
**IEC**  
61215 Ed.2



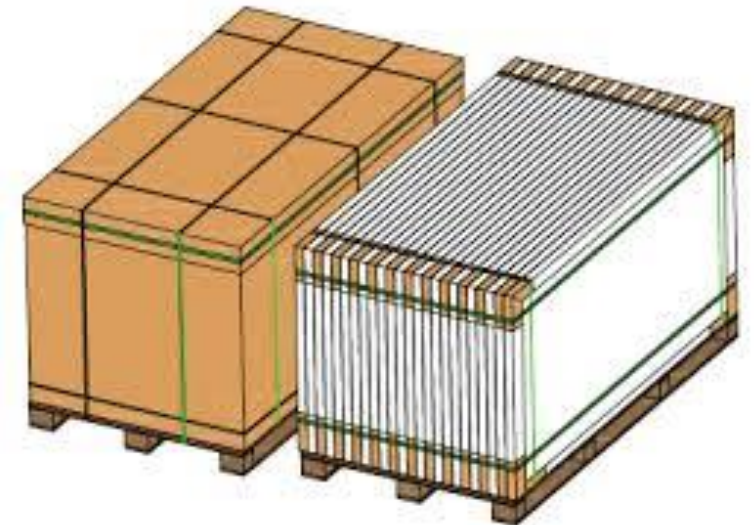
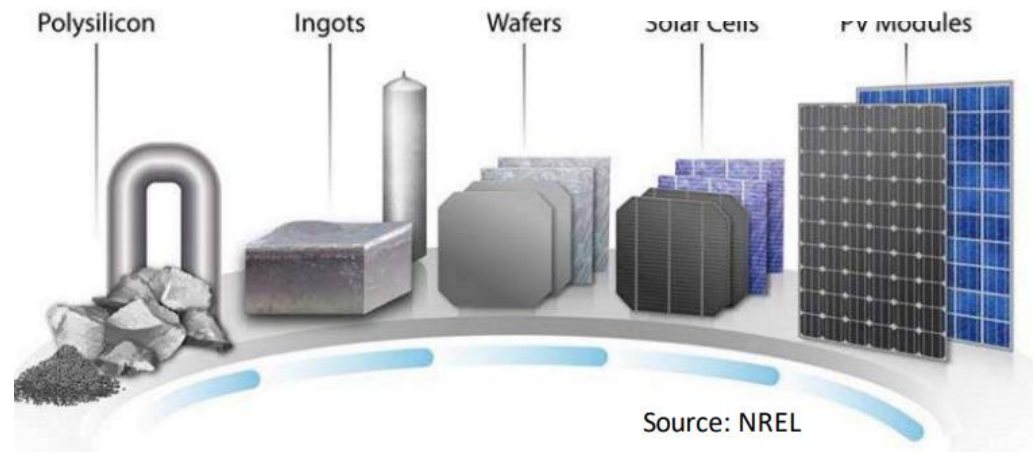
# 1. Πρότυπα και Διαπίστευση

- Περισσότερες δοκιμές και διαπιστεύσεις από τους κατασκευαστές.
- Δοκιμή ηλεκτροφωταύγειας (Electroluminescence) - IEC TS 60904
- Αντίσταση σε υποβάθμιση PID - IEC TS 62804-1
- Αντίσταση σε διάβρωση από Αμμωνία, άλατα και υγρασία - IEC 62716



# 1. Ποιότητα κατασκευαστή ΦΒ πλαισίων

- Επιλογή κατασκευαστή Tier 1 σύμφωνα με την ταξινόμηση Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (<https://assets.bnef.com/public/tiering/solarmodules.pdf>)
- PVEL reliability scorecard (<https://scorecard.pvel.com/>)

