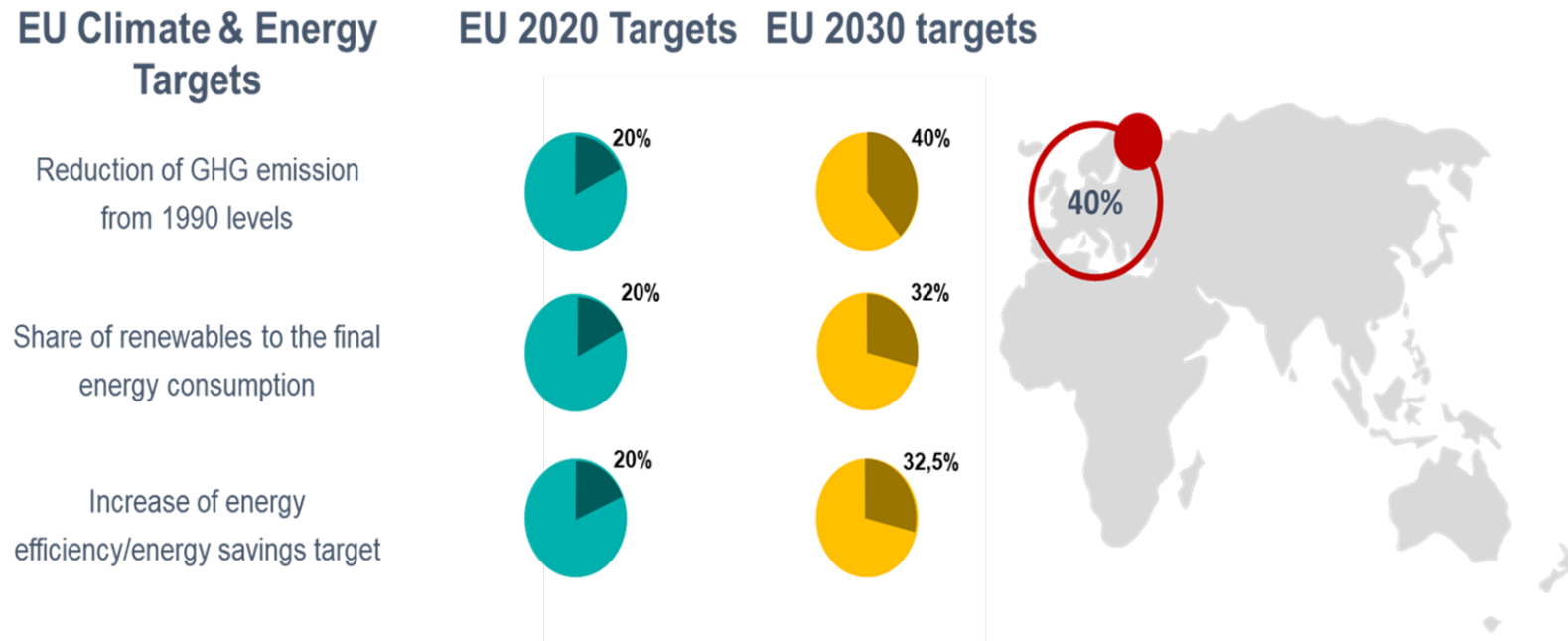


## Συμβολή της διανεμημένης αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σε παραγωγούς καταναλωτές (prosumers) στη βελτιστοποίηση της αλληλεπίδρασής τους με τα έξυπνα δίκτυα διανομής.

Καθ. Γρηγόρης Παπαγιάννης  
Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, ΑΠΘ

Η ρύθμιση των ενεργειακών αγορών και η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στο ρυθμιστικό πλαίσιο  
85<sup>η</sup> Διεθνής Έκθεση Θεσσαλονίκης,  
15 Σεπτεμβρίου 2021

# Ξεκινώντας από τις πολιτικές της ΕΕ - Οι στόχοι για το 2030



Το 2014, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο (αρχηγοί των 28 Κρατών μελών της ΕΕ) συμφώνησαν στους παραπάνω στόχους που θέτουν τη βάση για ένα ολιστικό πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια

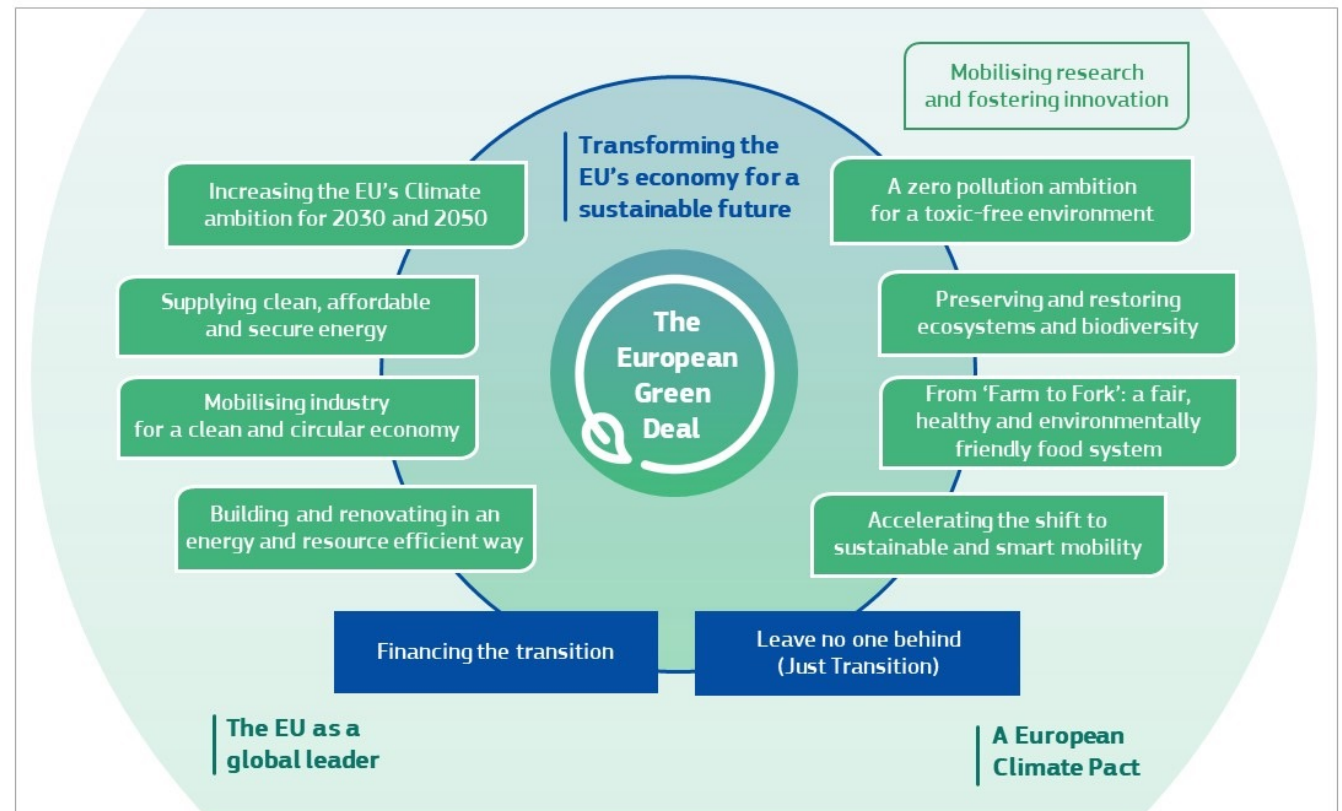
# Και τι ακολουθεί;;;

Στόχοι της ΕΕ για το 2050:

Τουλάχιστον 80-95% μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990).

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Στις 21-4-2021 το Ευρωκοινοβούλιο αποδέχθηκε το νέο στόχο που είχε προταθεί το Σεπτέμβριο του 2020 και είχε αποφασιστεί από τη σύνοδο κορυφής για **‘τουλάχιστον 55’** στόχο μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2030 (55 package)

