



Τα επιτεύγματα και οι τεχνολογικές καινοτομίες του ΕΜΠ στον τομέα της Ενέργειας

Καθ. Νίκος Χατζηαργυρίου,
Αν. ΔΝΣ ΔΕΗ
nh@power.ece.ntua.gr



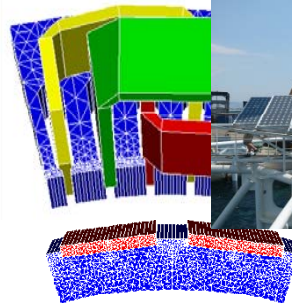


ΕΜΠ – Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ/κών & Μηχ/κών Υπολογιστών

Ανάπτυξη ηλεκτρικών διατάξεων και συστημάτων για εφαρμογές ΑΠΕ

Σχεδίαση & Κατασκευή Ανεμογεννήτριας
5 kW με Γεννήτρια Μονίμων Μαγνητών
(Έργο 96ΣΥΝ24)

Εργαστηριακό δοκίμιο και μοντέλο πεπερασμένων
στοιχείων της γεννήτριας μονίμων μαγνητών



Μικρή ανεμογεννήτρια 5 kW

Σχεδίαση & κατασκευή ηλεκτρικής
εγκατάστασης πλωτής διάταξης
αφαλάτωσης με Α/Γ και Φ/Β
(Έργο ΕΠΑΝ ΦΠ46)

Ανεμογεννήτρια



Φ/Β πλαίσια



Κεντρικός
πίνακας

Μπαταρίες



Αντιστροφείας

Καθ. Α. Κλαδάς (kladasel@central.ntua.gr)

Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών & Ηλεκτρονικών Ισχύος

Επ. Καθ. Σ. Παπαθανασίου (st@power.ece.ntua.gr)

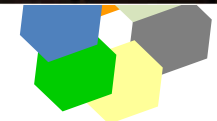
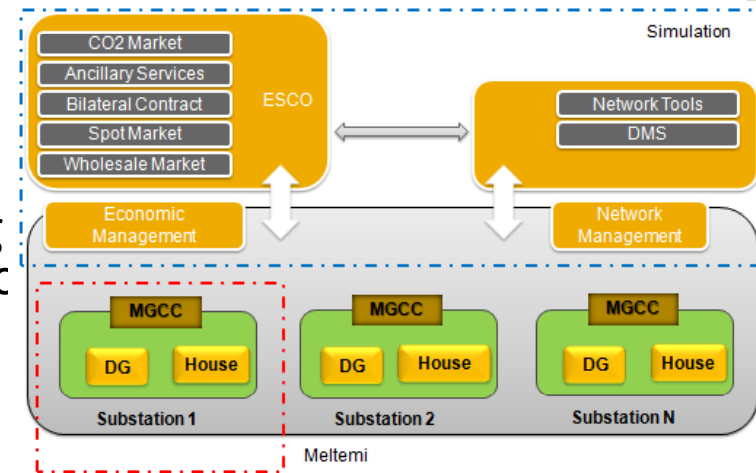


Ερευνητική Ομάδα: Διεσπαρμένης Παραγωγής και Μικροδικτύων
Εργαστήριο: Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τομέας: Ηλεκτρικής Ισχύος

Σχολή: Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

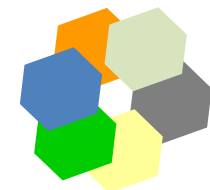
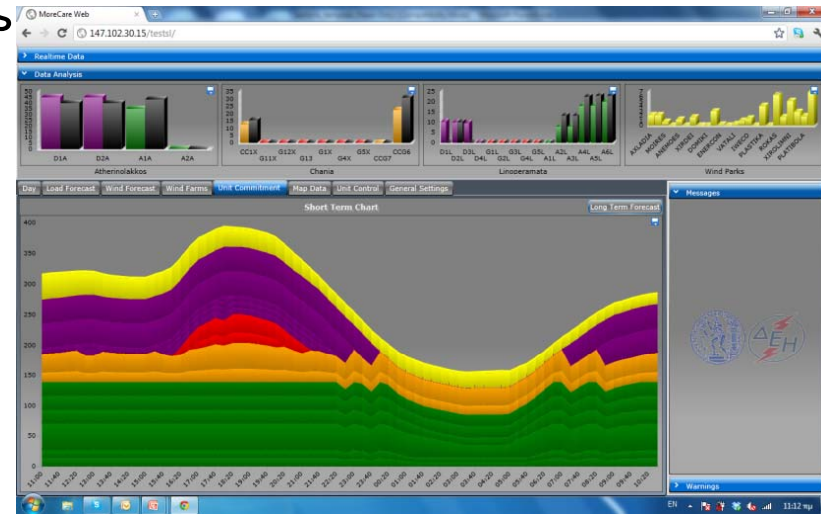
- Σκοπός: Ευφυή Δίκτυα - Διαχείριση Καταναλωτών: Ο στόχος είναι η ανάπτυξη εφαρμογών για την διαχείριση συσκευών μέσα στο σπίτι για την βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, ενίσχυση της διείσδυσης ΑΠΕ και την παροχή Επικουρικών Υπηρεσιών στο Δίκτυο.
- Διεπιστημονικές Συνεργασίες: ΕΜΠ, ΔΕΗ, IWES, SAP, ECN, MVV, TDU, ARMINES, ABB Schweiz, SIEMENS, EDP, SMA, Systems Sunlight
- Εφαρμογή: Σύστημα MAGIC
- Χρηματοδότης: Ευρωπαϊκή Ένωση, Ερευνητικά προγράμματα “Smart House/Smart Grid”, “Integral”, “More Microgrids”
- Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καθ. Ν. Χατζηαργυρίου
- Συνεργάτες ΕΜΠ: Δρ. Α. Δημέας, Δρ. Εμ. Βουμβουλάκης, Γ. Ασημακοπούλου, Ε. Καρφόπουλος, Ε. Χατζοπλάκη, Ν. Κορρές





