



**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

# **Η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Διασπαρμένη παραγωγή μέσω εγκαταστάσεων σε κτίρια**

**18 Μαΐου 2005**

**Καθαρές Ενεργειακές τεχνολογίες & δημιουργία νέων θέσεων εργασίας,  
Γραφείο Διασύνδεσης, ΤΕΙ Καβάλας**

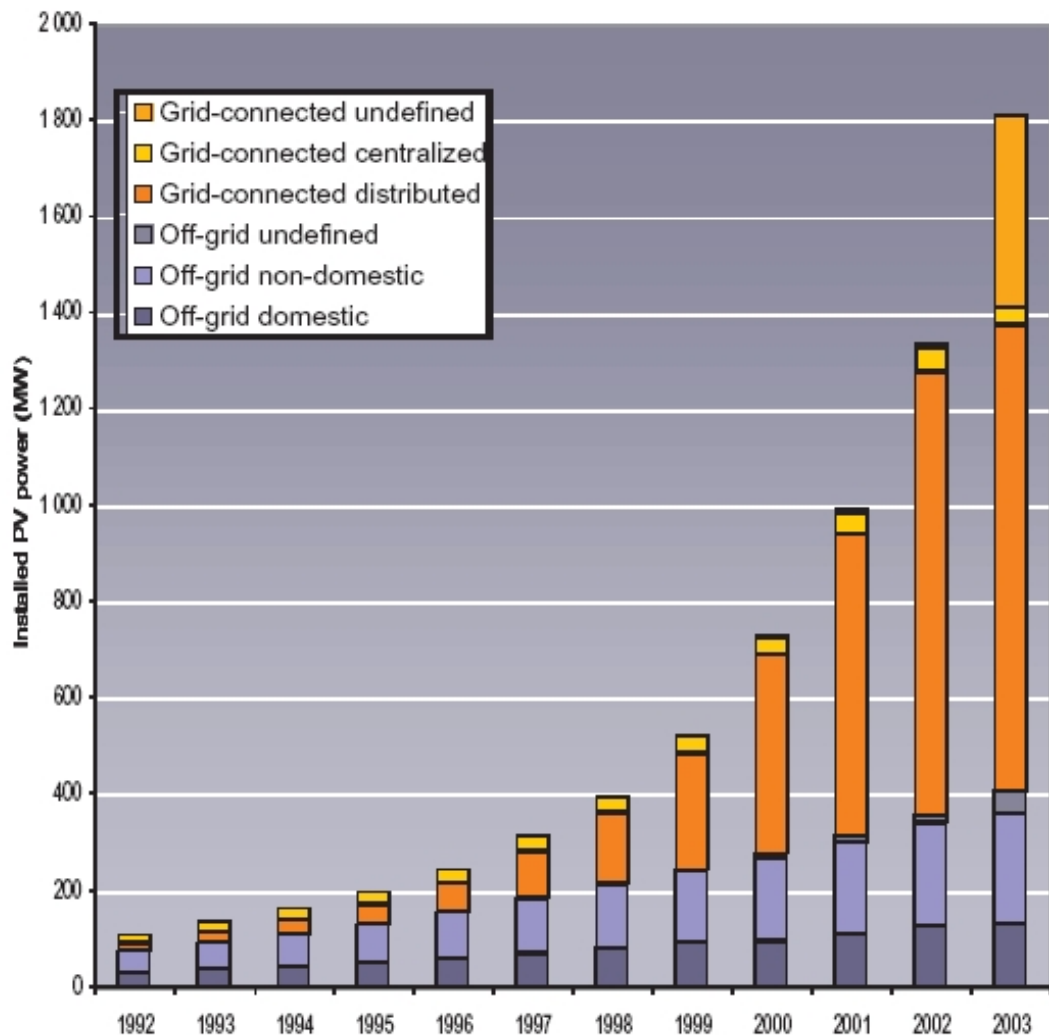
**Δρ. Ευστάθιος Τσελεπής**  
**Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων**  
**ΚΑΠΕ**



# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

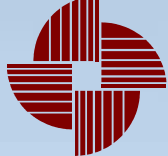
Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων



Εγκατεστημένη ισχύς ανά έτος σε MWp		
	2003	2004
Ιαπωνία	220	280-300
Γερμανία	130	500-600

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς στις χώρες που συμμετέχουν στον ΙΕΑ από το 1992 μέχρι 2003 και ανά κατηγορία εφαρμογής

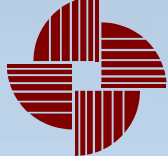


# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Χώρα	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς στις χώρες της Ε.Ε (σε MWp)					
	Διασυνδεδεμένα		Αυτόνομα		Σύνολο	
Χώρα \ Έτος	2000	2003	2000	2003	2000	2003
Γερμανία	100	375	13,8	22,6	114	400
Ιταλία	9	14,34	13	11,69	22	26,03
Ολλανδία	8,7	43,69	4,1	4,93	12,8	48,62
Ισπανία	2,9	13,2	9,2	14,06	12,1	27,26
Γαλλία	0,6	4,39	10,7	17,32	11,3	21,71
Αυστρία	3,2	14,66	1,7	2,17	4,9	16,83
Σουηδία	0,1	0,17	2,7	3,4	2,8	3,57
Φιλανδία	0,1	0,16	2,5	3,24	2,6	3,4
Μ. Βρετανία	1,5	4,91	0,4	0,62	1,9	5,53
Δανία	1,3	1,68	0,2	0,22	1,5	1,9
Πορτογαλία	0,3	0,4	0,7	1,67	1	2,07
Ελλάς	0,2	1,11	0,7	2,14	0,9	3,25
Βέλγιο	0,1	1,06	0,1	0	0,2	1,06
Πολωνία	-	0	-	0,12	-	0,12
Λουξεμβούργο	-	3,5	-	0	-	3,5
Σύνολο Ε.Ε.	128	478,27	59,8	84,18	187,8	562,45