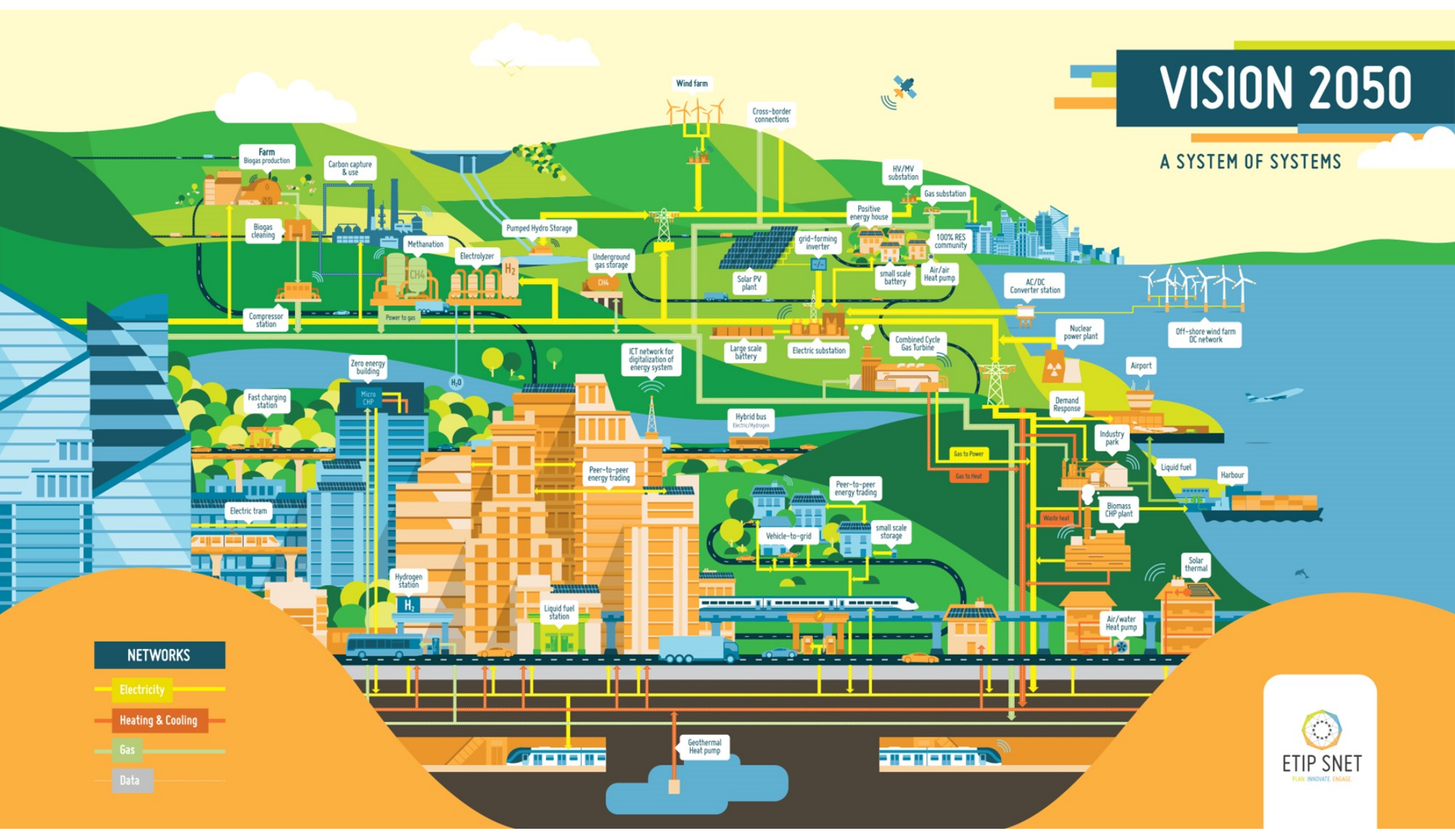


# VISION 2050

A SYSTEM OF SYSTEMS

## NETWORKS

- Electricity
- Heating & Cooling
- Gas
- Data

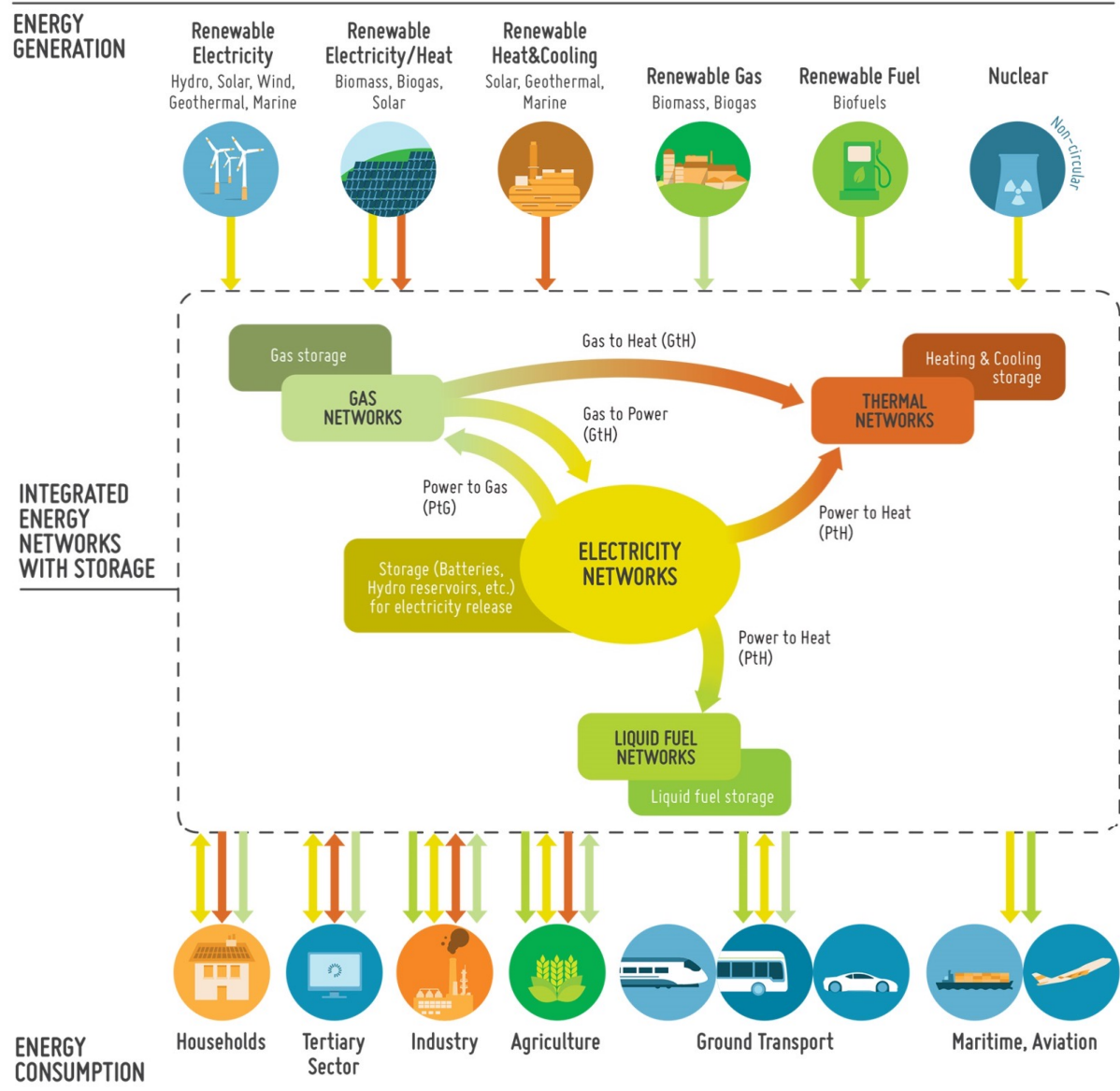




## Άρα μιλούμε για ένα νέο σύστημα συστημάτων!

- Με διαφορετικά συστήματα παραγωγής ενέργειας σε μέγεθος, θέση, κυρίως αποκεντρωμένα, με σύγχρονη τεχνολογία και κυκλικότητα
- Με πλήρη απεξάρτηση από τον άνθρακα, άρα όχι λιγνίτες, **όχι φυσικό αέριο!!**
- Με μια διαφορετική προσέγγιση της ζήτησης που θα είναι τελείως ευέλικτη
- Με πολλές μορφές και τύπους αποθήκευσης ενέργειας
- Με πλήρη εμπλοκή των καταναλωτών πέρα από το απλό επίπεδο του Π-Κ, βελτιστοποιώντας τη χρήση της ενέργειας, σε ευφυή (intelligent) κτίρια, με ενδοσυναλλαγές ενέργειας (peer-to-peer energy transactions)
- Ένα σύστημα που απαιτεί υψηλής τεχνολογίας συστήματα μετατροπής ενέργειας
- Και στο οποίο το ηλεκτρικό σύστημα θα είναι η ραχοκοκαλιά

Ένας γενναίος νέος κόσμος!



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

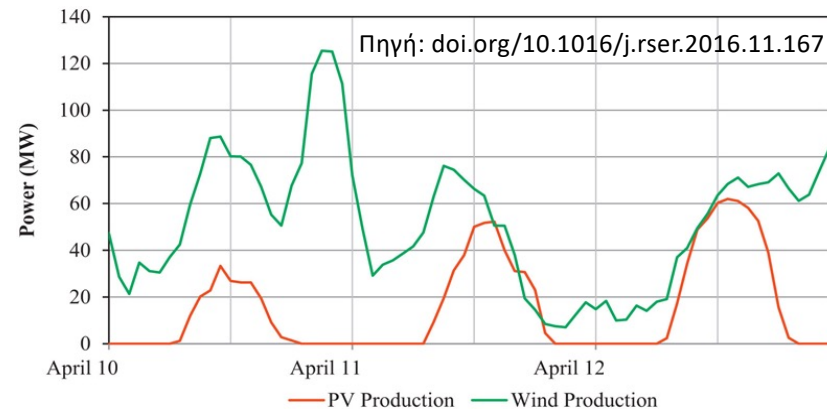
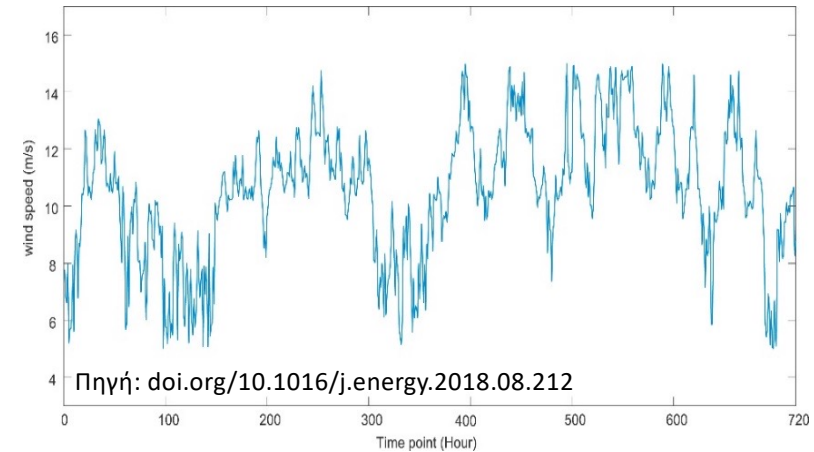
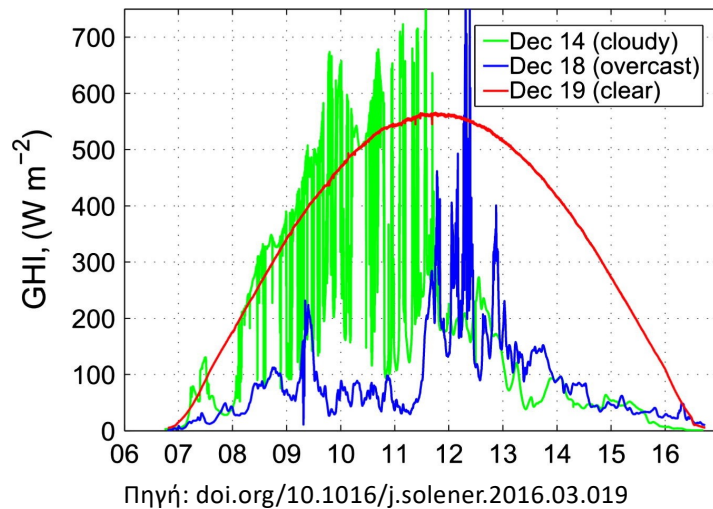
Το ολοκληρωμένο ενεργειακό σύστημα του μέλλοντος με:

- μονάδες παραγωγής ενέργειας
- καταναλωτές
- τεχνολογίες μετατροπής
- αποθήκευση ενέργειας



# Η παραγωγή από ΦΒ και Ανεμογεννήτριες είναι μεταβλητή

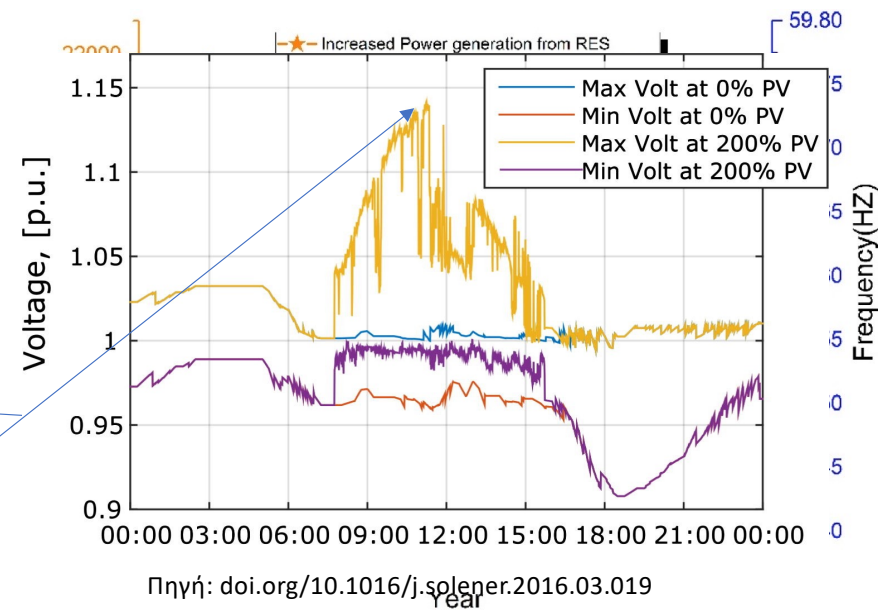
- Γρήγορες μεταβολές στην παραγωγή ισχύος
- Υψηλή αβεβαιότητα/μεταβλητότητα
- Χαμηλή συμπληρωματικότητα ΦΒ και Ανέμου



# Όμως η αυξημένη διείσδυση των μεταβλητών ΑΠΕ

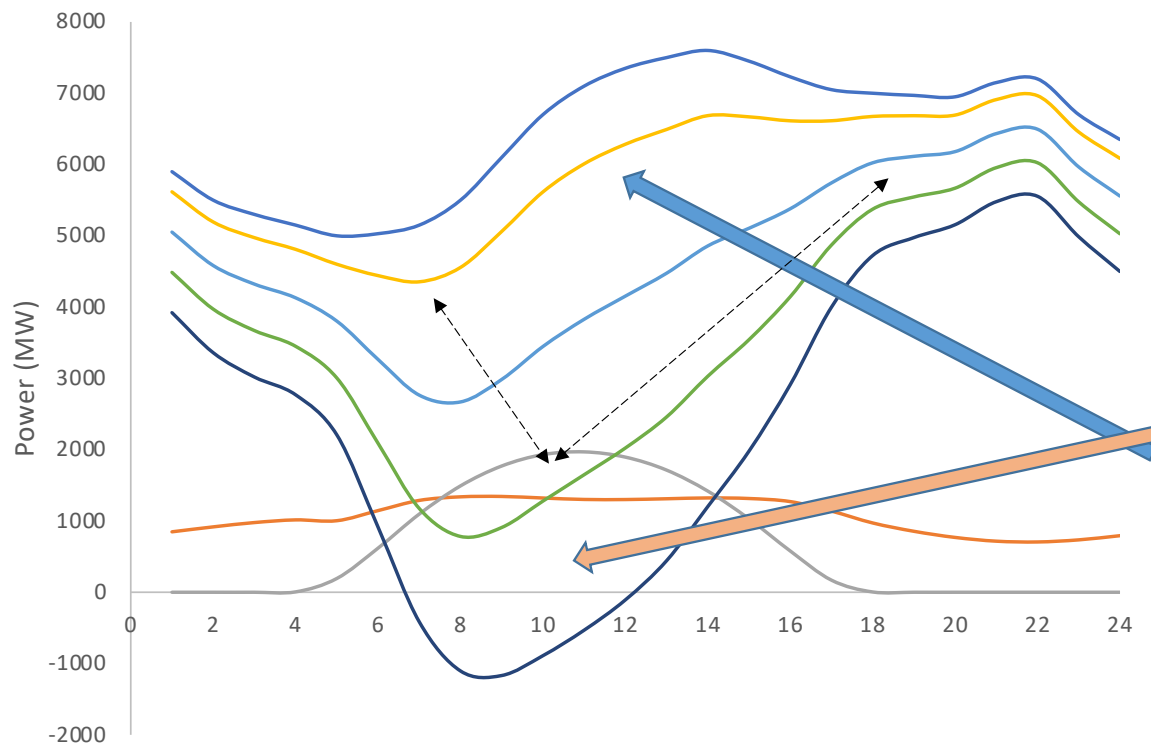
Επηρεάζει σημαντικές  
παραμέτρους του δικτύου  
(συχνότητα, τάση)

Μεγαλύτερες πτώσεις στη  
συχνότητα μετά από  
απώλεια ισχύος  
Υπερτάσεις σε  
περιόδους χαμηλής  
ζήτησης