Ερευνητική Ομάδα: Διεσπαρμένης Παραγωγής και Μικροδικτύων
Εργαστήριο: Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας
Τομέας: Ηλεκτρικής Ισχύος
Σχολή: Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

- Σκοπός: Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας για Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Το σύστημα αφορά την ανάπτυξη εργαλείων διαχείρισης της παραγωγής σε νησιά με αυξημένη διείσδυση ΑΠΕ.
- Διεπιστημονικές Συνεργασίες: ΕΜΠ, INESC-Porto, Ecole de Mines
- Εφαρμογές: Πλατφόρμα MORE CARE
- Χρηματοδότης: Ευρωπαϊκή Ένωση, Ερευνητικά προγράμματα “CARE”, “MORE CARE”, “ANEMOS-Plus”
- Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καθ. Ν. Χατζηαργυρίου
- Συνεργάτες ΕΜΠ: Δρ. Α. Δημέας, Δρ. Γ. Σιδεράτος, Α. Αναστασιάδης, Ν. Κορρές, Ε. Χατζοπλάκη



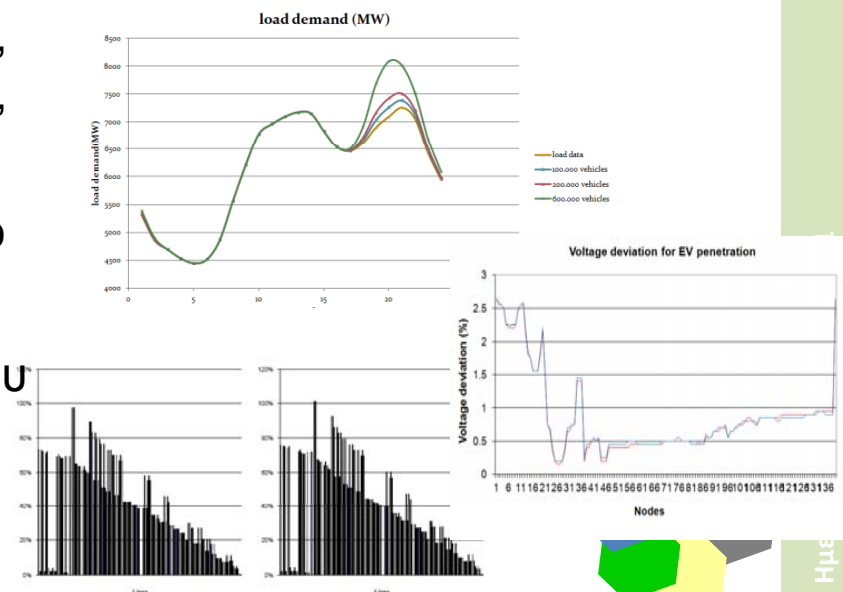
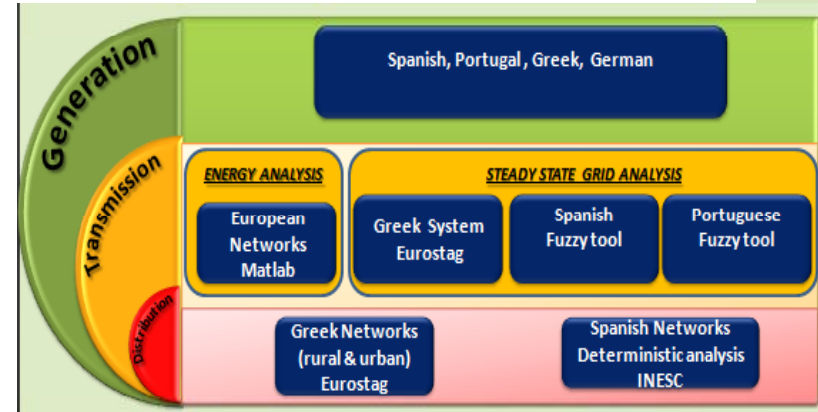


Ερευνητική Ομάδα: Διεσπαρμένης Παραγωγής και Μικροδικτύων
Εργαστήριο: Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τομέας: Ηλεκτρικής Ισχύος