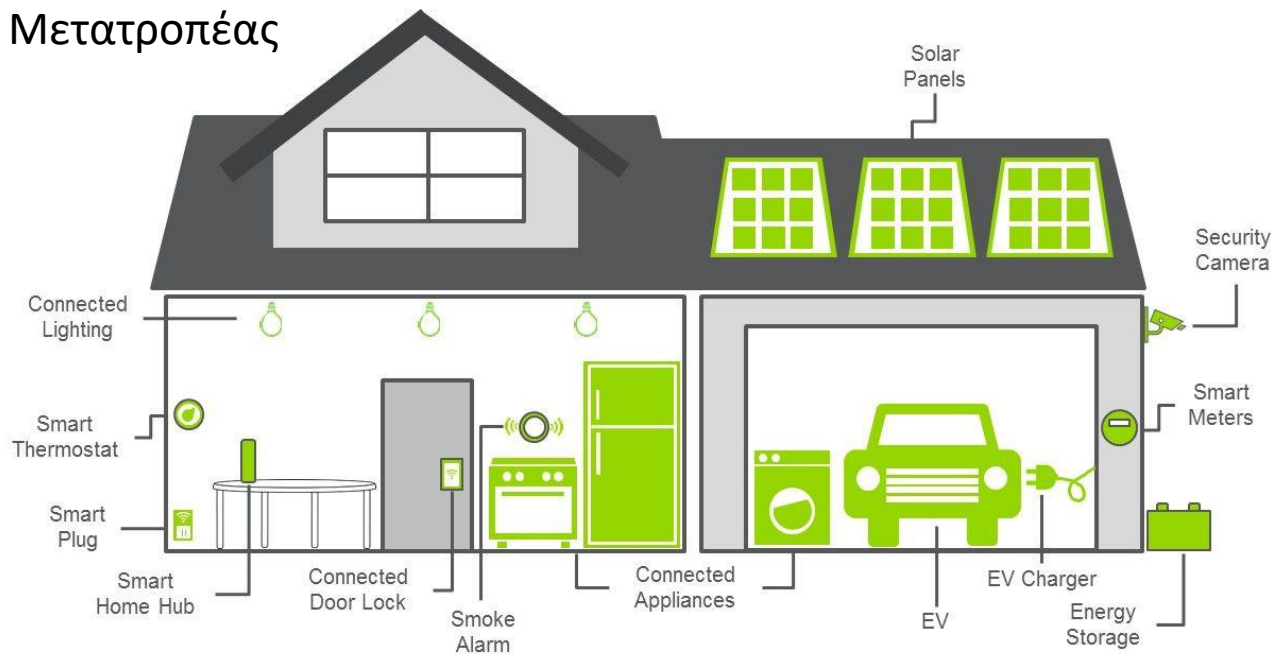


# 1. Μετατροπείας

## Χαρακτηριστικά

- Τεχνολογία: Χωρίς μετασχηματιστή
- Μέγιστη Απόδοση:  $\geq 98\%$  Ευρωπαϊκή Απόδοση:  $\geq 97\%$
- Πρότυπα: EN 61000, CE
- Εγκατάσταση: Εξωτερικού χώρου
- Επικοινωνία: Για τηλεμετρία