# Οδεύοντας προς το επονομαζόμενο 'duck chart'



Μέσο φορτίο συστήματος

Μέση παραγωγή

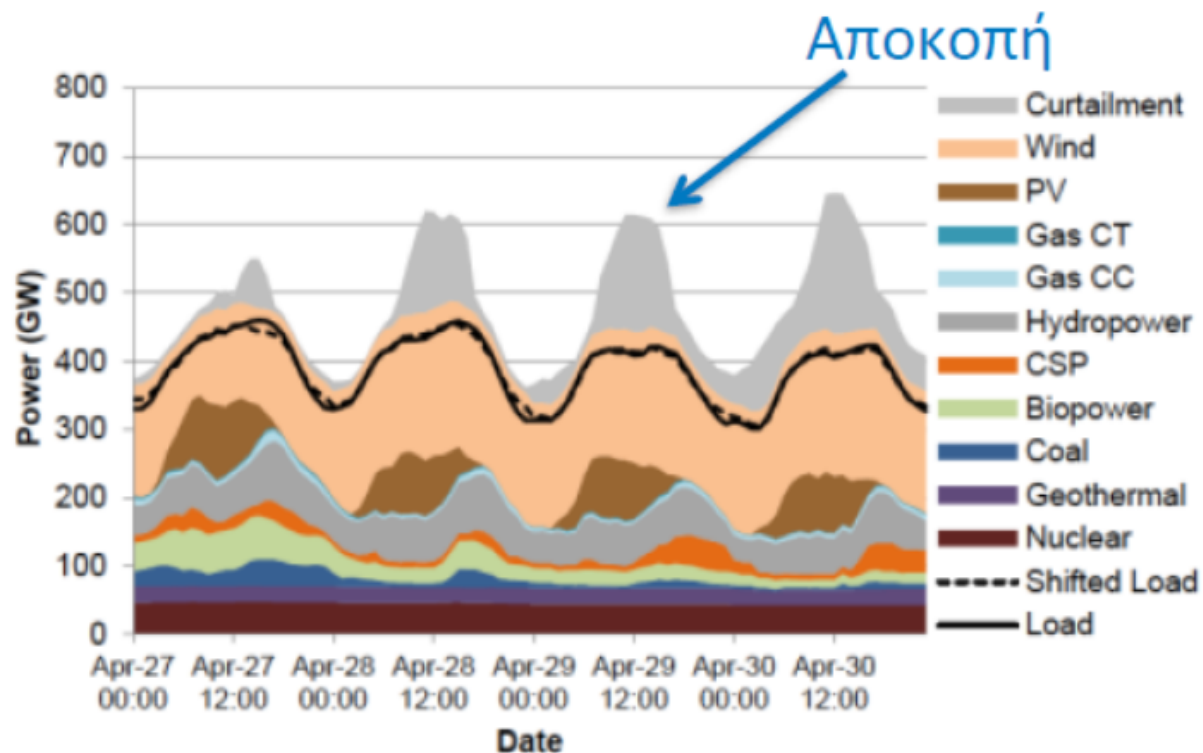
Κατά την πολύ υψηλή διεύθυνση μεταβλητών ΑΠΕ, ανιχνεύονται αρνητικά παραμένοντα φορτία → ανάγκη για αποθήκευση μεγάλης χωρητικότητας

## Και προς υψηλές περικοπές παραγωγής από ΑΠΕ



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

Όταν έχεις πλεόνασμα παραγωγής και δεν το χρειάζεσαι πρέπει να το... πετάξεις



Πηγή: NREL, REF

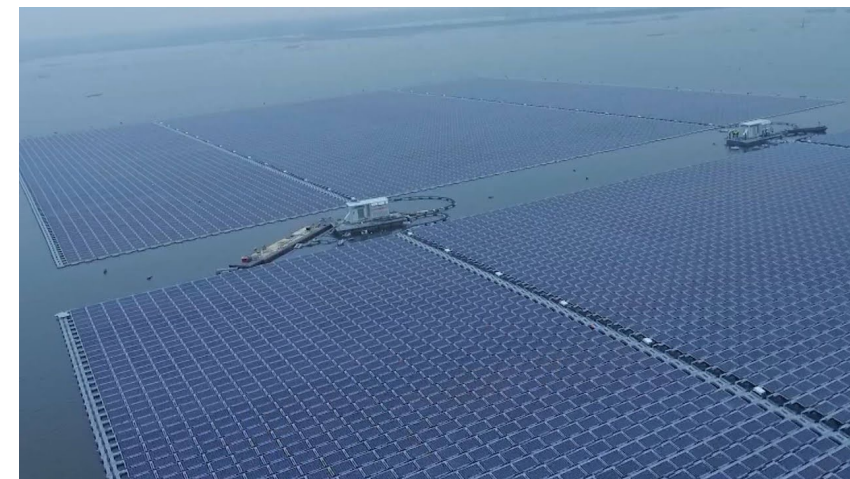
# Γυρίζοντας στο σήμερα!

Το μεγαλύτερο ΦΒ πάρκο στον κόσμο!  
2,2 GW με αποθήκευση 210 MWh – Κίνα



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

Το μεγάλο ΦΒ πάρκο της Κίνας από το διάστημα!



# Τα πραγματικά πλεονεκτήματα των ΦΒ



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI



Από τα μεγάλα ΦΒ πάρκα σε κάθε στέγη!



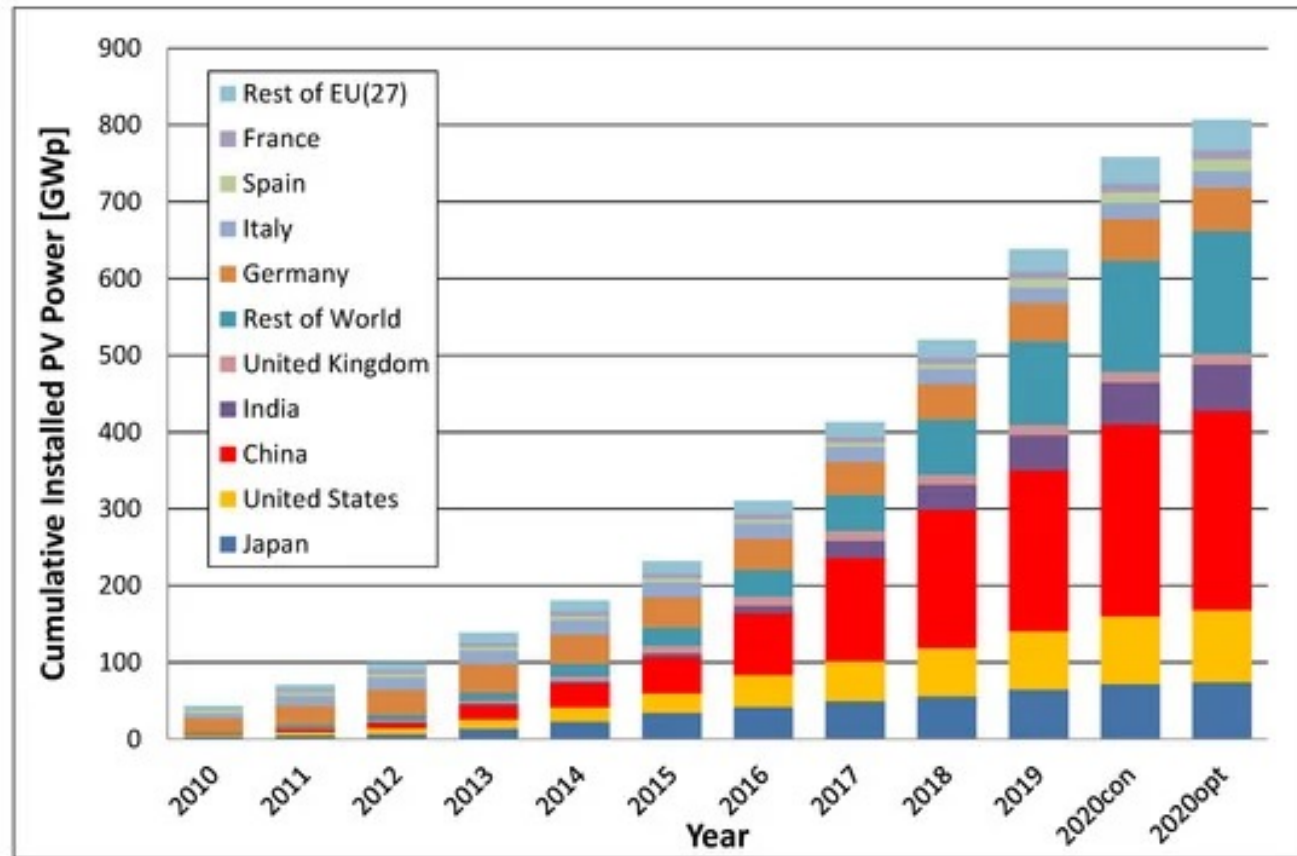
Και όχι μόνο πάνω σε κτίρια αλλά και... μέσα σε αυτά!!



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI



Αλλά το κόστος είναι υψηλό! Θα χρειαστεί χρόνος!



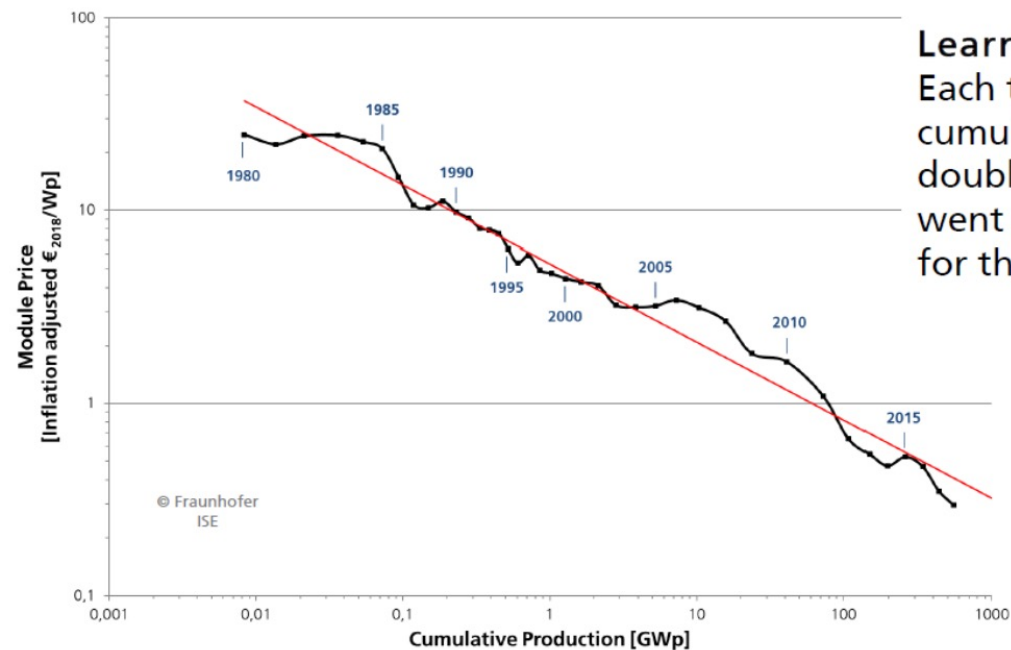
Jäger-Waldau, A. Snapshot of Photovoltaics—February 2020. *Energies* **2020**, *13*, 930. <https://doi.org/10.3390/en13040930>



## Price Learning Curve Includes all Commercially Available PV Technologies

Άρα όλα καλά!!!!

(ή μήπως όχι??)



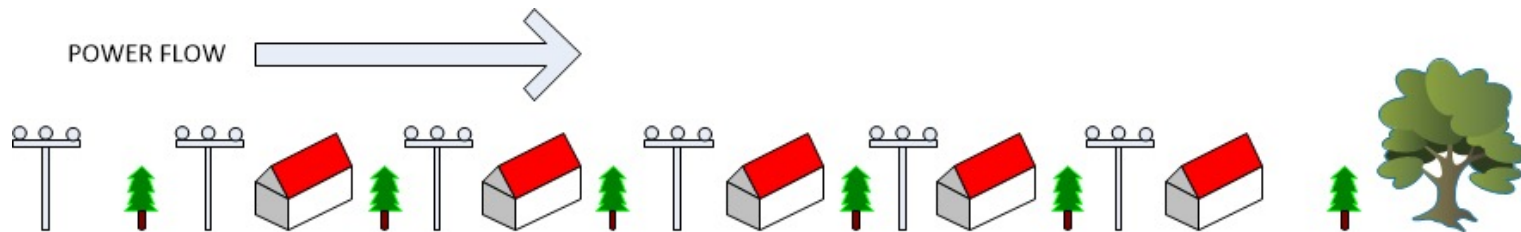
**Learning Rate:**  
Each time the cumulative production doubled, the price went down by 24 % for the last 38 years.