Σχολή: Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

- Σκοπός: Ανάλυση και διαχείριση της φόρτισης των Ηλεκτρικών Οχημάτων για την ομαλή ενσωμάτωση τους στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Αξιοποίηση της αποθηκευτικής τους ικανότητας για την υποστήριξη του δικτύου (V2G) και της ενσωμάτωσης των ΑΠΕ/Διεσπαρμένης Παραγωγής
- Διεπιστημονικές Συνεργασίες: ΕΜΠ, ΔΕΗ, INESC-Porto, Cardiff University, T.U. Berlin, U.P. Comillas, IBERDROLA, AVERE
- Χρηματοδότης: Ευρωπαϊκή Ένωση, Ερευνητικό πρόγραμμα “MERGE”
- Επιστ. Υπεύθυνος: Επικ. Καθ. Σ. Παπαθανασίου
- Συνεργάτες ΕΜΠ: Δρ. Εμ. Βουμβουλάκης, Ε. Καρφόπουλος, Ε. Ζουντουρίδου, Α. Αναστασιάδης,





Ερευνητική Ομάδα: Διεσπαρμένης Παραγωγής και Μικροδικτύων
Εργαστήριο: Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τομέας: Ηλεκτρικής Ισχύος

Σχολή: Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

- Σκοπός:

- Η υποστήριξη της ενσωμάτωσης των ΑΠΕ και της διεσπαρμένης παραγωγής στα ηλεκτρικά δίκτυα με την ανάπτυξη διεθνών προτύπων, κριτηρίων ποιότητας και διαδικασιών δοκιμών.
- Η διάθεση των εργαστηρίων σε Ευρωπαίους ερευνητές.



- Διεπιστημονικές Συνεργασίες:

EMΠ, Fraunhofer-IWES, KEMA, RISOE, AIT, ERSE



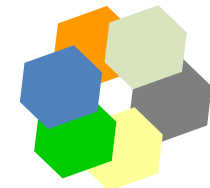
- Εφαρμογές:

- Συντονισμένη ανάπτυξη των Εργαστηρίων.
- Σύσταση του European Distributed Energy Resources Laboratory e.V.

- Χρηματοδότης: Ευρωπαϊκή Ένωση, Ερευνητικά προγράμματα “DER-Lab”, “DERri”

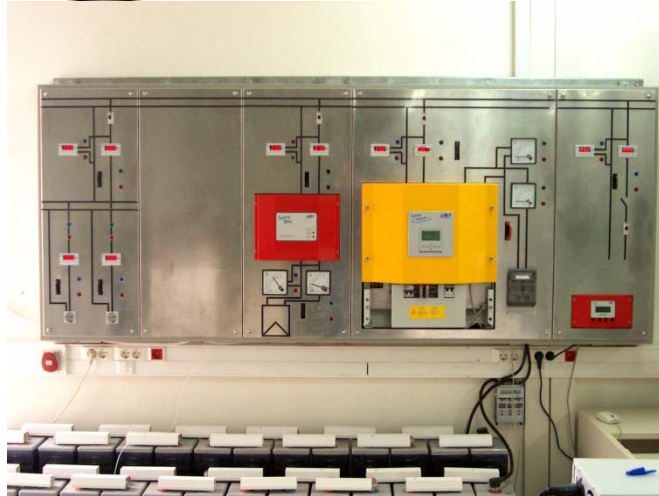
- Επιστ. Υπεύθυνος: Καθ. Ν. Χατζηαργυρίου