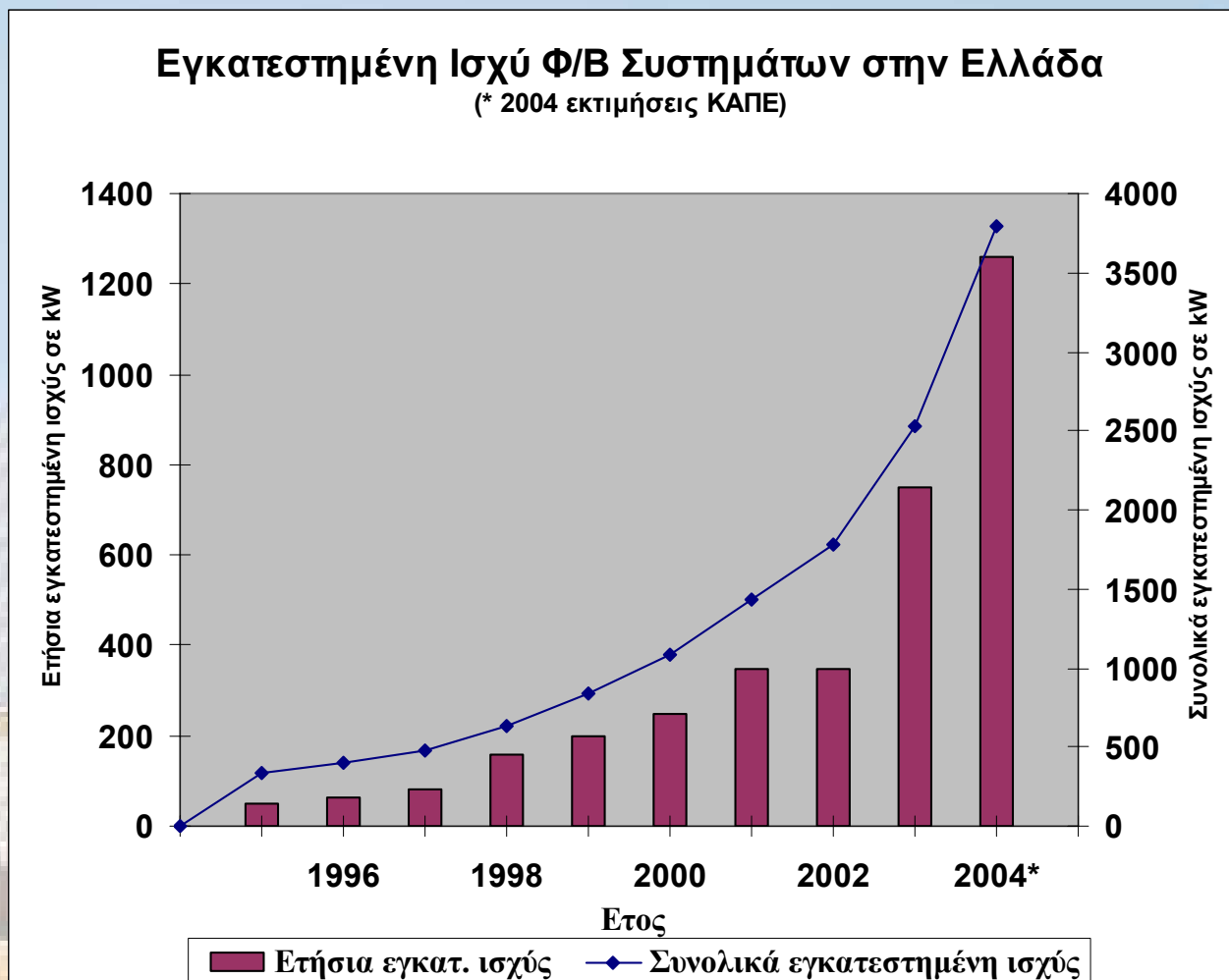


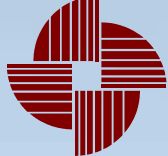
# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα





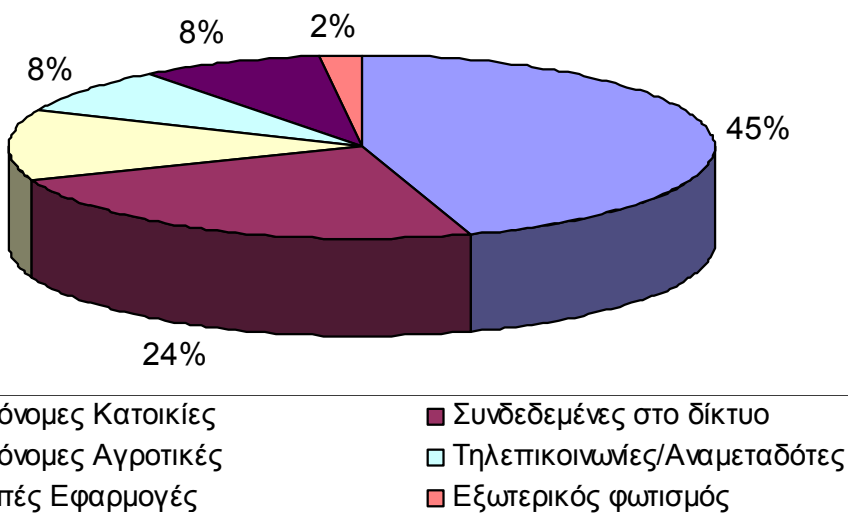
# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

## Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

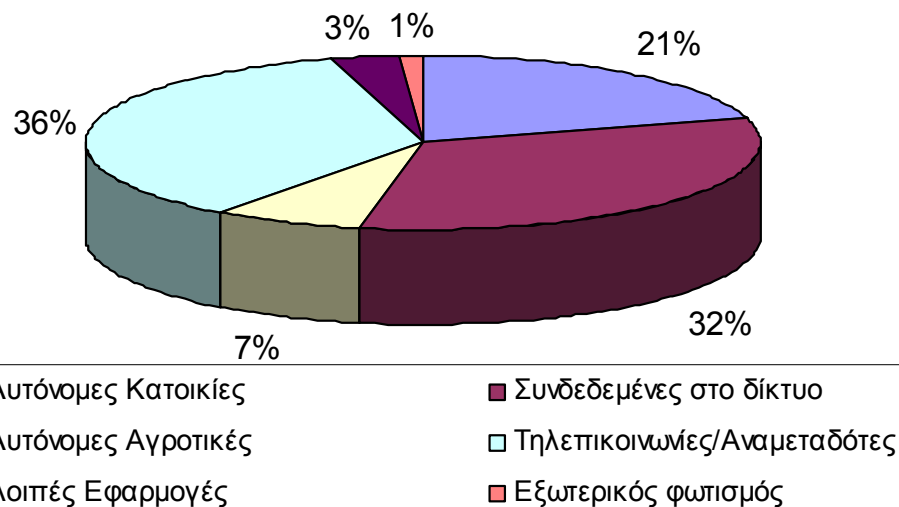
### Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Μερίδια Αγοράς Φ/Β Συστημάτων στην Ελλάδα