Πηγή: Fraunhofer ISE



# Υψηλή διείσδυση ΦΒ σε κτίρια και σε δίκτυα διανομής ΧΤ

- Τα δίκτυα διανομής αλλάζουν:
- Αρχικά σχεδιασμένα σαν παθητικά δίκτυα
- Με απλούς καταναλωτές

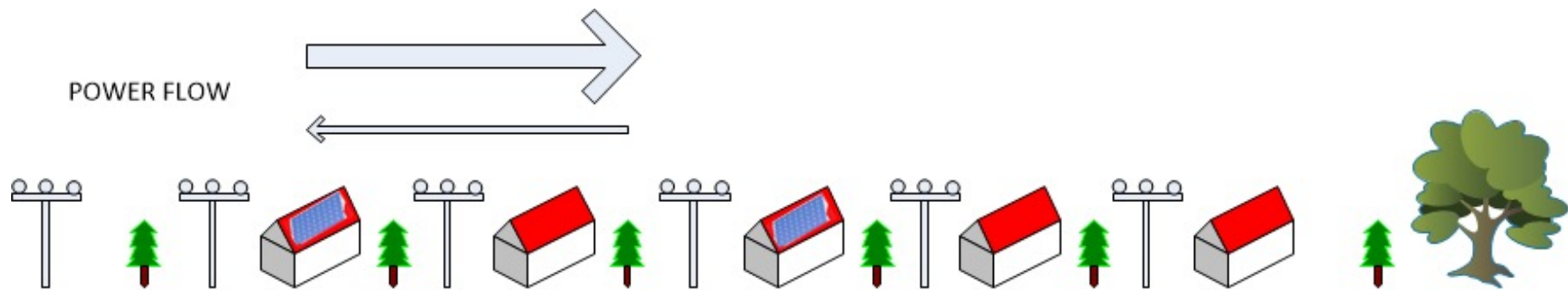


- Βασικά ζητήματα:
- Πιθανές υποτάσεις σε περιόδους υψηλής ζήτησης
- Επεκτάσεις για νέους καταναλωτές



## Υψηλή διείσδυση ΦΒ σε κτίρια και σε δίκτυα διανομής ΧΤ

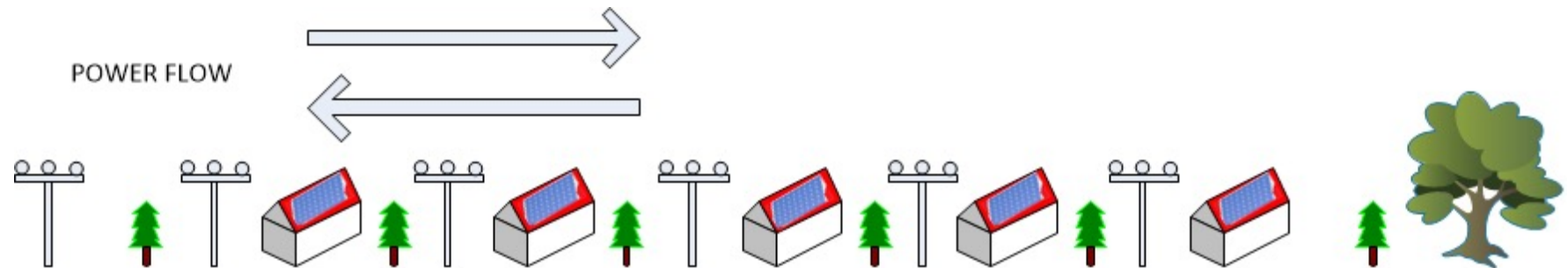
- Σημερινή κατάσταση: Μέτρια διείσδυση ΦΒ, εμφάνιση παραγωγών/καταναλωτών (prosumers)
  - Ευνοϊκές πολιτικές και ενισχύσεις, μειωμένο κόστος,
- Περιορισμένη εμφάνιση αντίστροφης ροής ισχύος



- Βασικό ζήτημα:
  - Η δημιουργία σεναρίου που όλοι οι εμπλεκόμενοι θα κερδίζουν

# Υψηλή διείσδυση ΦΒ σε κτίρια και σε δίκτυα διανομής ΧΤ

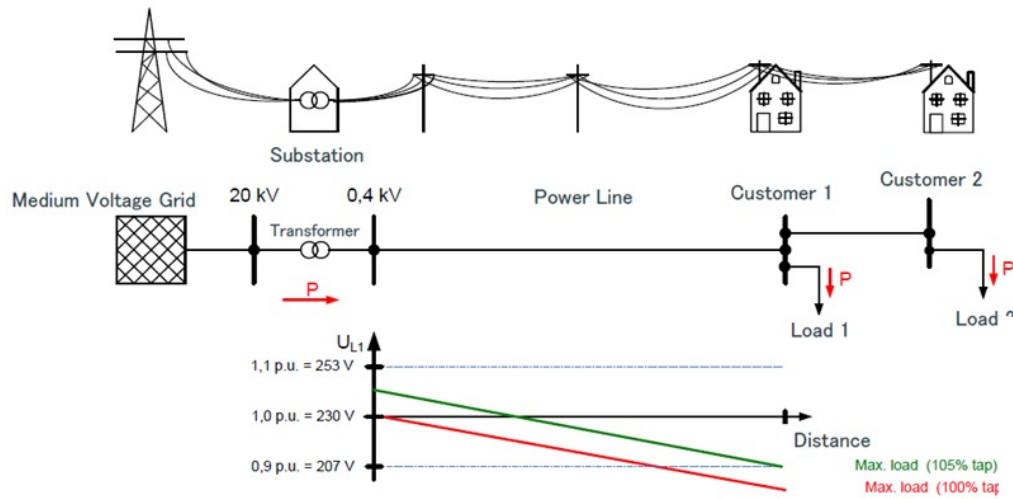
- Μελλοντικά: Υψηλή διείσδυση ΦΒ, μόνο Π-Κ (prosumers)
  - Οι φιλόδοξοι στόχοι για ΑΠΕ, νέα μείωση κόστους, η τεχνολογία ΦΒ ανταγωνιστική με άλλες πηγές, κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (NZEB)
  - Πιο ισχυρή και συχνή αντίστροφη ροή ισχύος



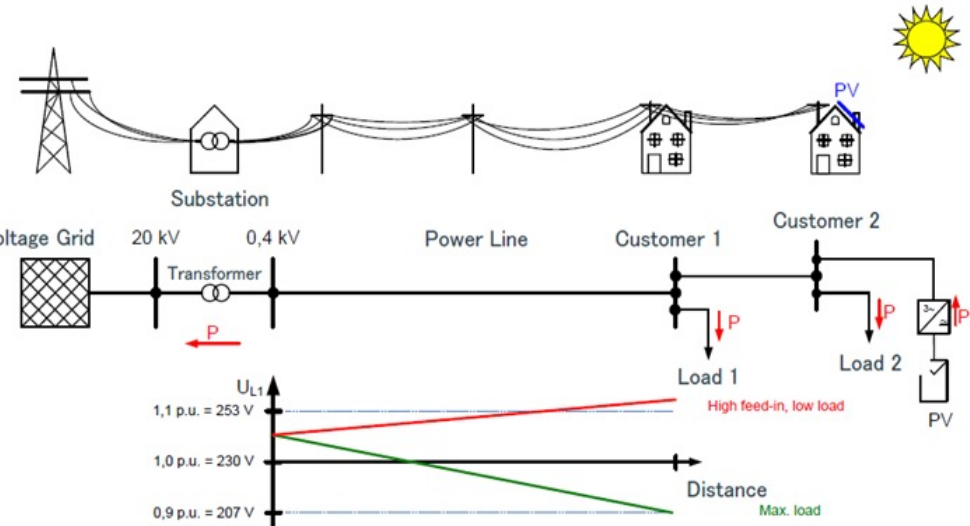
## Ζητήματα:

- Υπερτάσεις, συμφορήσεις, θέματα προστασίας
- Αναντιστοιχία παραγωγής/κατανάλωσης

# Υψηλή διείσδυση ΦΒ σε κτίρια και σε δίκτυα διανομής ΧΤ



Source: Dr. Bernhard Ernst, EPIA-EDSO for Smart Grids Conference on Grid Management, 24 June 2014, Brussels, Belgium



## Υπερτάσεις και αντίστροφη ροή ισχύος



## Υψηλή διείσδυση ΦΒ σε κτίρια και σε δίκτυα διανομής ΧΤ

Τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με διαφορετικές τεχνικές και προσεγγίσεις

- ✓ Με την αποκοπή ενεργού ισχύος με ρυθμιζόμενους inverters και τεχνικές καμπυλών στατισμού (droop curves) με ή χωρίς επικοινωνία
- ✓ Με την ελεγχόμενη απορρόφηση άεργης ισχύος με ρυθμιζόμενους inverters και μεταβλητό συντελεστή ισχύος
- ✓ Με την ελεγχόμενη απορρόφηση άεργης ισχύος από ρυθμιζόμενους inverters και τεχνικές καμπυλών στατισμού (droop curves)
- ✓ Με ελεγχόμενους διακόπτες αλλαγής τάσης υπό φορτίο στους μετασχηματιστές (onload tap changers) με επικοινωνία
- ✓ Με την εφαρμογή τεχνικών ελέγχου της ζήτησης (demand response) με επικοινωνία
- ✓ **Με αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες**

## Γιατί όμως μπαταρίες?

- Με την εφαρμογή της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΗΕ) σε κτίρια με ΦΒ:
  - Αυξάνεται η **ιδιοκατανάλωση**.
  - Αυξάνεται το **φορτίο** που μπορεί να καλυφθεί από τα ΦΒ.
  - Αντιμετωπίζονται λειτουργικά προβλήματα του δικτύου διανομής που οφείλονται στη μεγάλη έγχυση ισχύος σε περιόδους χαμηλής ζήτησης, όπως πχ **υπερτάσεις** .
  - Δίνεται η δυνατότητα **διαχείρισης της ζήτησης** (DSM) με χρονική μετακίνηση, αύξηση ή ελάττωση της ζήτησης του κτιρίου
  - Και γενικά βελτιώνεται η **ηλεκτρική συμπεριφορά** ενός κτιρίου προς το δίκτυο με κατάλληλο συντονισμό παραγωγής, αποθήκευσης και ζήτησης



# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ 'πίσω από τον μετρητή' σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

Να εξεταστεί πώς συμβάλει η ΑΗΕ από ΦΒ στην αύξηση της διείσδυσης των ΦΒ σε νησιωτικές και μη αστικές περιοχές

Διερευνώντας τη διανεμημένη αποθήκευση ΗΕ σε συνδυασμό με την έξυπνη αύξηση της ιδιοκατανάλωσης και τη διαχείριση της ζήτησης (DSM) σε μη αυτόνομα συστήματα (grid-connected)



Το ερευνητικό έργο StoRES – Μια συνεργασία για τη Μεσόγειο

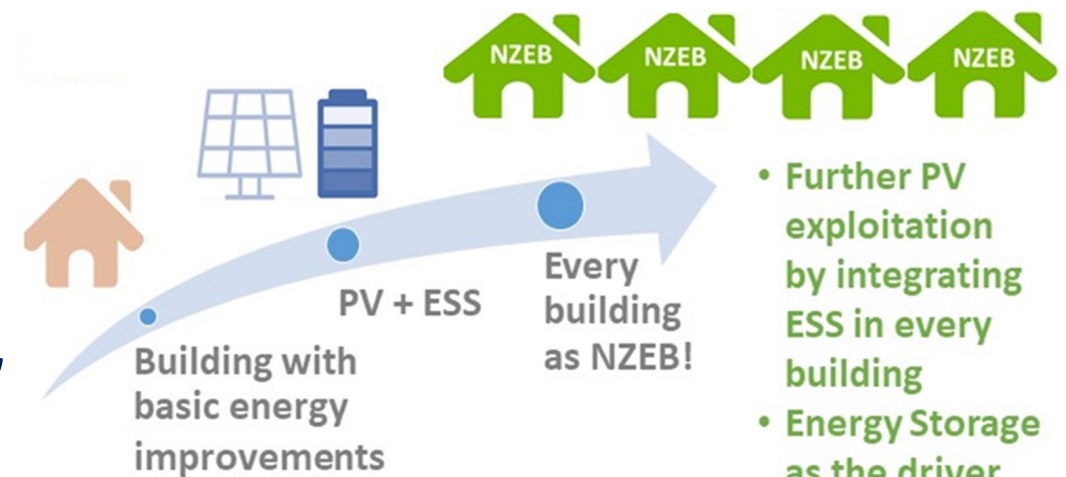


# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ 'πίσω από τον μετρητή' σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

- 12 Πιλοτικές εγκαταστάσεις
  - Θεσσαλονίκη, Κοζάνη, Λευκωσία, Plovdiv, Skopje
- Εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης σε 50 καταναλωτές και Π-Κ
- Συνδέσεις μπαταριών ac και dc
- Παρακολούθηση θερμικών και ψυκτικών φορτίων
- Εργαλεία βελτιστοποίησης
- Προτάσεις για νέους κανονισμούς και πολιτικές