- Συνεργάτες EMΠ: Ε. Κολεντίνη, Π. Κοτσαμπόπουλος, Κ. Λατούφης

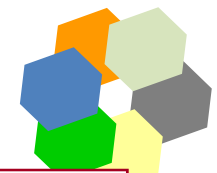




Ανάπτυξη τεχνολογίας Μικροδικτύων

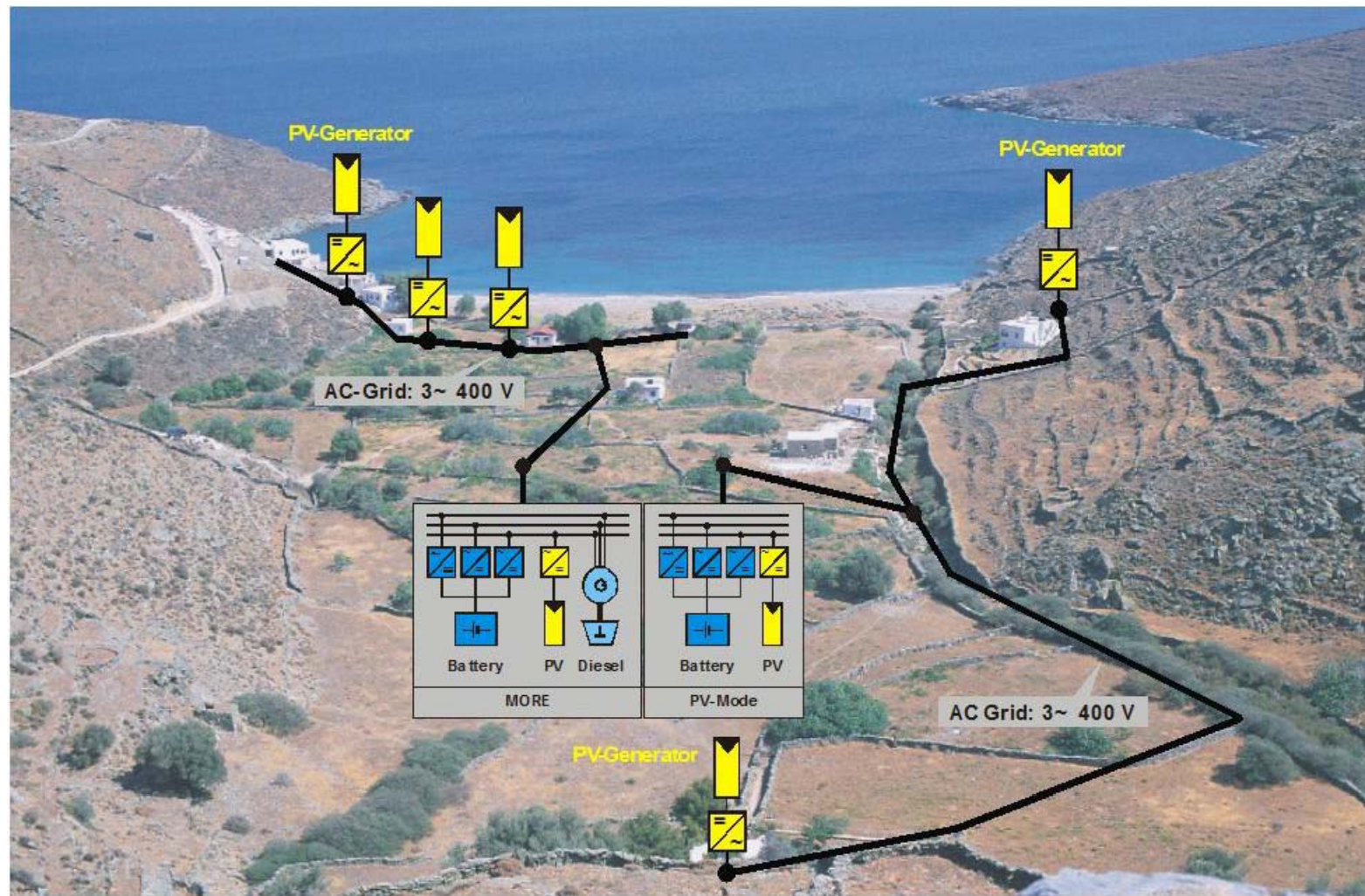


- ✓ **Μικροδίκτυα: Συνδυασμός φορτίων και πηγών με δυνατότητα αυτόνομης και συνδεδεμένης με το δίκτυο λειτουργίας**
 - Αξιοποίηση τεχνολογιών ΑΠΕ και διεσπαρμένης παραγωγής (Φ/Β, ΣΗΘ μικρής κλίμακας, μικρές Α/Γ)
 - Ασφάλεια, αξιοπιστία και ποιότητα τροφοδότησης των φορτίων των καταναλωτών
- ✓ **Ανάπτυξη τεχνολογίας Μικροδικτύων στο ΕΜΠ**
 - Σχεδίαση συνιστωσών και συστημάτων ελέγχου
 - Εγκατάσταση και λειτουργία πρωτοτύπων, με Φ/Β παραγωγή, μικρή Α/Γ, ΣΗΘ και ποικιλία φορτίων





Pilot Kythnos Plant



Supply of 12 buildings (EC projects MORE and PV-Mode)



Typical House



The test site is a small settlement of 12 houses

Generation:

5 PV units connected via standard grid-tied inverters.

A 9 kVA diesel genset (for back-up).

Storage: Battery (60 Volt, 52 kWh) through 3 bi-directional inverters operating in parallel.

Flexible Loads: 1-2 kW irrigation pumps in each house

Next generation Sunny Island inverters, to deal with islanded mode control
Intelligent Load Controllers





The Kythnos System House



Ημερίδα, 7 Δεκεμβρίου 2011



Intelligent Load Controllers

In each house an ILC is installed:

- Windows CE 5.0
- Intel® Xscale™ PXA255
- 64MB of RAM
- 32MB FLASH Memory
- Java VM
- Jade LEAP