## Υβριδικός Μετατροπείας



Παραδείγματα μετατροπείας

# 1. Στηρίγματα

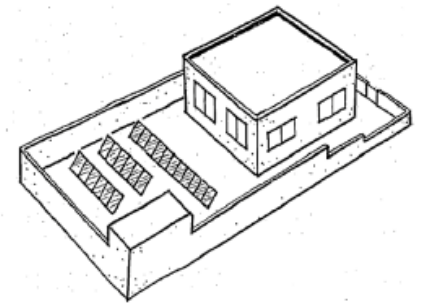
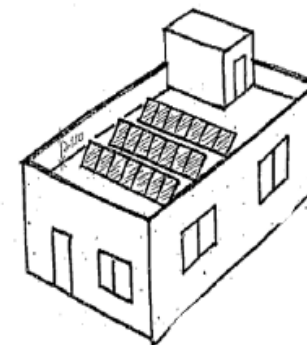
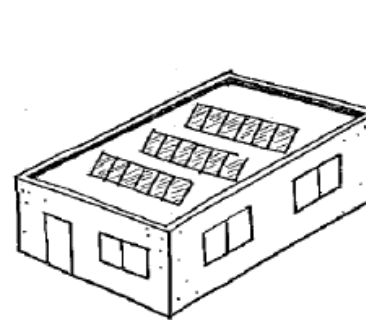
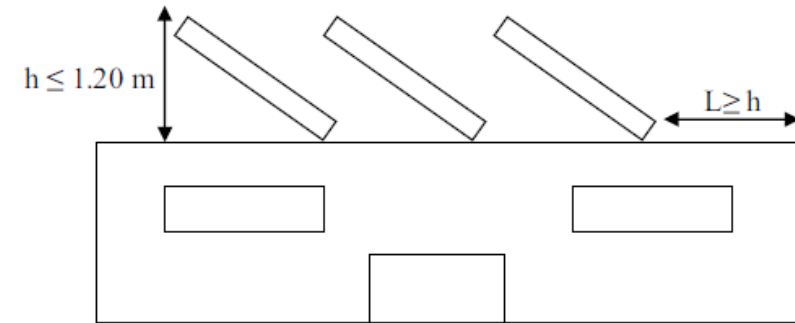
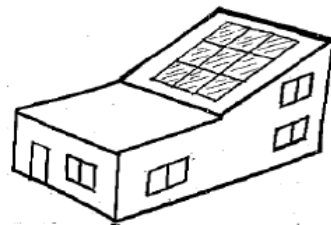
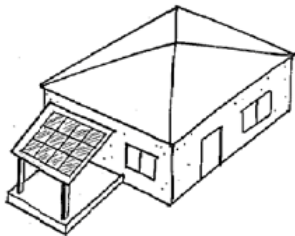
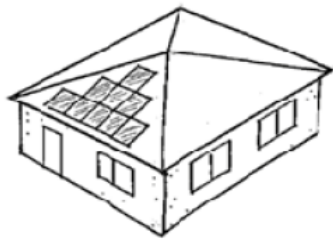
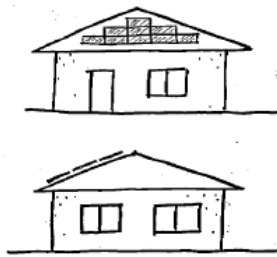
## Χαρακτηριστικά

- Στήριξη: Ανοδιωμένο Αλουμίνιο
- Κώδικες ανθεκτικότητας: Eurocodes 1 και 9
- Εγγύηση: 20 χρόνια



## 2. Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος

- Όλα τα ΦΒ πλαίσια πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα και σύμφωνα με την κλίση της οροφής (Εγκύκλιος 3/2008).
- Εμπειρικός κανόνας 2 x Ύψος αντικειμένου που προκαλεί σκίαση.