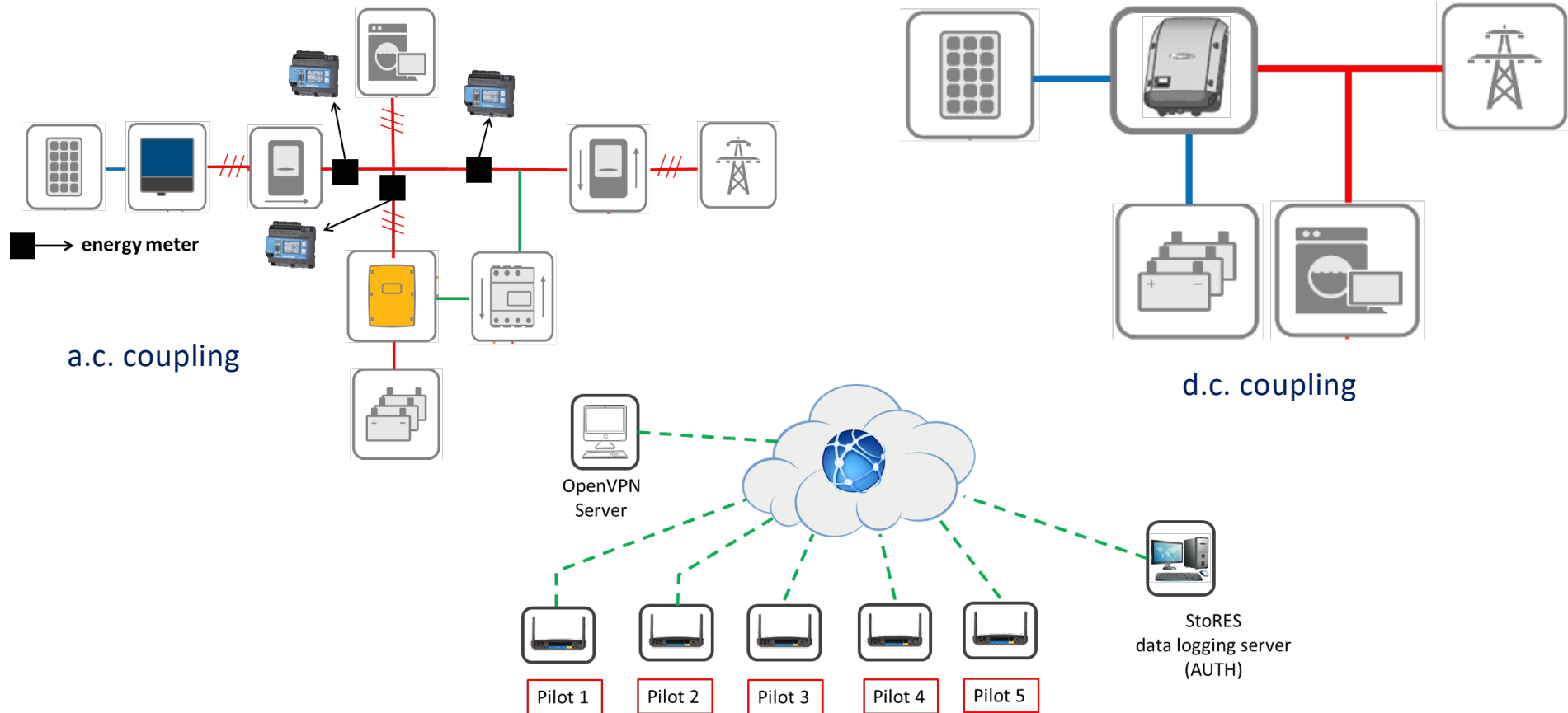
**Interreg**   
Balkan-Mediterranean  
PV-ESTIA

Το ερευνητικό έργο PV-Estia  
Ετοιμάζοντας τα Βαλκάνια για τα  
NZEB





# Τεχνικές σύνδεσης της ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ



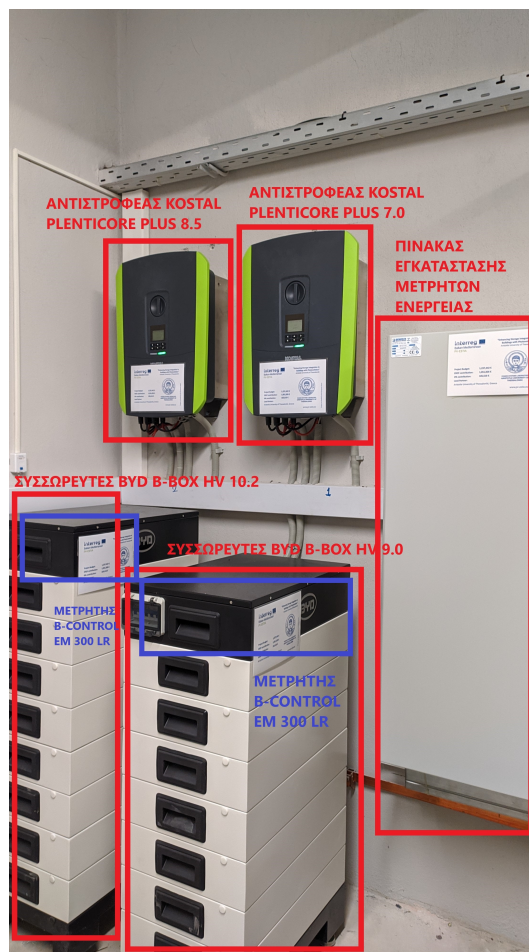


# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

## Οι πιλοτικές εγκαταστάσεις



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

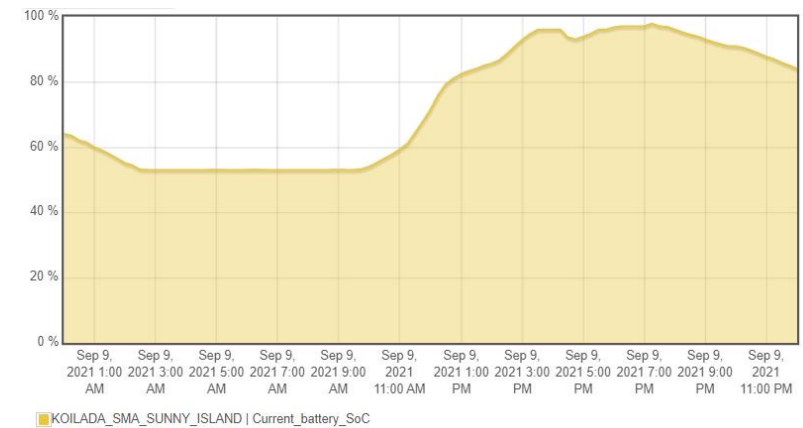
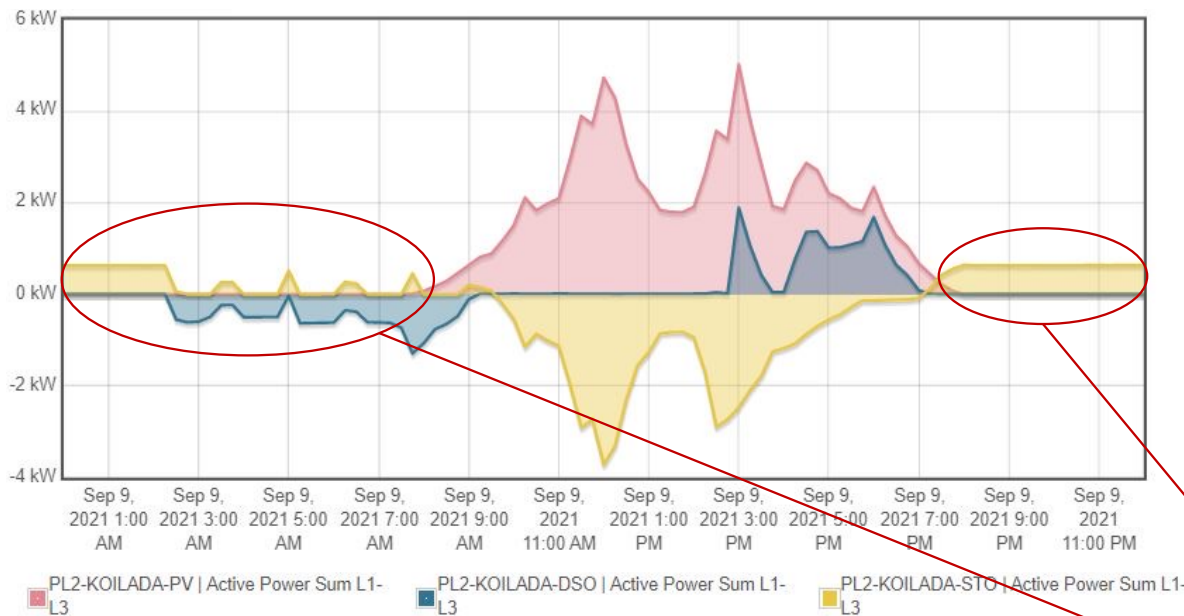




# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

## Οι πιλοτικές εγκαταστάσεις

### Ενδεικτικές ημερήσιες καμπύλες (Δημοτικό κτήριο – Κοιλάδα)

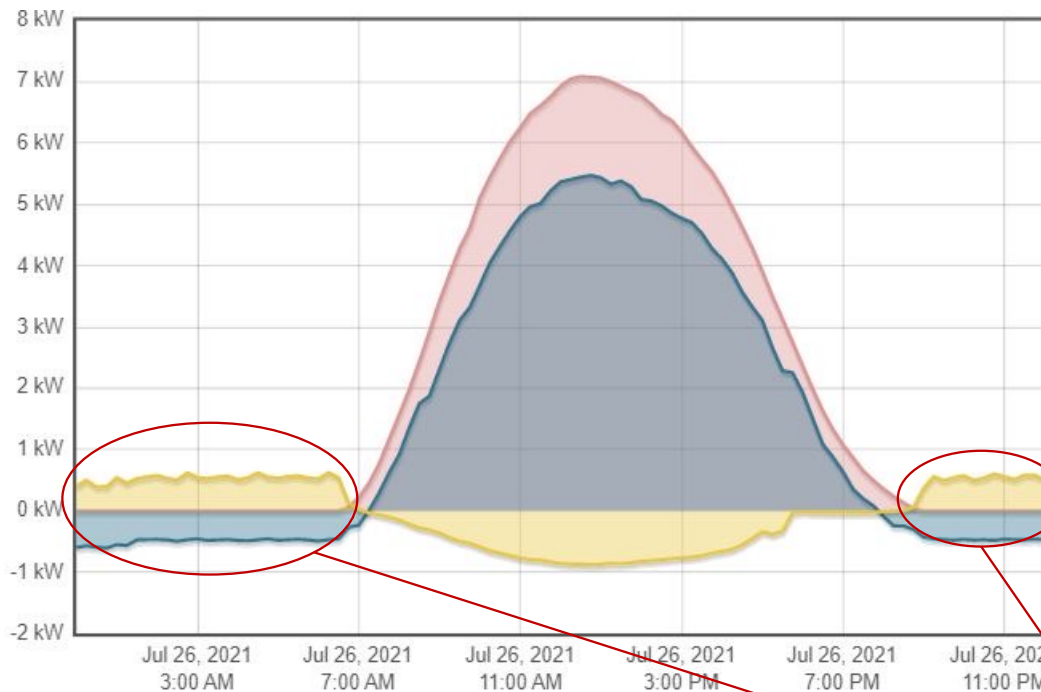


Αύξηση ιδιοκατανάλωσης

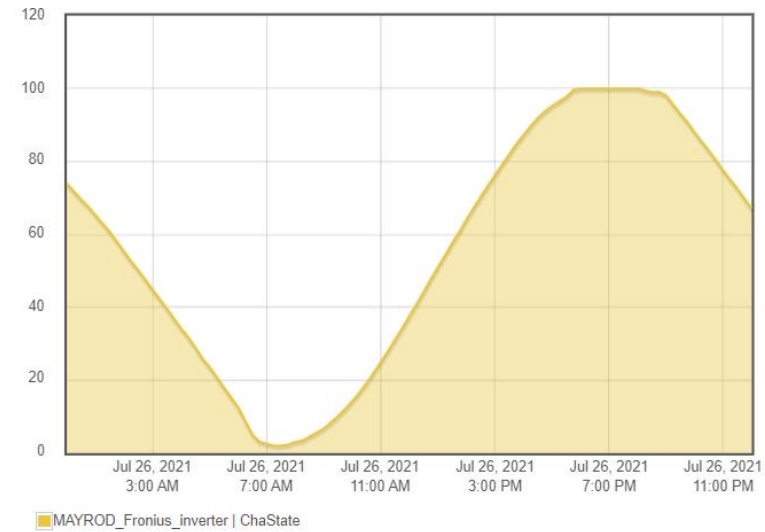
# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

Οι πιλοτικές εγκαταστάσεις

Ενδεικτικές ημερήσιες καμπύλες (Δημοτικό κτήριο – Μαυροδένδρι)



■ PL3-MAYROD-PV | Active Power Sum L1-L3  
■ PL3-MAYROD-DSO | Active Power Sum L1-L3  
■ PL3-MAYROD-STO | Active Power Sum L1-L3



Αύξηση ιδιοκατανάλωσης

# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

## Ποσοτική ανάλυση

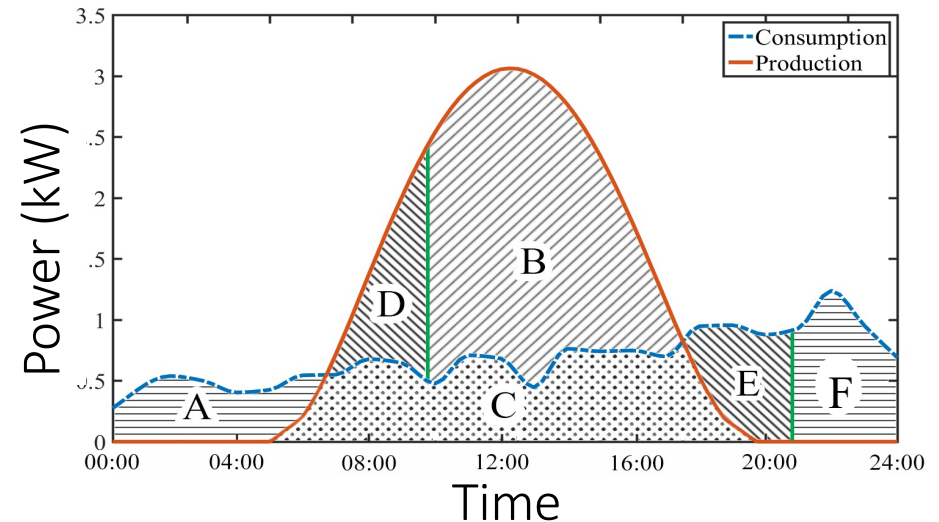
Ορίζονται κάποιοι συντελεστές για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς του συστήματος