Outside System House



House 11



House 7



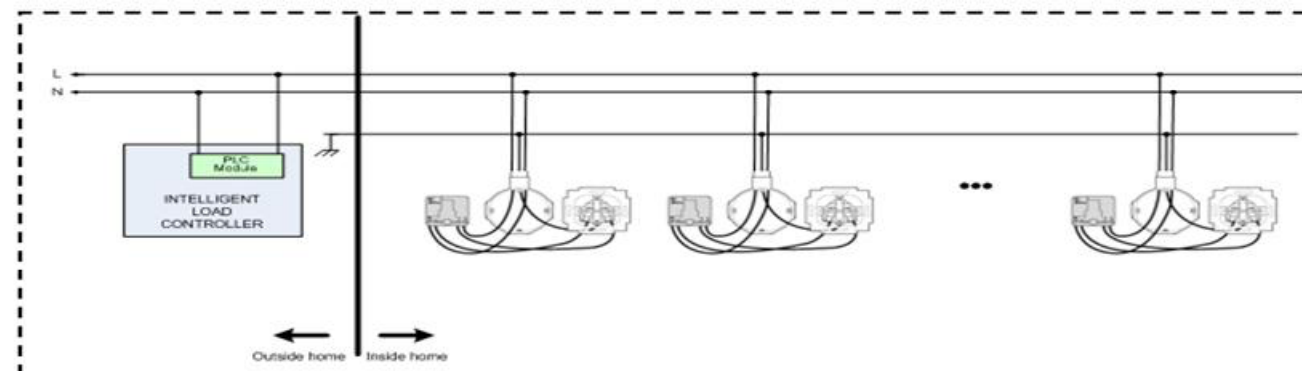
Inside System House



House 5



House 4

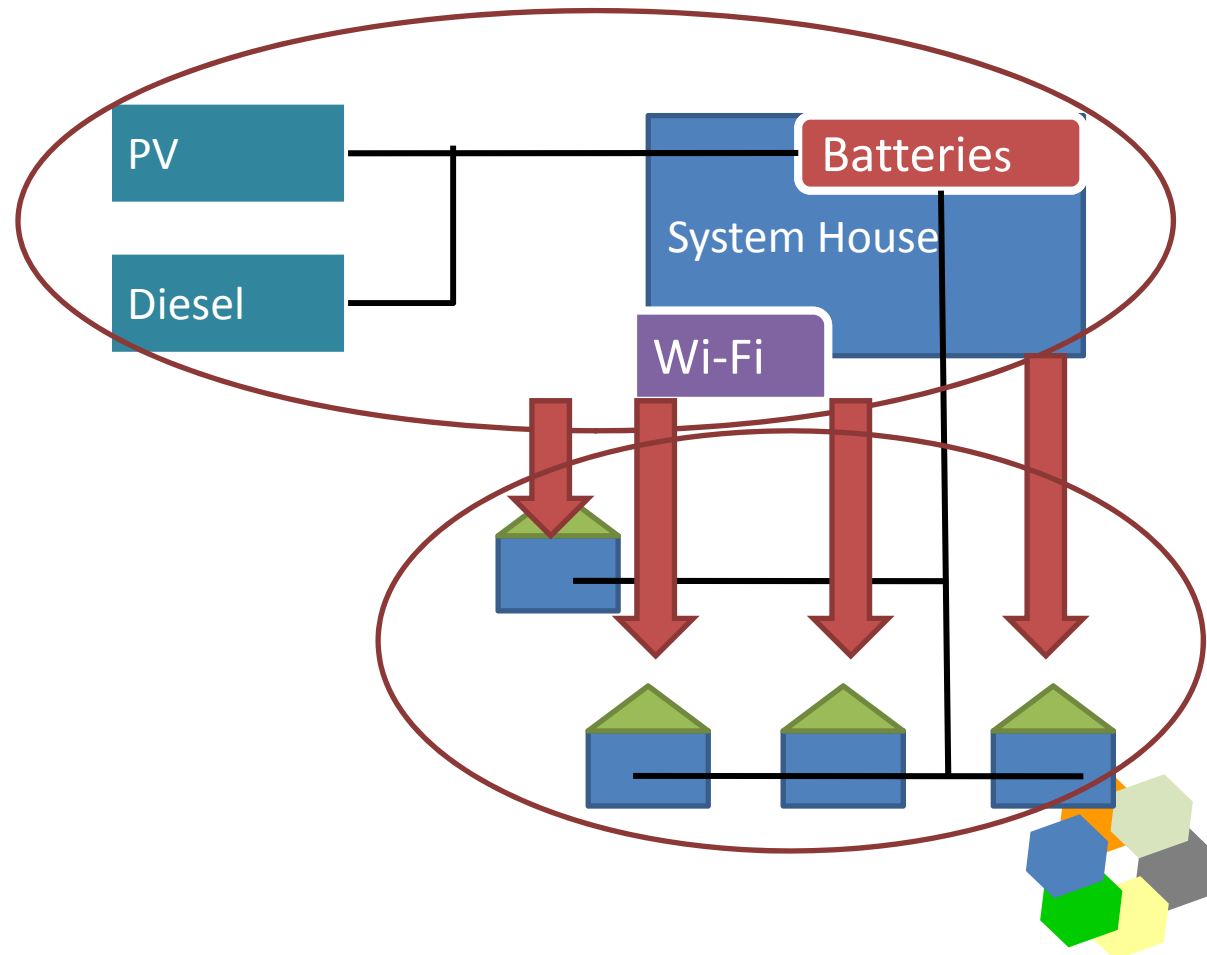




The Process of the experiment

Step 1: The agents identify the status of the environment