Μερίδια Αγοράς Φ/Β Συστημάτων, Έρευνα ΚΑΠΕ 1998



Μερίδια Αγοράς Φ/Β Συστημάτων, εκτιμήσεις ΚΑΠΕ 2004



1998: 24% συνδεδεμένα στο δίκτυο, 76% αυτόνομα

2004: 32% συνδεδεμένα στο δίκτυο, 68% αυτόνομα

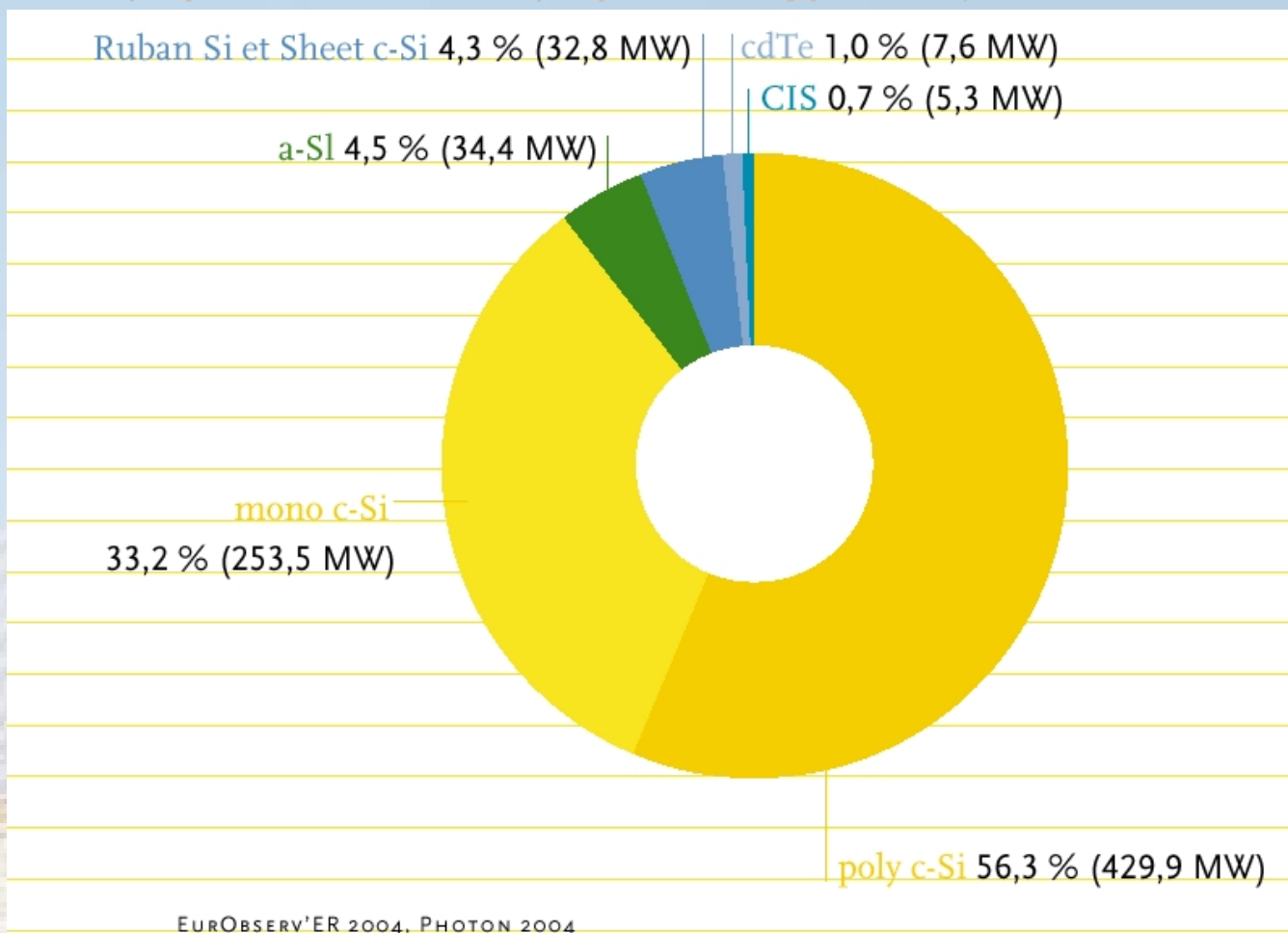


# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

## Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

### Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Μερίδιο αγοράς των διάφορων τεχνολογιών Φ/Β στοιχείων



2003: 764 MWp

2004: 1250 MWp +65%

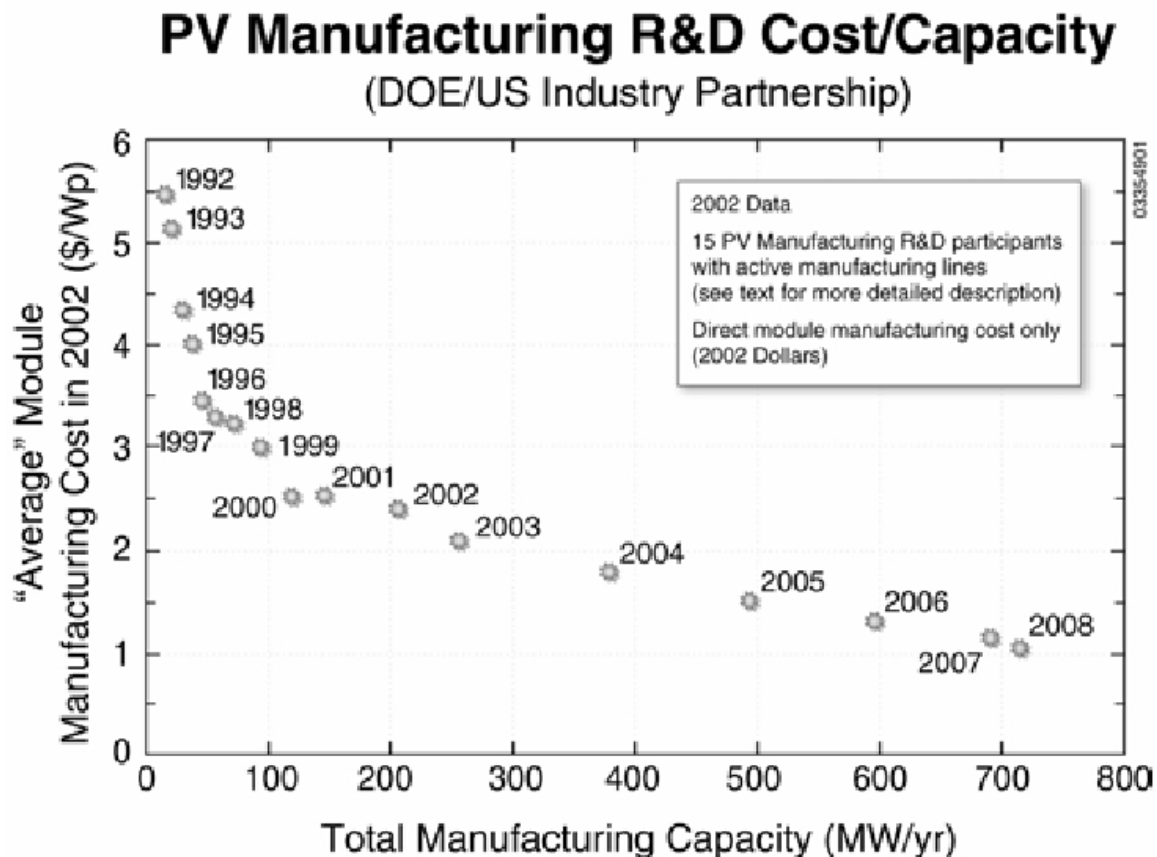


## Η αγορά Φ/Β και το κόστος Παραγωγής

σημαντική ανάπτυξη σημειώθηκε στην παγκόσμια φωτοβολταϊκή βιομηχανία κατά το 2003 και 2004.