- **Self-consumption rate (SCR):**  $SCR = \frac{C + E}{B + C + D}$

- **Self-sufficiency rate (SSR):**  $SSR = \frac{C + E}{A + C + E + F}$

- **SCR:** το ποσοστό της ΦΒ ενέργειας που καταναλώνεται είτε απευθείας είτε αποθηκεύεται στην ΑΗΕ

- **SSR:** το συνολικό ποσοστό της ζήτησης που προσφέρεται από το ΦΒ



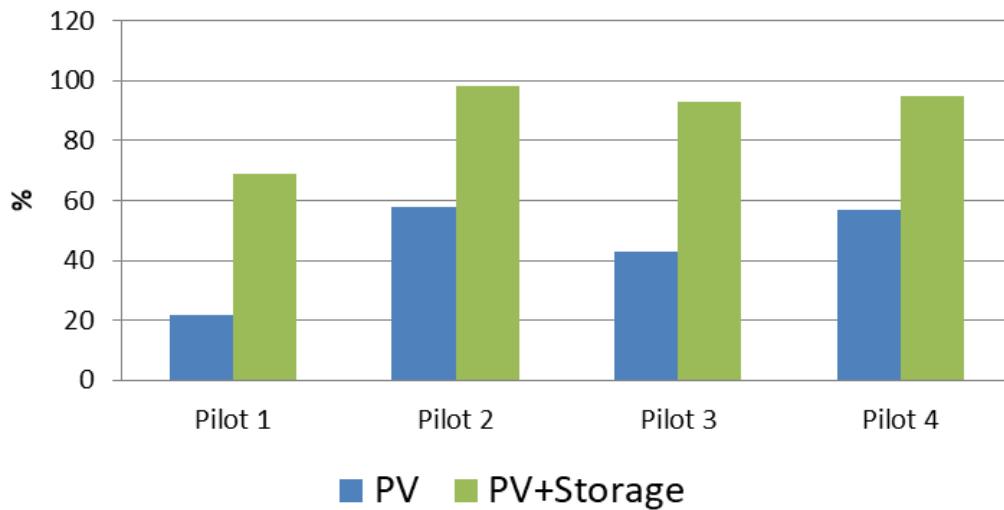
Τυπική ημερήσια καμπύλη ενός Π-Κ

# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

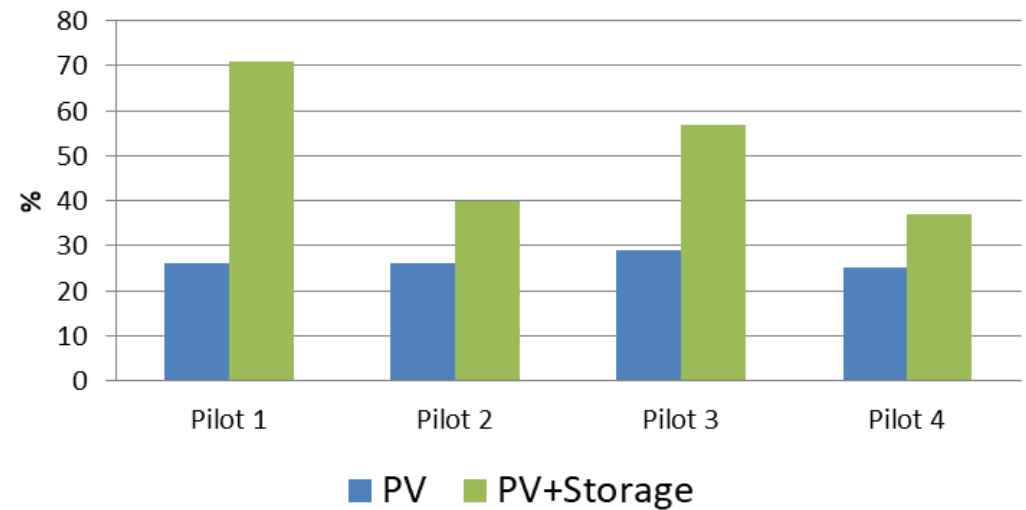
## Ποσοτική ανάλυση

Χρονικό διάστημα:  
3/2018 - 10/2019

### Average Self-Consumption Rate



### Average Self-Sufficiency Rate



# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

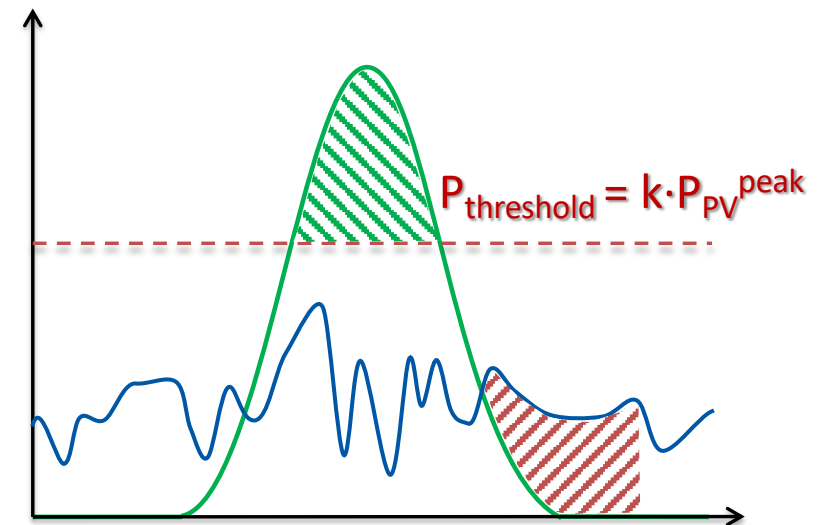
## Εναλλακτικές πολιτικές χρήσης της ΑΗΕ

### Αποκοπή αιχμών (Peak shaving control strategy)

- Η προηγούμενη στρατηγική χρήσης της ΑΗΕ στόχευε στην αύξηση της ιδιοκατανάλωσης
- Μια άλλη στρατηγική μπορεί να στοχεύει στη μείωση των αιχμών στην παραγωγή ΦΒ ενέργειας.

- Παραγωγή ΦΒ > Ζήτησης **ΚΑΙ** Παραγωγή ΦΒ > κατώφλι  
→ Οι μπαταρίες φορτίζουν όταν  $P_{PV} - P_{threshold}$
- Η ζήτηση > ΦΒ παραγωγή  
→ Οι μπαταρίες εκφορτίζουν

- $SoC^{min} < SoC < SoC^{max}$
- Λαμβάνοντας πάντα υπόψη το μέγεθος των μπαταριών και του inverter

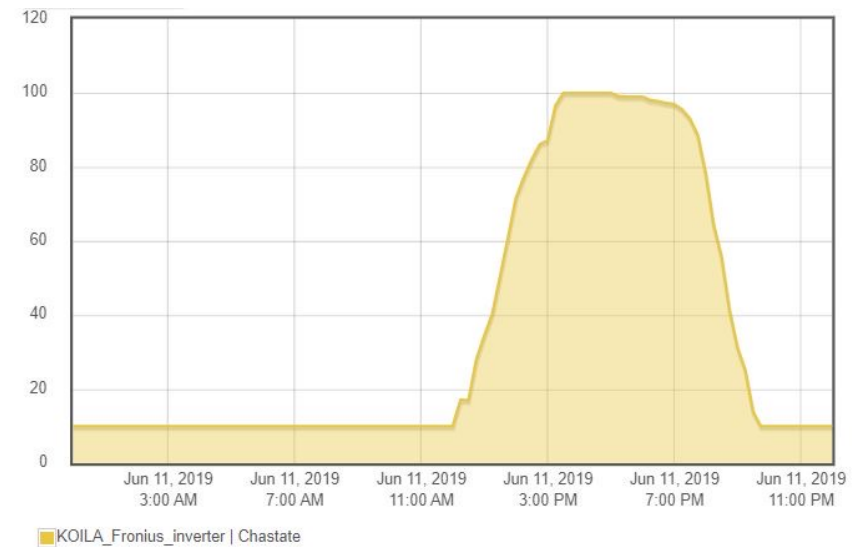
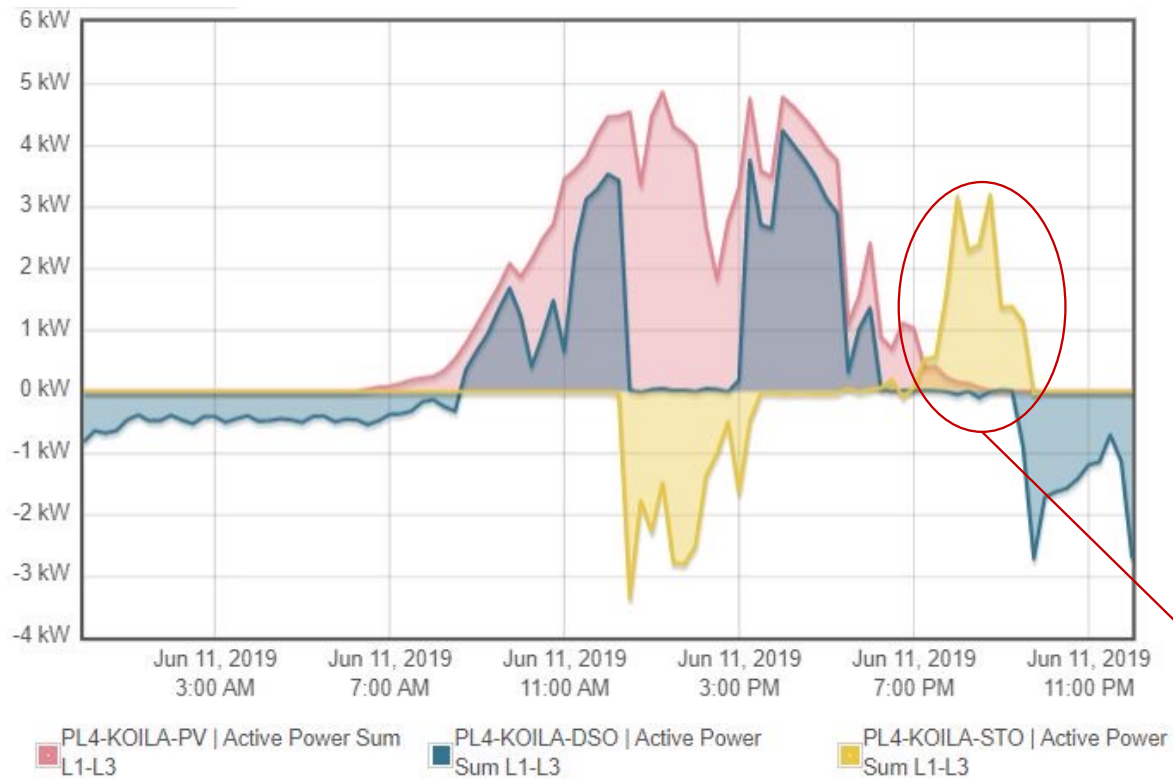


A. I. Nousedilis, A. A. Nikolaou, E. O. Kontis, G. C. Kryonidis, G. C. Christoforidis and G. K. Papagiannis, "A Sizing Method for Decentralized Energy Storage Systems Operating Under a Peak Shaving Control Strategy", 2018 53rd International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2018

# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

Οι πιλοτικές εγκαταστάσεις

Ενδεικτικές ημερήσιες καμπύλες (Οικία – Κοίλα)

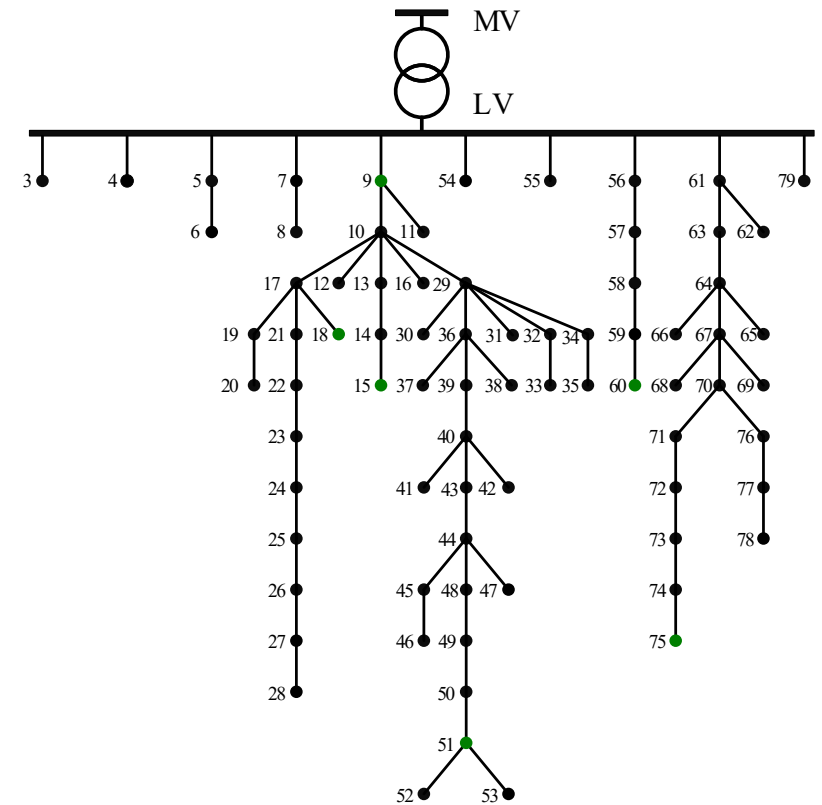


Αύξηση ιδιοκατανάλωσης

# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

## Εναλλακτικές πολιτικές χρήσης της ΑΗΕ

- Δίκτυο διανομής ΧΤ στη Σλοβενία
- 66 συνδεδεμένοι Π-Κ
- ΦΒ συστήματα 2.5 - 8 kWp τυχαία κατανομημένα στους Π-Κ
- Δεδομένα μετρήσεων για τα φορτία και την ΦΒ παραγωγή
- Μπαταρίες Li-Ion
- $20\% < \text{SoC} < 90\%$
- Όρια μεταβολής της τάσης
  - $0.95 \text{ pu} < V < 1.05 \text{ pu}$
- Σενάρια που εξετάστηκαν :
  - Σενάριο Α - option I: ίδιο μέγεθος ΑΗΕ για όλα τα ΦΒ
  - Σενάριο Β - option II: διαφορετικό μέγεθος ΑΗΕ