Step 2: The agents negotiate on how the share the available energy

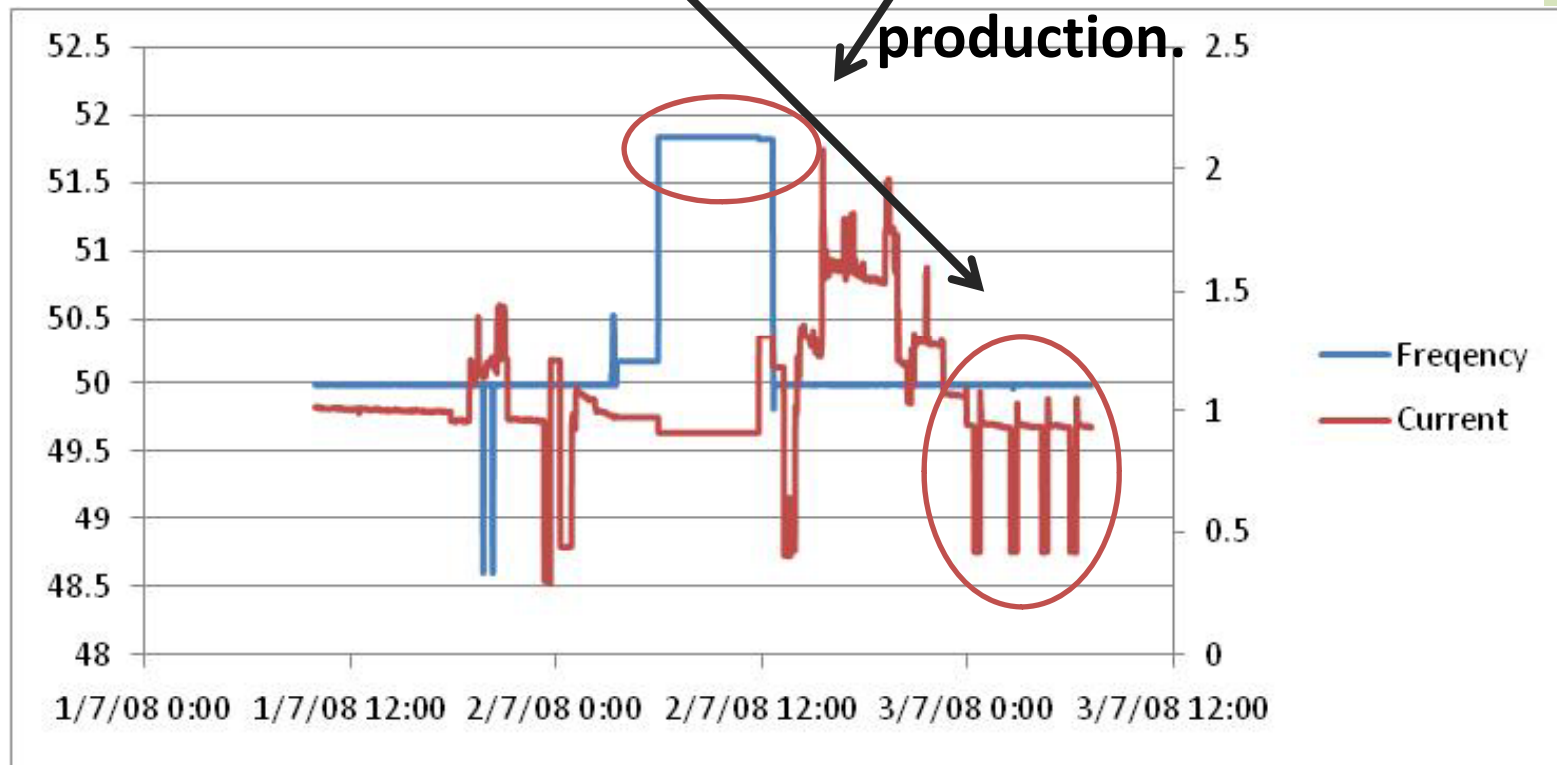




Measurements

In this case the frequency is almost 52Hz. This is an indication that the batteries are full and the PV inverters via the droop curves limit their production.