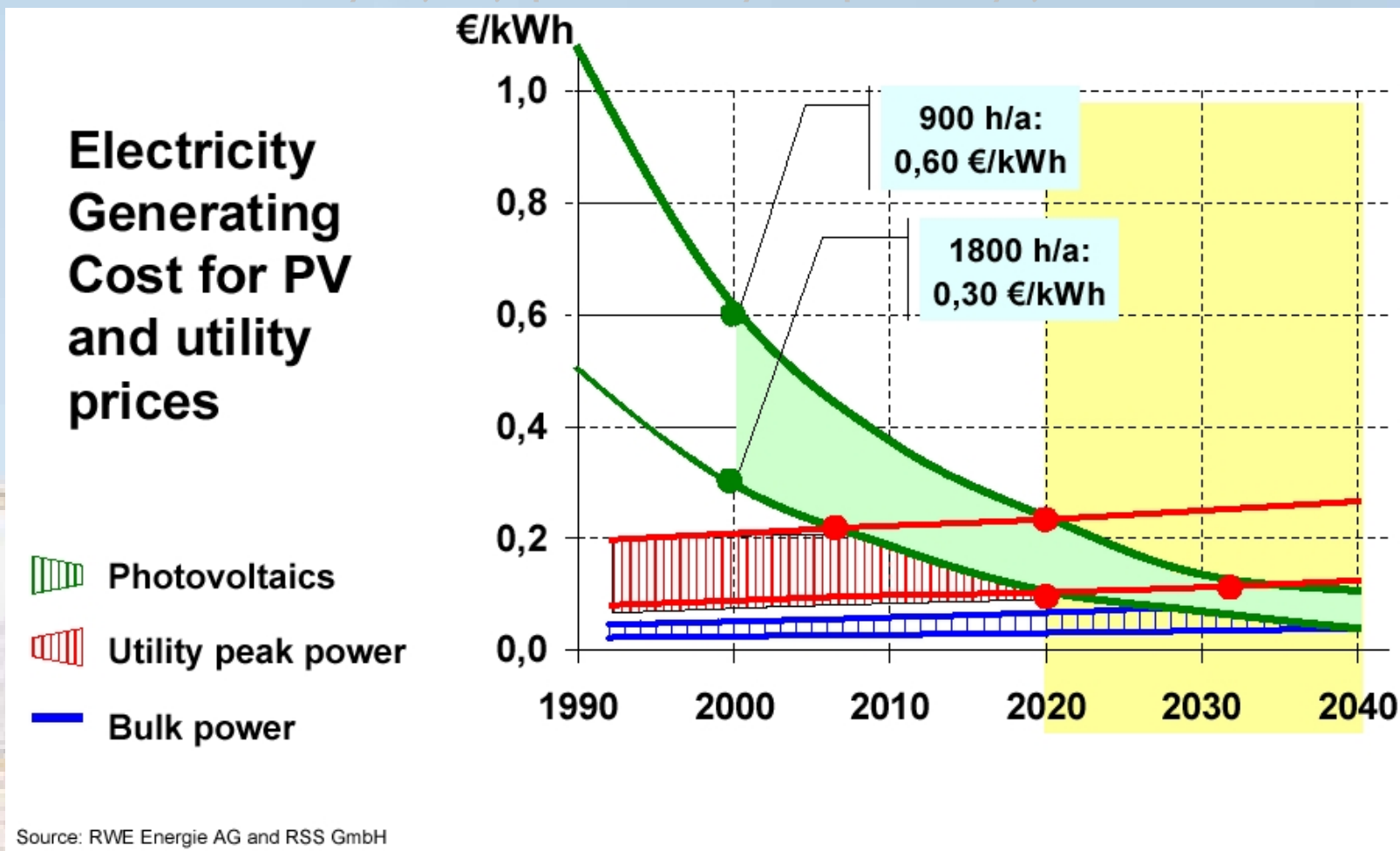
το 2003 παράχθηκαν περίπου 764 MWp Φ/Β στοιχείων έναντι 558 MWp το 2002, δηλ. μια αύξηση 37%.

το 2004, εκτιμάται ότι εγκαταστήθηκαν περίπου 1000 MWp ανεβάζοντας την παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύ σε 3.7 GWp.





## Κόστος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Φ/Β



Εκτιμώμενη εξέλιξη των τιμών κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συναρτήσει των συμβατικών μεθόδων παραγωγής





# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

*Δ/Β ενσωματωμένα σε κτίρια*  
*BIPV*





# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

## Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

### Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Μελέτη για το ηλεκτρικό σύστημα των 6 πολιτειών της Νέας Αγγλίας, στις ΗΠΑ, βασισμένη σε ιστορικά στοιχεία 2002 κατέληξε ότι διείσδυση με 1 GWp Φ/Β θα μείωνε λόγω αφαίρεσης των αιχμών την μέση ετήσια τιμή κόστους παραγωγής ηλ. ενέργειας από 2 έως 5 %.





**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

Πρώτη ενσωμάτωση διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος  
ισχύος 50kWp PV σε κτίρια της EHN, Ισπανία



**THERMIE-A Project**  
**SE/0122/97-ES-GB-GR**

**Μετέχοντες: Albasolar,**  
**EHN, GAPI/AESOL,**  
**BP Solarex, ΚΑΠΕ**

**Διάρκεια: Αυγ'97-Ιουλ'00**



# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*





# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*





## Πλεονεκτήματα Διάσπαρτης παραγωγής από μικρές μονάδες

- Τα Φ/Β αποτελούν τη κυριότερη τεχνολογία ανανεώσιμων που μπορεί να ενταχθεί ευρέως στις πόλεις με αποδεκτές αισθητικές λύσεις
- μείωση της ζήτησης και ειδικά όταν η ηλεκτρική παραγωγή από Φ/Β συμπίπτει με την αιχμή ζήτησης
- την μείωση των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- την αύξηση της αξιοπιστίας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο
- αντικατάσταση ή αναβολή επέκτασης συμβατικών σταθμών παραγωγής με θετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον
- δεν χρειάζεσται να γίνουν νέα δίκτυα άρα επενδύσεις για την απορρόφηση την ενέργειας
- σύντομος χρόνος ένταξης μονάδων Φ/Β στο δίκτυο
- σύμπτωση παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος από τα Φ/Β με την αιχμή ζήτησης, όπως οι καλοκαιρινές αιχμές λόγω χρήσης κλιματιστικών
- διείσδυση χωρίς κανένα πρόβλημα μέχρι βαθμό διείσδυσης περίπου 25 με 30% του μέγιστου φορτίου του συστήματος, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα συνεργασίας και ασφάλειας με το ηλεκτρικό σύστημα



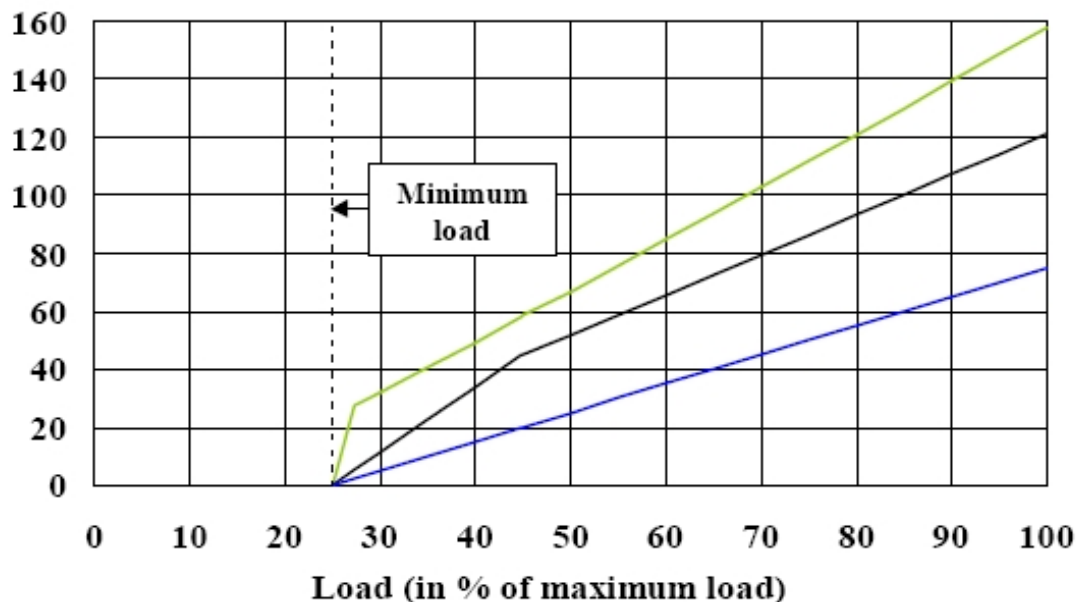
# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Διείσδυση Φ/Β στο Δίκτυο