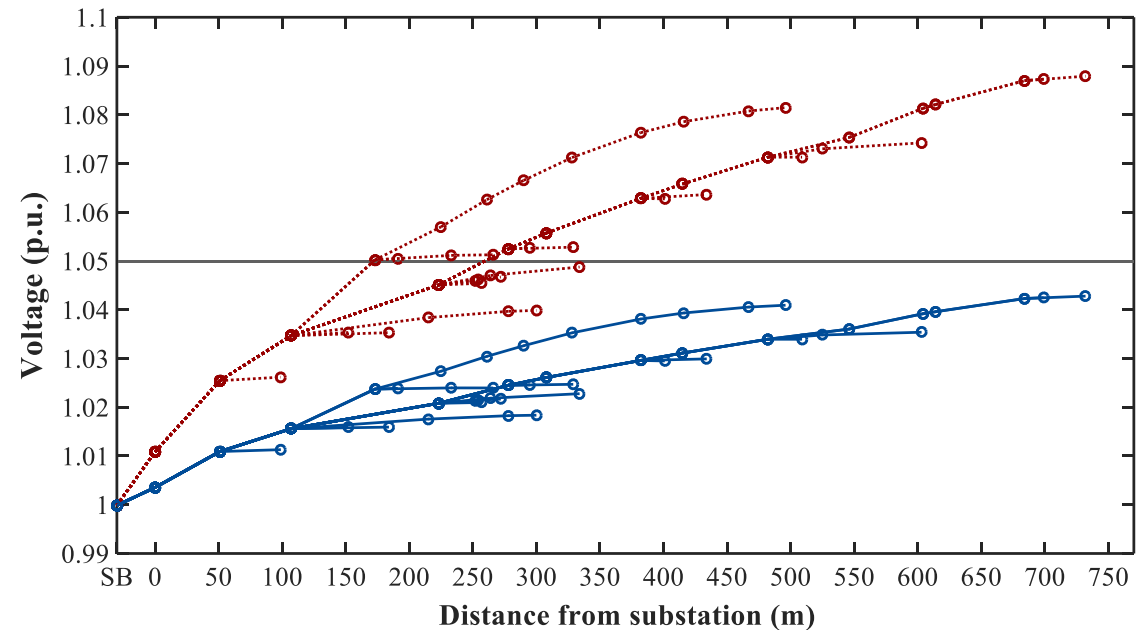




# Μελετώντας τη χρήση ΑΗΕ σε εγκαταστάσεις με ΦΒ

## Εναλλακτικές πολιτικές χρήσης της ΑΗΕ

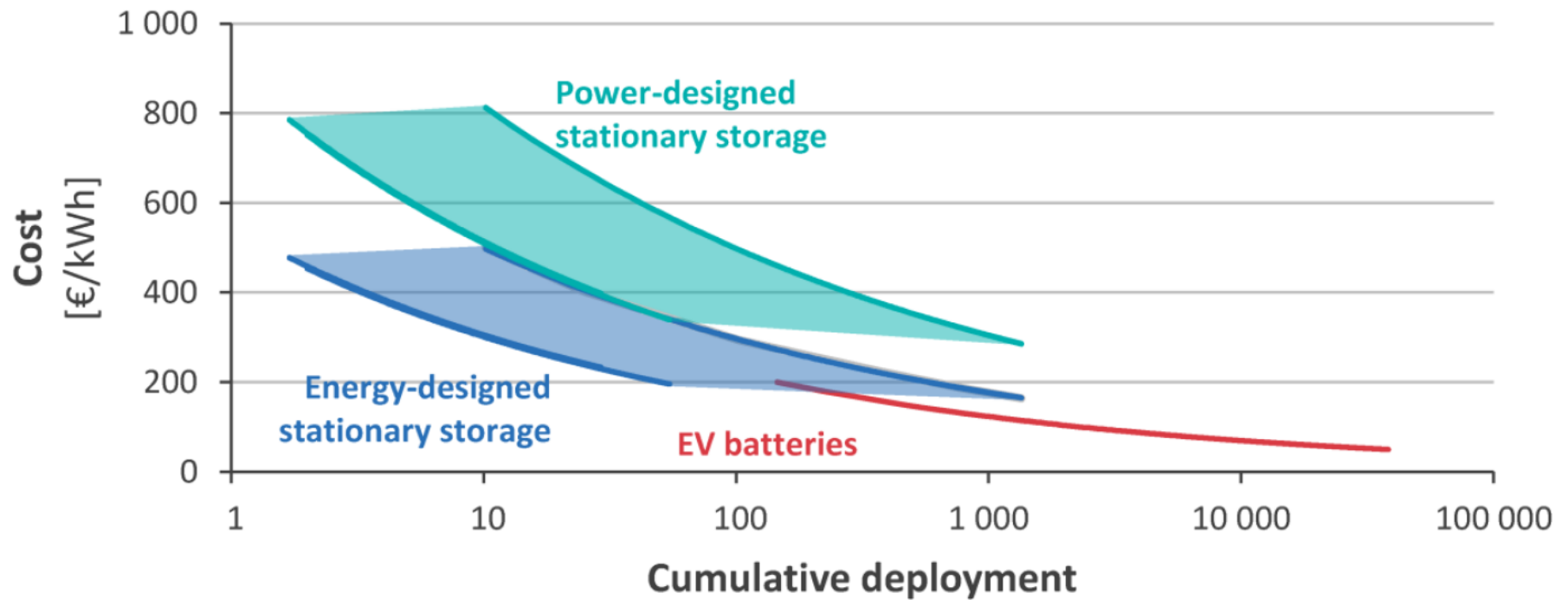
- Σενάριο Α:  $k=80\%$ ,  $s=4.5$  kWh
- Σενάριο Β:  $k=80\%$ ,  $s$  διαφορετικό για κάθε Π-Κ
- Προφίλ τάσεων στις γραμμές, για το σενάριο Β.
- **Πριν** και **μετά** την εγκατάσταση ΑΗΕ λειτουργώντας με την προτεινόμενη μέθοδο
- **Απαλοιφή υπερτάσεων!**
- ΑΛΛΑ, γίνεται αποδοτική εκμετάλλευση των μπαταριών?



A. I. Nousedilis, A. A. Nikolaou, E. O. Kontis, G. C. Kryonidis, G. C. Christoforidis and G. K. Papagiannis, "A Sizing Method for Decentralized Energy Storage Systems Operating Under a Peak Shaving Control Strategy", 2018 53rd International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2018

Και... πόσο κοστίζει???

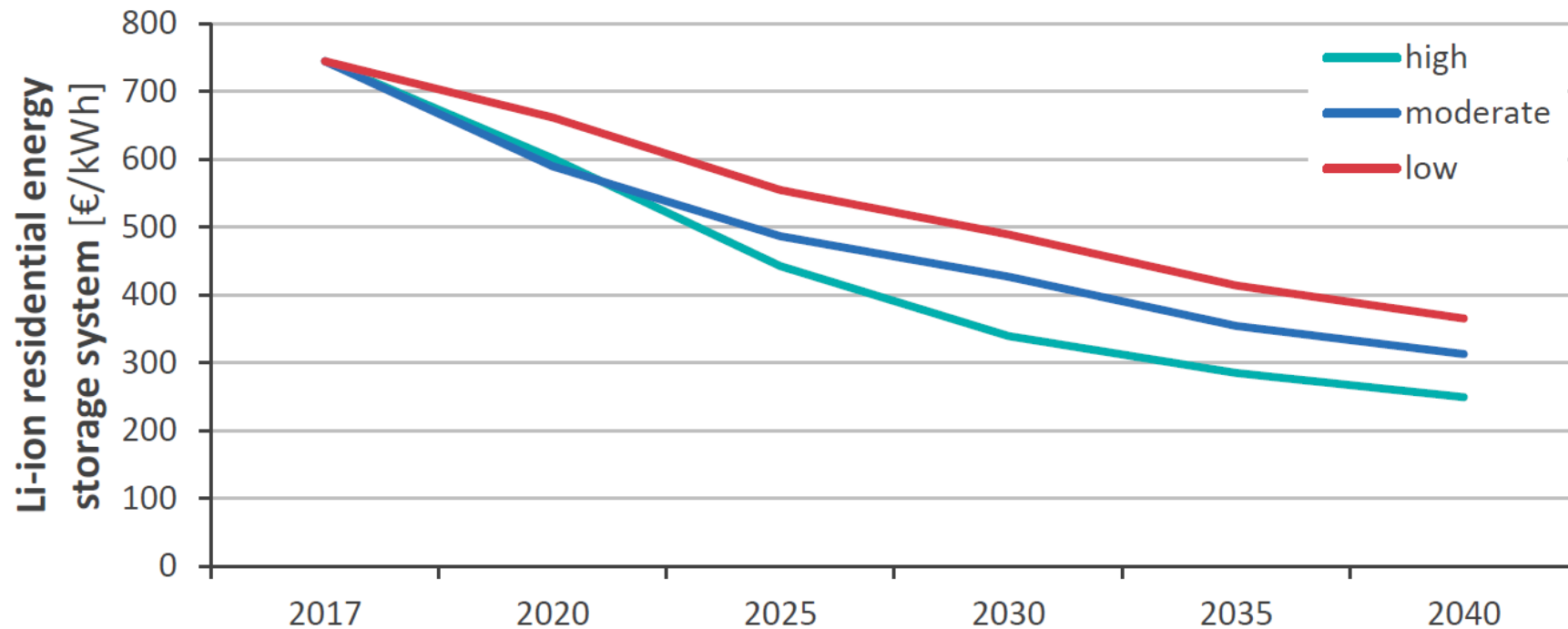
Οι μπαταρίες είναι τελικά ακριβές???



Πηγή: JRC, 2018

Και... πόσο κοστίζει???

Και μιλώντας για μπαταρίες σε κτίρια!



Πηγή: JRC, 2018

# Και μια οικονομοτεχνική ανάλυση



POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

## Σενάρια υπό μελέτη

- Κατανάλωση
  - Τυπική καμπύλη φορτίου με 4500 kWh κατανάλωση/έτος.
  - Τυπική καμπύλη φορτίου με 4500 kWh κατανάλωση/έτος προσαυξημένη κατά την κατανάλωση **ηλεκτροκίνητου οχήματος** με μπαταρία, χωρητικότητας 40 kWh, που φορτίζει σε ώρες εκτός αιχμής.
- Κόστος μπαταριών
  - 600€/kWh
  - 300€/kWh
- Σταθερές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας όλη την ημέρα
  - Παρούσα χρέωση ενέργειας
  - Αυξημένη κατά 50%
  - Αυξημένη κατά 100%
- Πολιτικές κοστολόγησης
  - Μερικός συμψηφισμός ενέργειας
  - Καθαρή ιδιοκατανάλωση

<http://www.storestool.eu/#/StoRES-Tool>

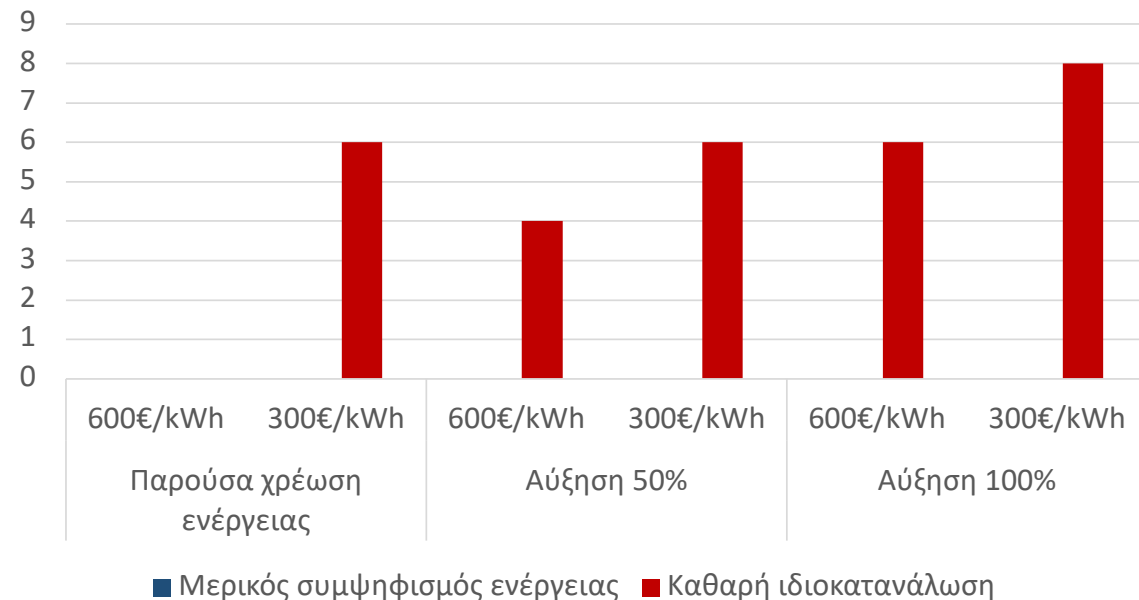
# Και μια οικονομοτεχνική ανάλυση

## Αποτελέσματα

Κατανάλωση **χωρίς** ηλεκτροκίνητο όχημα

- Μη συμφέρουσα η εγκατάσταση μπαταρίας, ανεξάρτητα από την τιμή της και τη χρέωσης ενέργειας, για την περίπτωση του **μερικού συμψηφισμού ενέργειας**.
- Μέγιστη χωρητικότητα μπαταρίας για το σενάριο καθαρής ιδιοκατανάλωσης, με 300€/kWh τιμή μπαταρίας και αύξηση της χρέωσης ενέργειας κατά 100%.
- Πλην της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (παρούσα κατάσταση), βέλτιστη εγκατεστημένη ισχύς **ΦΒ συστήματος ίση με 4kWp**.