The shedding procedures start later





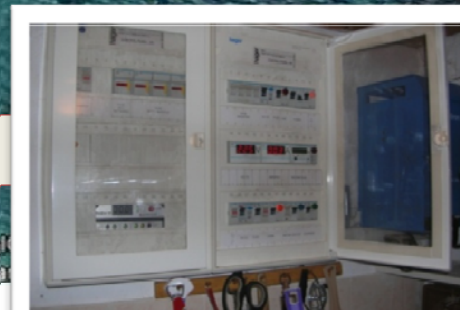
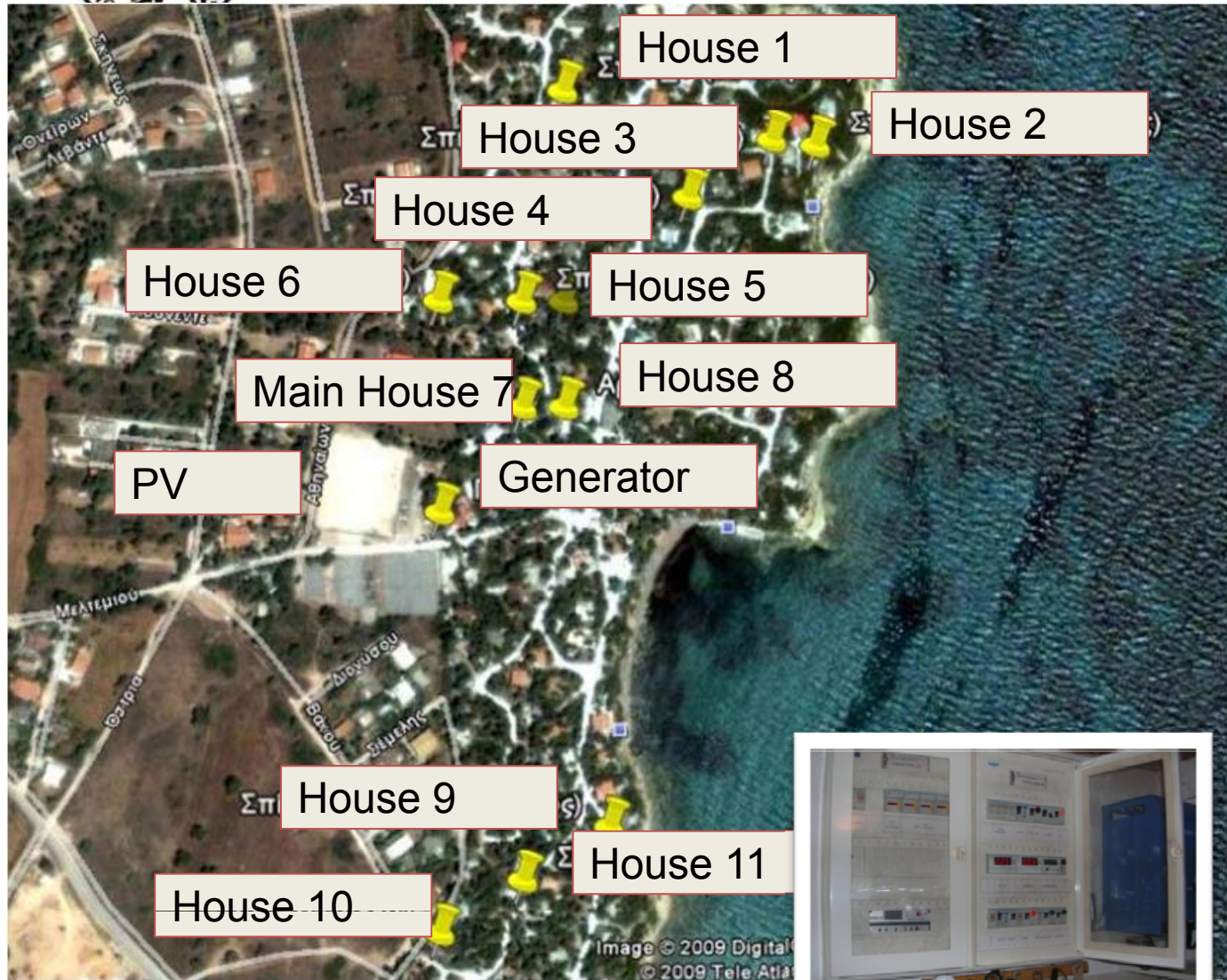
It works !!!