Maximum PV penetration  
(in % of max. load)



- PV from a single LV line
- PV from all LV lines on a single MV/LV transformer
- PV from all MV/LV transformers on an MV ring

Αύξηση Διείσδυση μέσω:

- περιορισμού στην παραγωγή των Φ/Β με βάση την τάση του δικτύου
- ρύθμιση τάσης στα ταπ του μετασχηματιστή Μέσης προς Χαμηλή

Ποσοστό διείσδυσης Φ/Β σε σχέση με το φορτίο ζήτησης σε γραμμές της χαμηλής τάσης



## *Πρότυπα για την ενσωμάτωση Διασπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο*

Τα πρότυπα που υπάρχουν (εγκεκριμένα και μη) διέπουν τις προδιαγραφές σχετικά με την λειτουργία, δοκιμή, ασφαλιστικά μέτρα και συντήρηση στο σημείο σύνδεσης των μονάδων:

**IEEE 929-2000 Recommended practice for utility interface of PV systems.**

- **IEEE P1547 Draft10. Standard for interconnecting distributed resources with electric power systems.**

Υπάρχουν και άλλα πρότυπα που αφορούν στην ανταλλαγή πληροφορίας για λόγους επιτήρησης και ελέγχου των μονάδων διάσπαρτης παραγωγής στα ηλεκτρικά δίκτυα και είναι τα εξής:

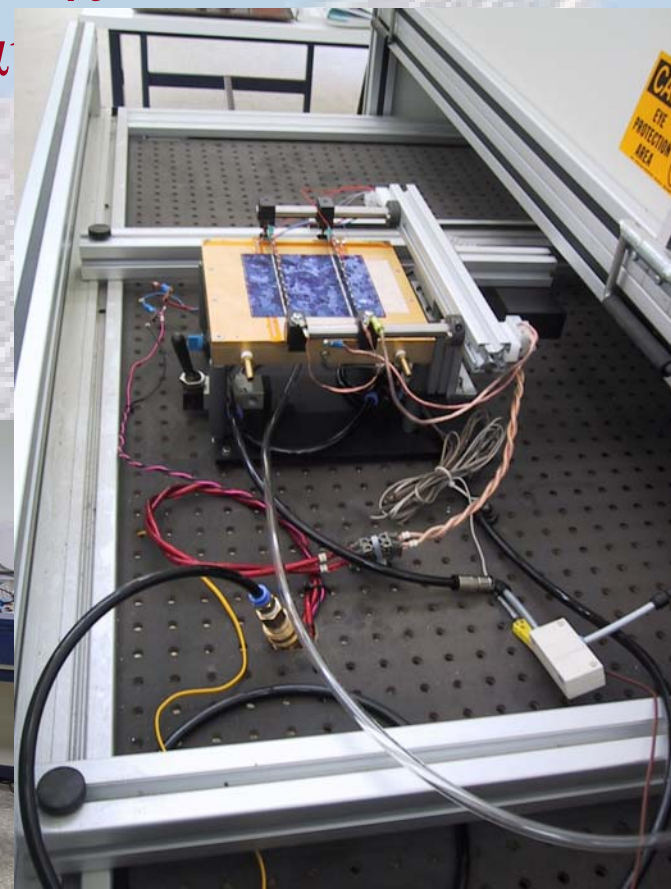
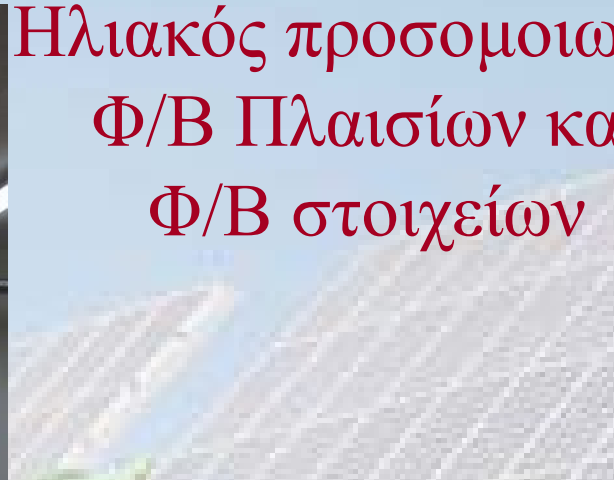
- **IEEE P1614 (τόρα P1547.3) Guide for monitoring, information exchange and control of distributed resources interconnected with EPS.**
- **IEC 61400-25 Wind turbine generator systems. Part 25: Communication for monitoring and control of wind power plants.**
- **IEC 61850. Communication networks and systems in substations.**





## *Εργαστηριακή Υποδομή*

**Ηλιακός προσομοιωτής**  
**Φ/Β Πλαισίων και**  
**Φ/Β στοιχείων**





## Χαρακτηρισμός Φωτοβολταϊκών γεννητριών/στοιχείων

Μετρούμενες και Υπολογιζόμενες τιμές:

Καμπύλη Τάσης- Ρεύματος (I-V curve)