Βέλτιστη χωρητικότητα μπαταρίας (kWh)

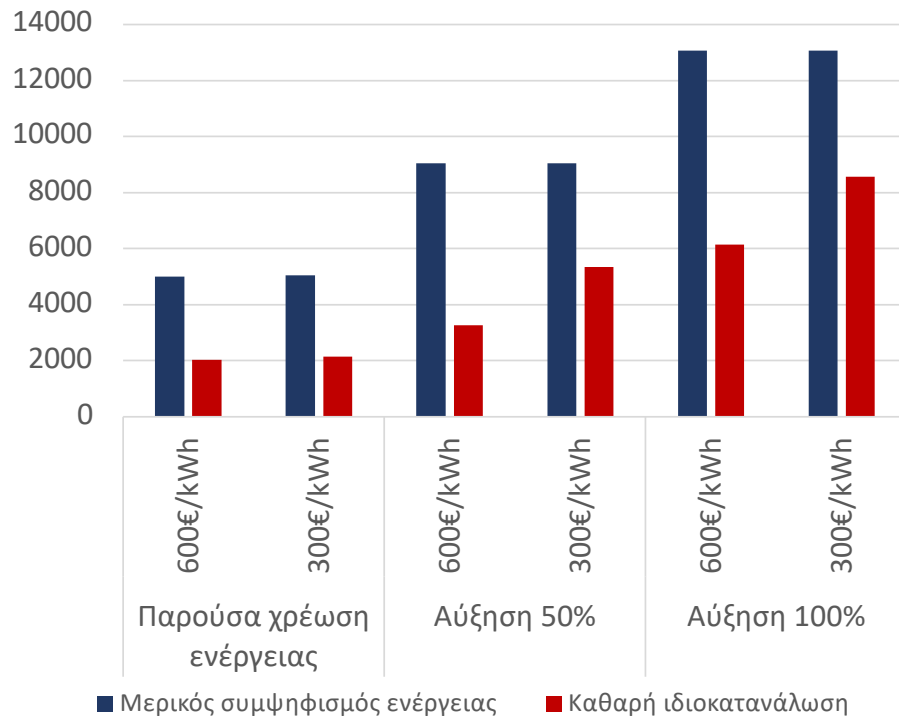


# Και μια οικονομοτεχνική ανάλυση

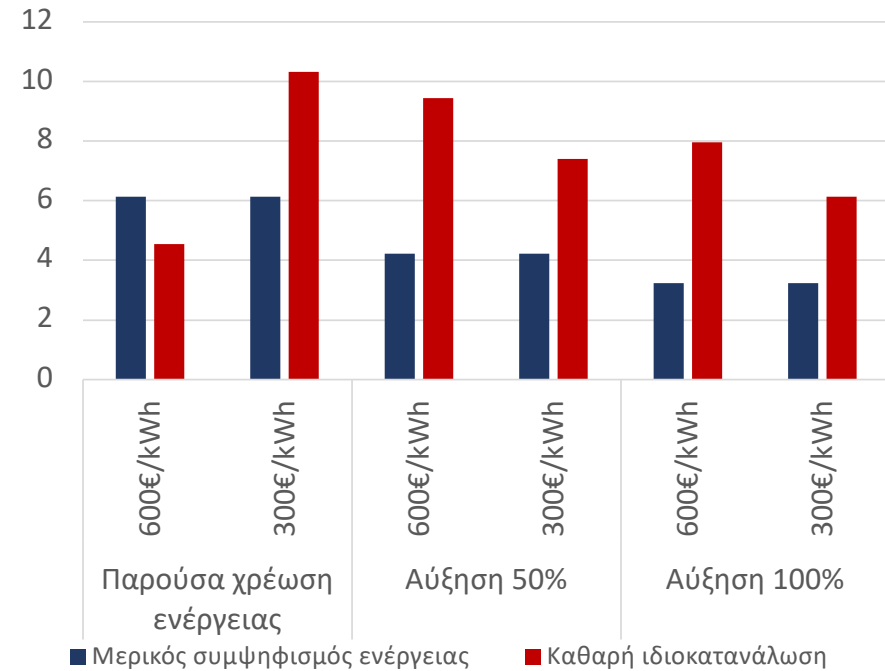


POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

Καθαρή Παρούσα Αξία ΦΒ+ΑΗΕ (€)



Απλή Περίοδος Αποπληρωμής ΦΒ+ΑΗΕ (έτη)



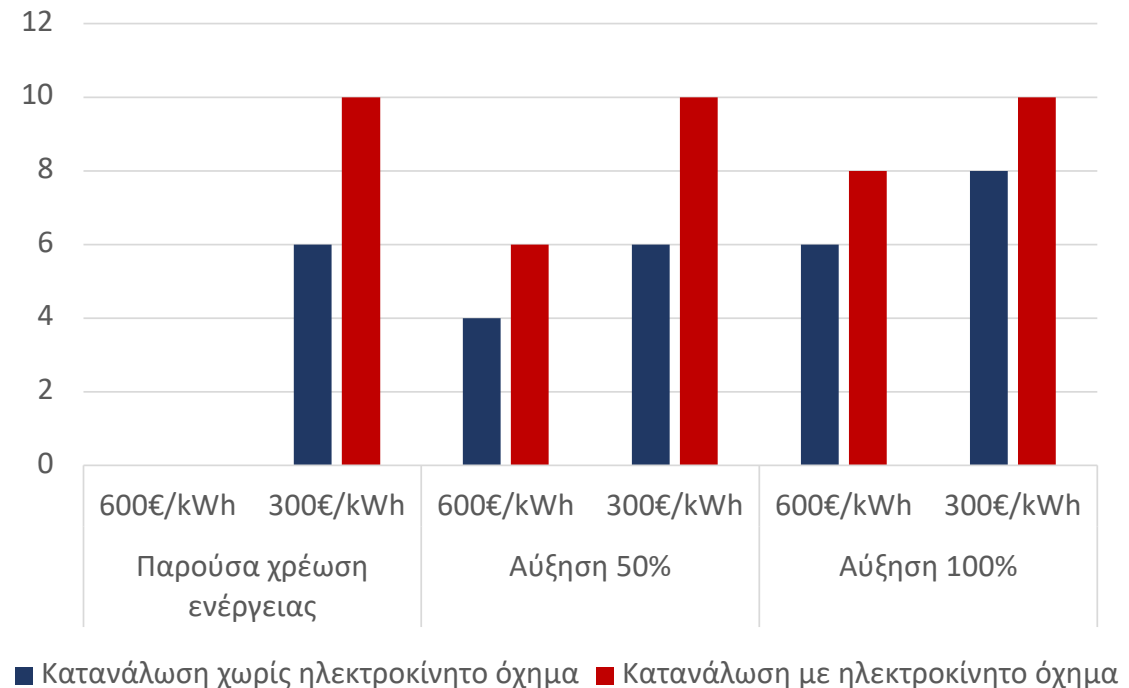
# Και μια ακόμη οικονομοτεχνική ανάλυση

## Αποτελέσματα

Η χρήση ηλεκτροκίνητου οχήματος επιφέρει:

- για την περίπτωση του μερικού συμψηφισμού, αύξηση στη βέλτιστη εγκατεστημένη ισχύ ΦΒ, ανεξαρτήτου τιμών (από 4kWp σε 10kWp). Η εγκατάσταση μπαταρίας δεν αποτελεί συμφέρουσα επιλογή.
- για την περίπτωση της καθαρής ιδιοκατανάλωσης, ευνοϊκές συνθήκες για την εγκατάσταση μπαταριών μεγαλύτερης χωρητικότητας.

Βέλτιστη χωρητικότητα μπαταρίας για την περίπτωση της καθαρής ιδιοκατανάλωσης (kWh)





## Αντί για συμπεράσματα

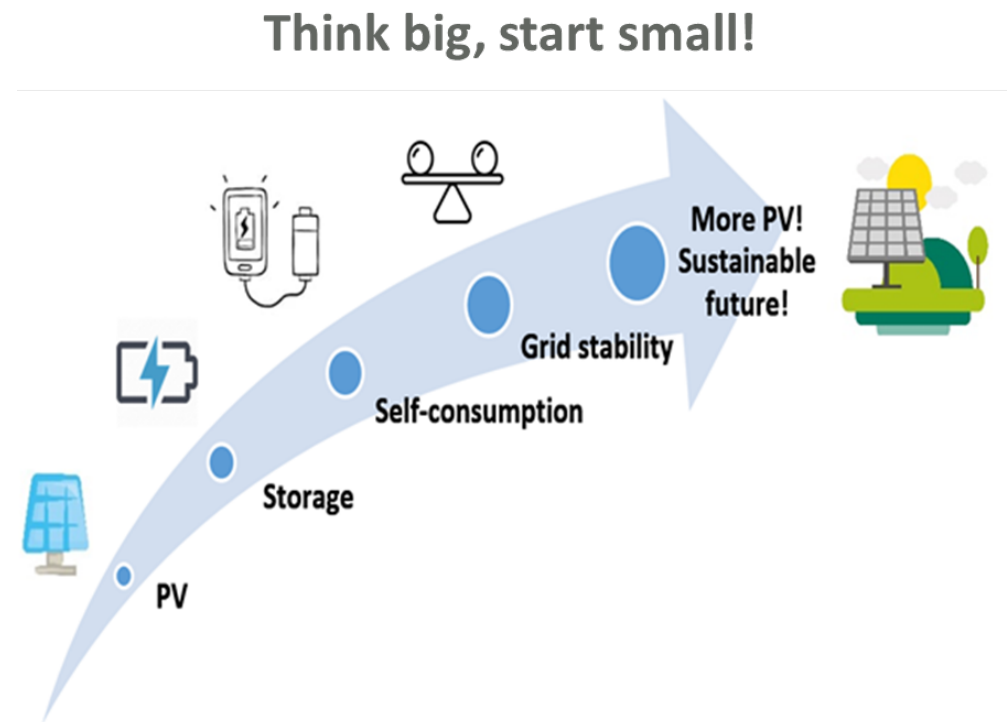
- Η Αποθήκευση Ενέργειας αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για τη μετάβαση στο δίκτυο του μέλλοντος
- Αποθήκευση διαφόρων μορφών ενέργειας θα υλοποιείται, με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας να παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα
- Και οι μπαταρίες για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί ήδη διαθέσιμη τεχνολογία
- Με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα και τη σχετική βιομηχανία να ανοίγουν τον δρόμο προς πιο οικονομικές και αποδοτικές τεχνολογίες μπαταρίας
- Η αποκεντρωμένη ΑΗΕ με μπαταρίες μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο προς αυτήν την κατεύθυνση
- Ενισχύοντας την τοπική λειτουργία του δικτύου διανομής, συνεισφέροντας παράλληλα στην αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ
- Προσφέροντας την επιλογή παροχής επικουρικών υπηρεσιών στον διαχειριστή του δικτύου διανομής
- Μεταφέροντας το κόστος επένδυσης από τον διαχειριστή του δικτύου προς τους Π-Κ
- Προϋποθέτοντας το δικό τους όφελος από την επένδυση





## Και τι ακολουθεί!

- Οικονομικότερη, πιο αποδοτική, ΑΗΕ με μπαταρίες σε κτήρια, κοινότητες και πόλεις...
- Σε συνδυασμό με inverters που να επιτρέπουν πιο αποδοτικό έλεγχο και στρατηγικές λειτουργίας...
- Σε συνδυασμό με νέα επιχειρησιακά μοντέλα στις νέες αναδυόμενες ενεργειακές αγορές!





POWER SYSTEMS LABORATORY  
ARISTOTLE UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

Επειδή...  
Δεν υπάρχει τίποτα πιο σταθερό από  
την αλλαγή!

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!



Γρηγόρης Παπαγιάννης  
Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Μηχανικών Υπολογιστών, ΑΠΘ  
[grigoris@eng.auth.gr](mailto:grigoris@eng.auth.gr)  
[gropagia@ece.auth.gr](mailto:gropagia@ece.auth.gr)