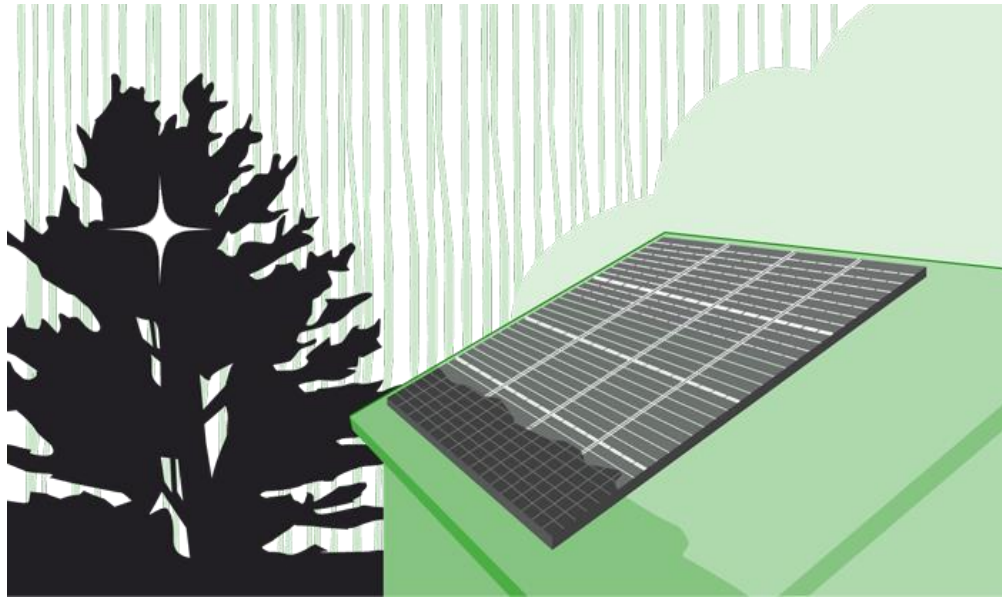
## 2. Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος

- Παραδείγματα εγκατάστασης στην Κύπρο.



## 2. Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος

- Όταν υπάρχει σκίαση και διαφορετικές κλίσεις - Χρήση «optimizers».



Σκίαση και διαφορετικές κλίσεις οροφής



>30% συγκομιδή ενέργειας από τη σκίαση

## 2. Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος

- Επιλογή Εγκαταστάτη με βάση την:
  - Εμπειρία σε σχετικά έργα.
  - Πιστοποιήσεις (ISO 9001) και τεχνογνωσία.
  - Ευκολία επαφής και δέσμευση αντιμετώπισης προβλημάτων (από στόμα σε στόμα).



MINISTRY OF ENERGY  
COMMERCE AND INDUSTRY



Vocational Training Course:  
PV SYSTEM DESIGNER AND INSTALLER



την ΑνΑΔ. Οι επιχειρήσεις/  
βδοτομήμενός τους, καθώς  
της προϋποθέσεις της ΑνΑΔ.



## 2. Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος

- Συμμόρφωση εγκατάστασης με το εγχειρίδιο του κατασκευαστή.



# 3. Έλεγχος Συστήματος

- Σύστημα τηλεμετρίας για τον αυτοματοποιημένο έλεγχο της παραγωγής.
- Αυτόματη ειδοποίηση για σφάλμα στο σύστημα.



## Τηλεμετρία Μετατροπέα

Κόστος συστήματος τηλεμετρίας από μετατροπέα δωρεάν



- 1 διμηνιαία πρόβλημα με το αυτόματο
- Απώλεια €320 κατά μέσω όρο για 4 kW

# 4. Συντήρησή Συστήματος

- Οπτικός έλεγχος (πλαisiού, καλωδιώσεων, μετατροπέα και στηριγμάτων).
- Συστηματικό καθάρισμα των πλαisiών κατά της πρωινές/απογευματινές ώρες (συνήθως εποχιακά και πάντοτε μετά από σκόνη στην ατμόσφαιρα).



Ρωγμές στο γυαλί και οθόνη μετατροπέας



Σκόνη **12 % απώλεια** στην παραγωγή ετησίως  
4 kW = €240 /ετησίως

# Περισσότερες Πληροφορίες

<https://www.phaethon-coe.eu/pvguidelines/>



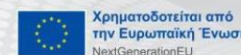
## Choosing the Right PV System Guidelines to Quality

### A guide to a long-term investment

The decision to purchase a photovoltaic (PV) system is a long-term investment and for this reason must be selected with great care. The system is expected to operate at extreme weather conditions for over 20 years and must prove to deliver the electricity output (financial