Τάση ανοικτού κυκλώματος

Ρεύμα βραχυκύκλωσης

Μέγιστη παραγόμενη ισχύς

Τάση στη μέγιστη ισχύ

Ρεύμα στη μέγιστη ισχύ

Παράγοντας πλήρωσης

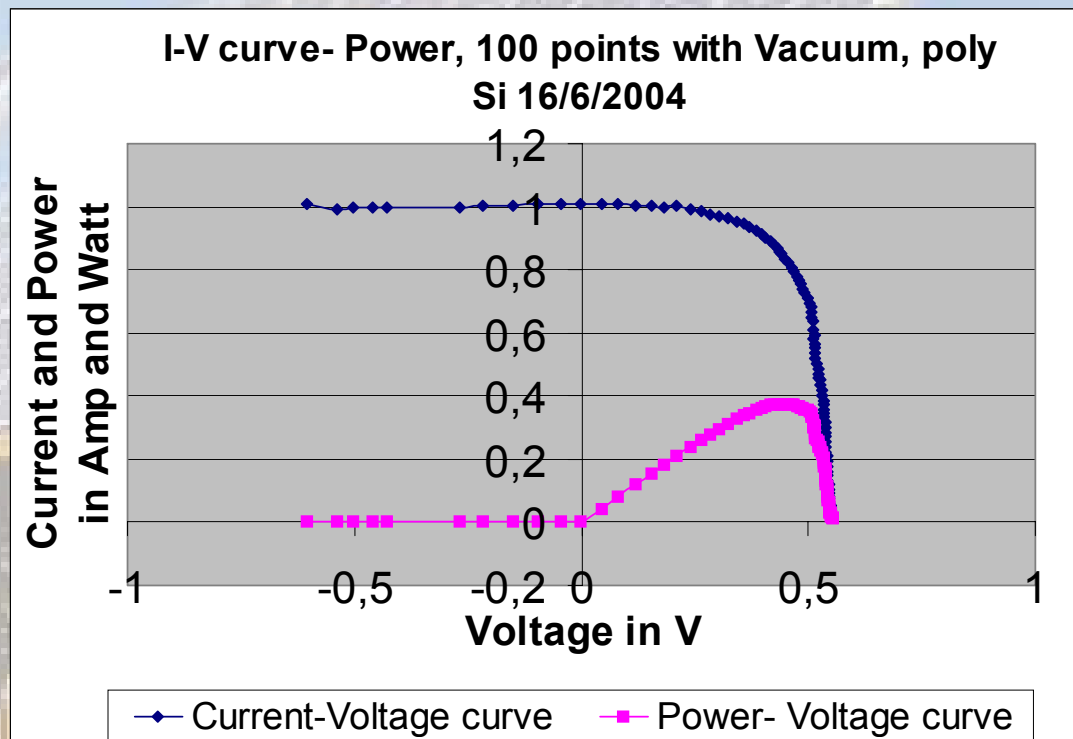
Εντελεστής απόδοσης Φ/B γεννήτριας

Αντίσταση σειράς

Αντίσταση εν παραλλήλω

Θερμοκρασία δοκιμής

Ένταση ακτινοβολίας φωτός





**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

Μονάδα συναρμολόγησης Φ/Β πλαισίων





# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας  
Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

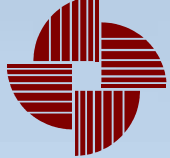
## Εργαστήριο ηλεκτρονικών συστημάτων και ηλεκτρονικών ισχύος



Προσομοιωτής Φ/Β συστοιχίας και όργανα μέτρησης εργαστηρίου δοκιμών συσκευών ηλεκτρονικών ισχύος.



Προγραμματιζόμενα φορτία (ωμικά και επαγωγικά).



**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

## *Εργαστηριακή Υποδομή*

**Εργαστήριο μπαταριών, Περιβαλλοντικός θάλαμος**





# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Εργαστηριακή Υποδομή Αυτόνομο υβριδικό σύστημα δοκιμών



Photovoltaic  
generators

Fuel combustion  
back-up unit

Electrical  
loads

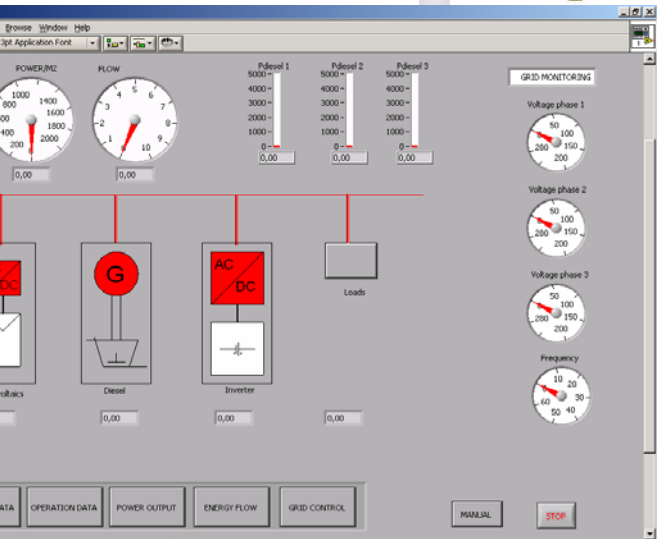
Street lighting

Signal bus line  
Power line 3- $\phi$  400V

Grid Co-ordination  
& Visualisation

C.R.E.S  
Center for Renewable Energy  
Sources, Athens, Greece

Battery  
storage unit





**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

## *Εργαστηριακή Υποδομή*

### **Ηλεκτρικό αυτοκίνητο**





## *Εργαστηριακή Υποδομή*

Πειραματική μονάδα αφαλάτωσης νερού με τεχνολογία αντίστροφης όσμωσης.

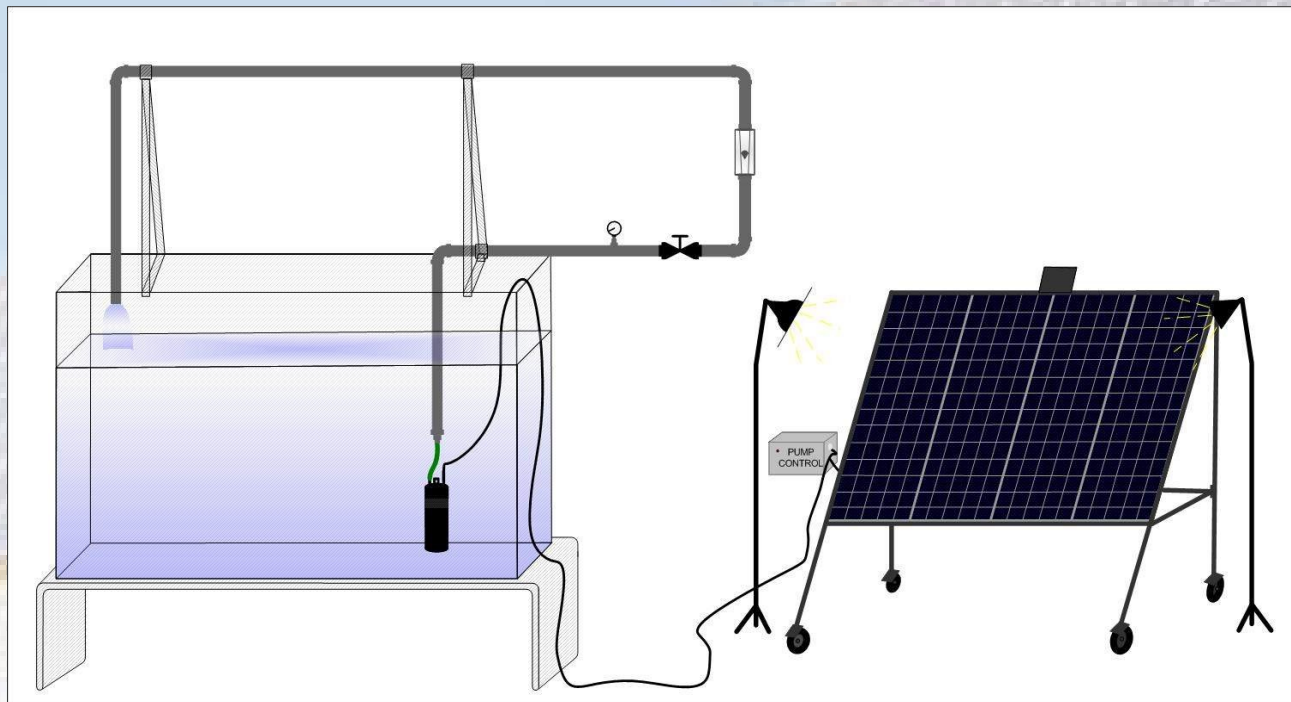






## *Εργαστηριακή Υποδομή*

**Σταθμός δοκιμής Φ/Β αντλιών**





## *Προσφερόμενες Υπηρεσίες*

- Μετρήσεις και Δοκιμές μπαταριών σύμφωνα με διεθνή πρότυπα
- Μετρήσεις και δοκιμές ηλεκτρονικών ισχύος
- Μετρήσεις Φ/Β γεννητριών και στοιχείων
- Αποτίμηση λειτουργίας Φ/Β σταθμού
- Αξιολόγηση λειτουργίας Υβριδικών συστημάτων
- Σχεδιασμός και Διαστασιολόγηση Φ/Β-Υβριδικών συστημάτων
- Μετρήσεις ηλιοφάνειας
- Ενεργειακές μετρήσεις σε συστήματα παροχής ισχύος



# ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

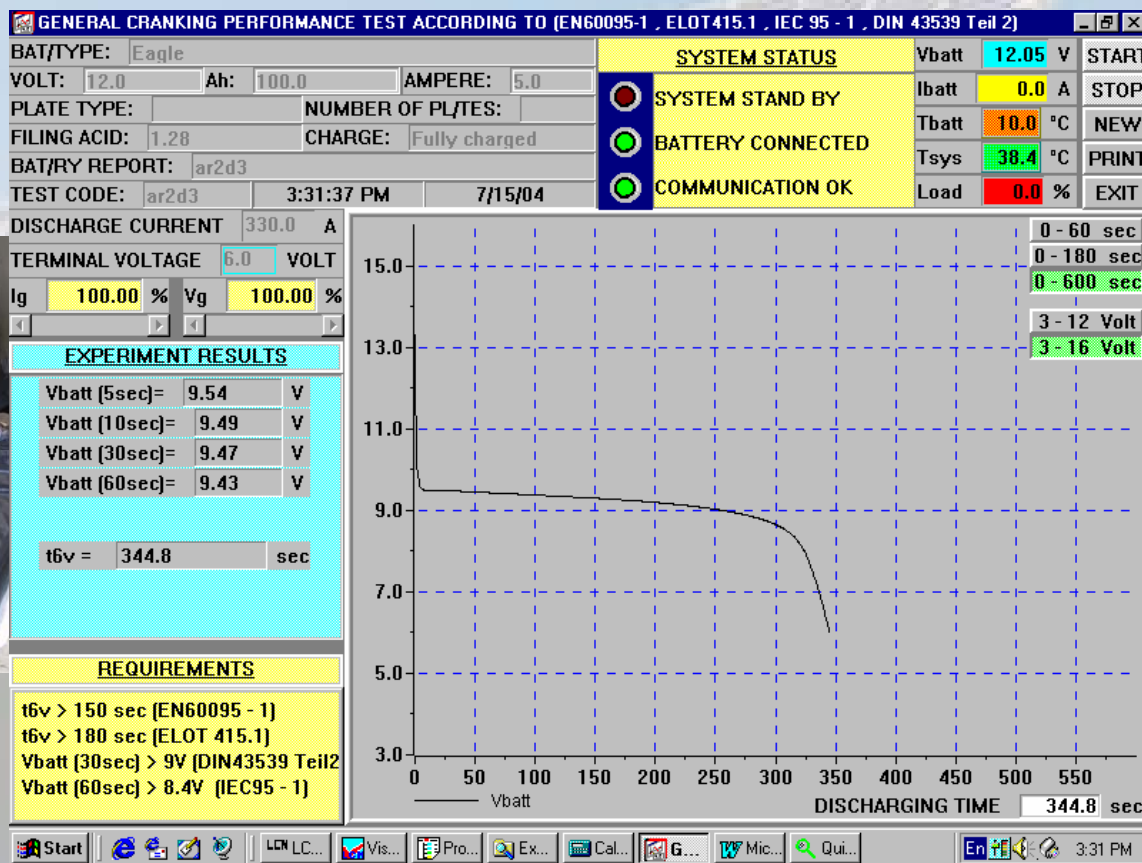
Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

## Προσφερόμενες Υπηρεσίες

Αξιολόγηση φάρου και προτάσεις για νέο σχεδιασμό και προδιαγραφές

Δοκιμές μπαταριών για τον Ελληνικό Στρατό



Δοκιμή Ταχείας εκφόρτισης



## *Εθνικά Προγράμματα*

Ενσωμάτωση Φ/Β πανέλων στο στέγαστρο του ΚΑΠΕ  
Εγκατεστημένη Ισχύς:  $5\text{kW}_p$



Εγκατάσταση: Ιανουάριος 2000



## *Ευρωπαϊκά Έργα*

Εγκατάσταση πρωτότυπης Φ/Β συστοιχίας συνολικής ισχύος  
 $60\text{kW}_p$  στη Σίφνο



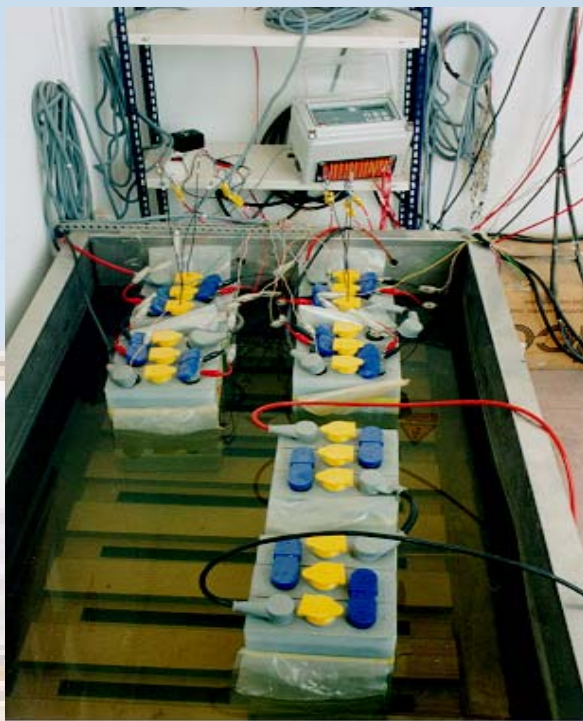
**Thermie-A Project**  
**SE/0135/96-HE-DE-IT**

**Μετέχοντες:** ΚΑΠΕ, ΔΕΗ/  
ΔΕΜΕ, ΑΝΙΤ, SMA

**Διάρκεια:** Δεκ'96-Μαρ'00



## *Ευρωπαϊκά Έργα*



Έρευνα για τη ταχύτερη αξιολόγηση της διάρκειας ζωής και άλλων χαρακτηριστικών μπαταριών για χρήση σε Φ/Β συστήματα - QUALIBAT