## Δωρεάν Μαθήματα!



Χρηματοδοτείται από  
την Ευρωπαϊκή Ένωση  
NextGenerationEU



Κύπρος — το αύριο  
ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΔΡΕΥΣΗΣ



## Πράσινη ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ



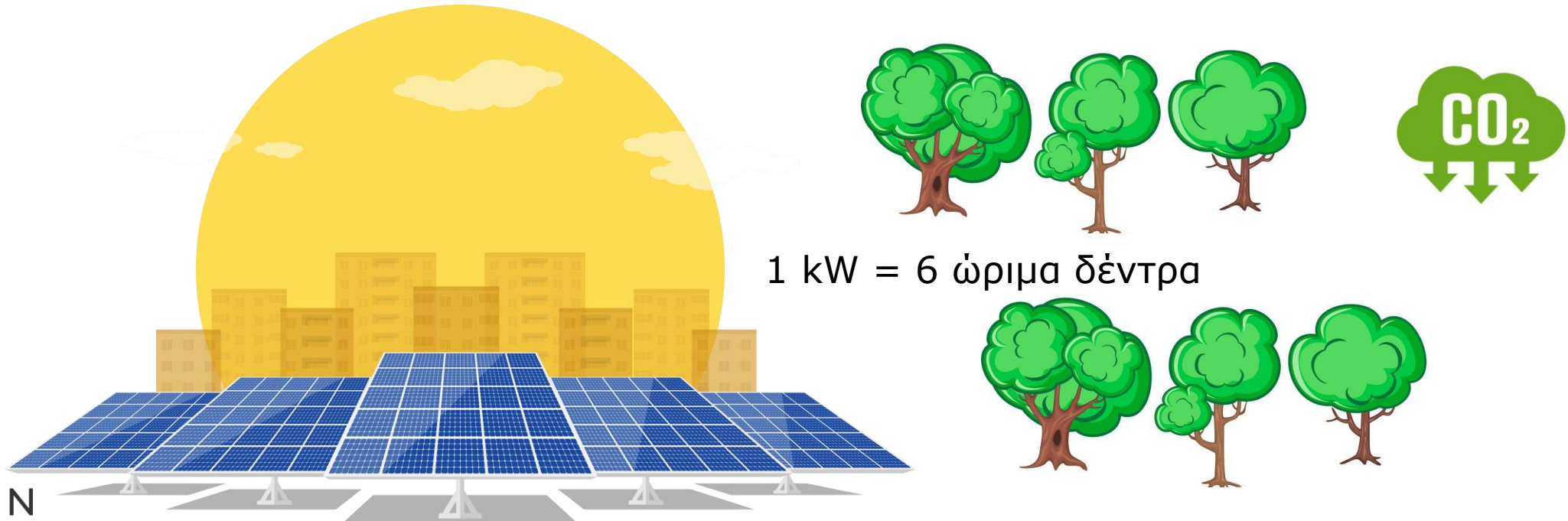
**ΕΠΕΝΔΥΟΥΜΕ ΤΩΡΑ, ΣΤΟ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΑΥΡΙΟ!**

<https://www.phaethon-coe.eu/green-economy-courses-2024/>

# Συμπεράσματα

- Επιλογή ποιοτικού προϊόντος είναι σημαντική ώστε να έχουμε βέλτιστα αποτελέσματα.
- Επιλέγουμε σωστά και όχι μόνο με το κόστος ώστε να ελαχιστοποιούμε το ρίσκο.

Με τα ΦΒ το ζήτημα δεν είναι αν θα χάσεις....  
Το ζητούμενο είναι ποσό περισσότερο κερδίζεις...





# Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Γιώργος Μακρίδης  
Πανεπιστήμιο Κύπρου  
ΦΑΕΘΩΝ Κέντρο Αριστείας

Tel: 22-894397

Email: [makrides.georgios@ucy.ac.cy](mailto:makrides.georgios@ucy.ac.cy)

[www.phaethon-coe.eu](http://www.phaethon-coe.eu)

 phaethoncoe

 PHAETHONCoE

 PHAETHONCoE