**JOULE III Project**  
**JOR3-CT97-0161**

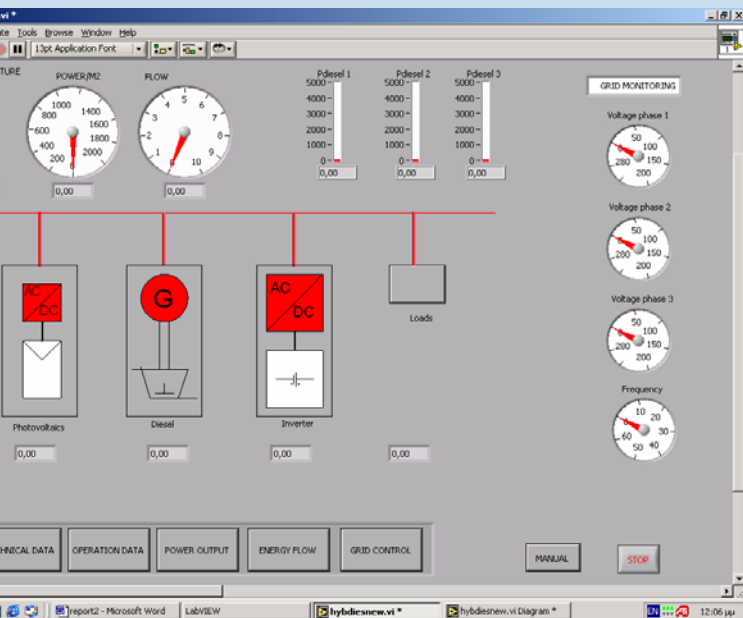
**Μετέχοντες: GENEC, ΚΑΠΕ,  
OLDHAM, CIEMAT, CHLORIDE**

**Διάρκεια: Ιαν'97-Νοε'99**



## *Ευρωπαϊκά Έργα*

Ανάπτυξη τεχνολογίας Φ/Β συστημάτων για τη σταδιακή  
διείσδυση σε νησιωτικά δίκτυα – PV Islands



**JOULE III Project**  
**JOR3-CT97-0158**

**Μετέχοντες: ΚΑΠΕ, ANIT,**  
**Total Energie, ISET**

**Διάρκεια: Ιουλ'98-Ιουλ'00**

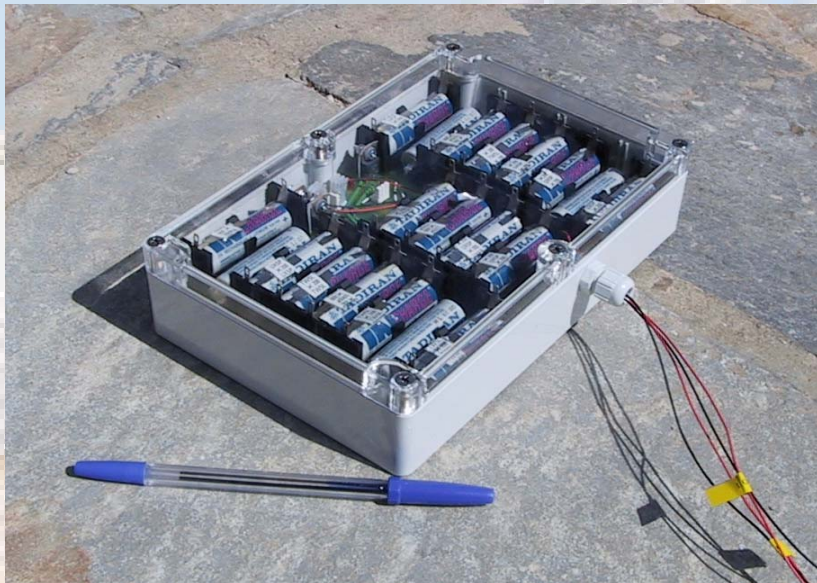




**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

## *Ευρωπαϊκά Έργα*

Δοκιμή και βελτιστοποίηση εξελιγμένων μπαταριών για Φ/Β εφαρμογές  
και ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης μπαταριών - ADBATSOL



**JOULE III Project**  
**JOR3-CT98-0305**

**Μετέχοντες: ZSW, ΚΑΠΕ,**  
**TADIRAN, WINSOL**

**Διάρκεια: Ιουν'98-Μαϊ'01**





**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

## *Ευρωπαϊκά Έργα*

Αυτόνομοι Φ/Β-Υβριικοί σταθμοί για αποκεντρωμένη  
ηλεκτροδότηση PV- MODE

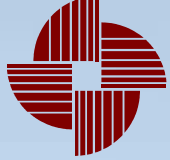


**JOULE III Project**  
**JOR3-CT98-0244**

**Μετέχοντες:** ISET, ΚΑΠΕ,  
Δήμος Κύθνου, SMA,  
Univ. Kassel, ARMINES

**Διάρκεια:** Αυγ'98-Ιουλ'01

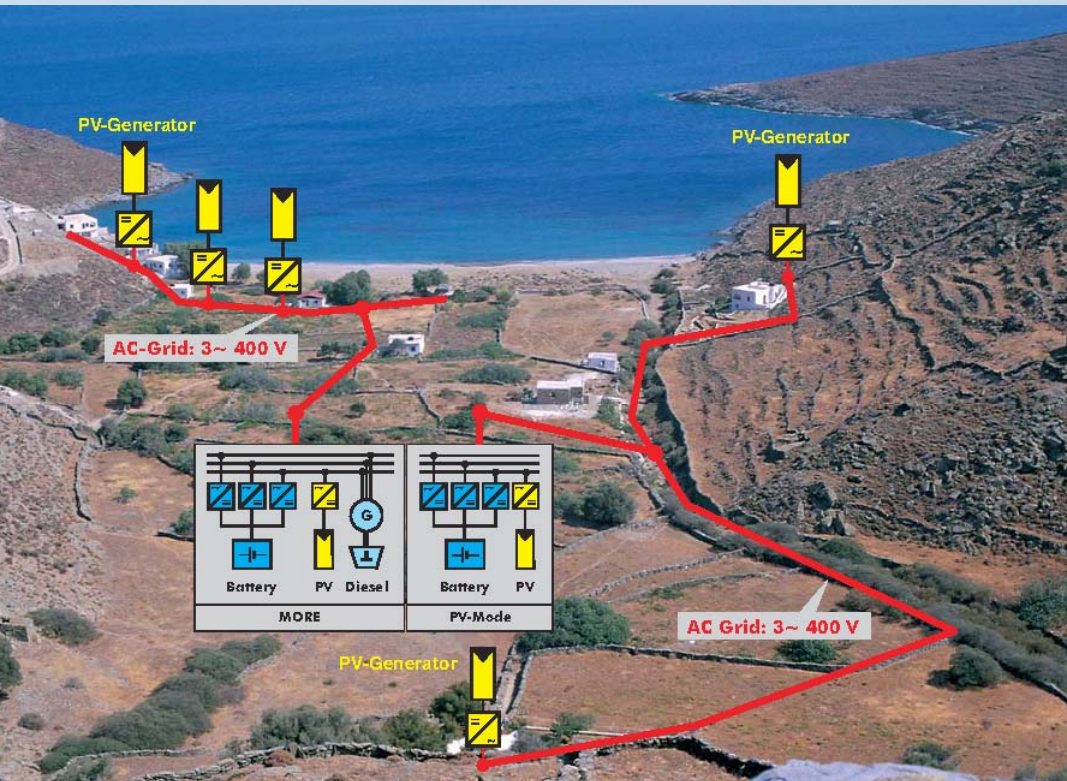




**ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*  
*Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*

## Ευρωπαϊκά Έργα

Μηχανισμοί για αρθρωμένα συστήματα ΑΠΕ –MORE



**JOULE III Project**  
**JOR3-CT98-0215**

Μετέχοντες: ISET, ΚΑΠΕ,  
Δήμος Κύθνου, SMA,  
Univ. Kassel, ARMINES

Διάρκεια: Αυγ'98-Ιουλ'01