Ημερίδα, 7 Δεκεμβρίου 2011

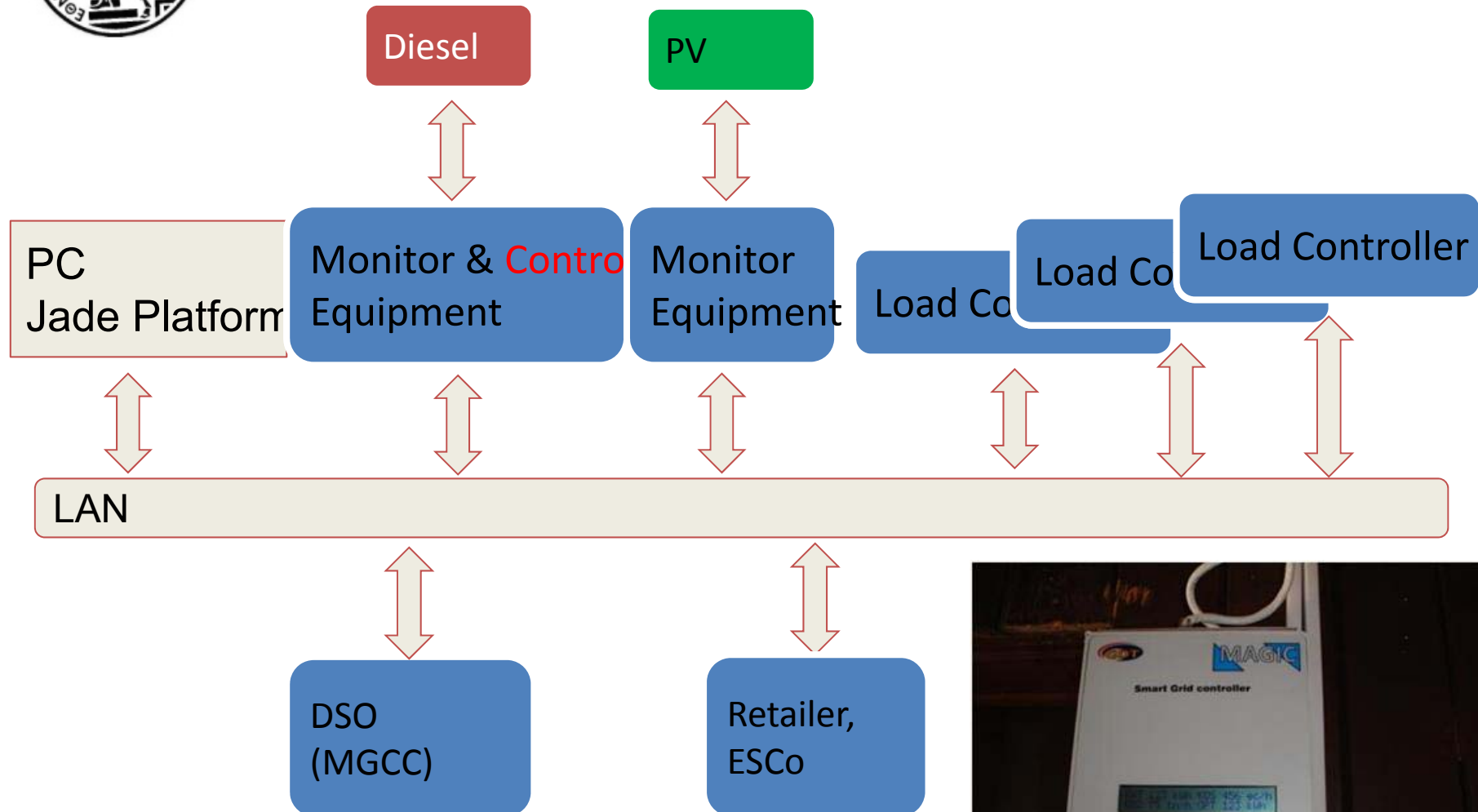


The Meltemi Field Test



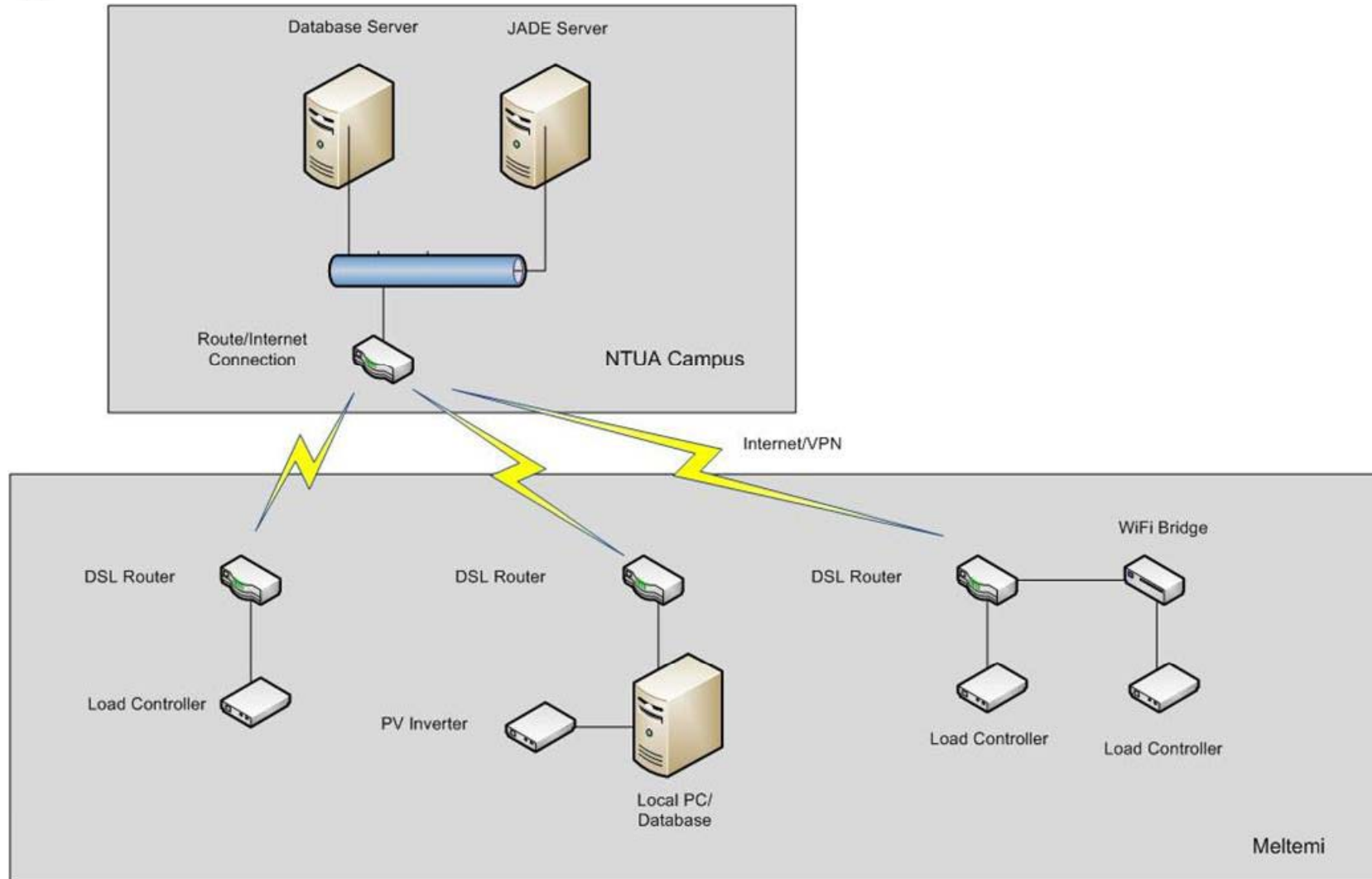


Field Test Schematic





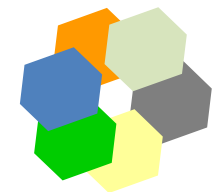
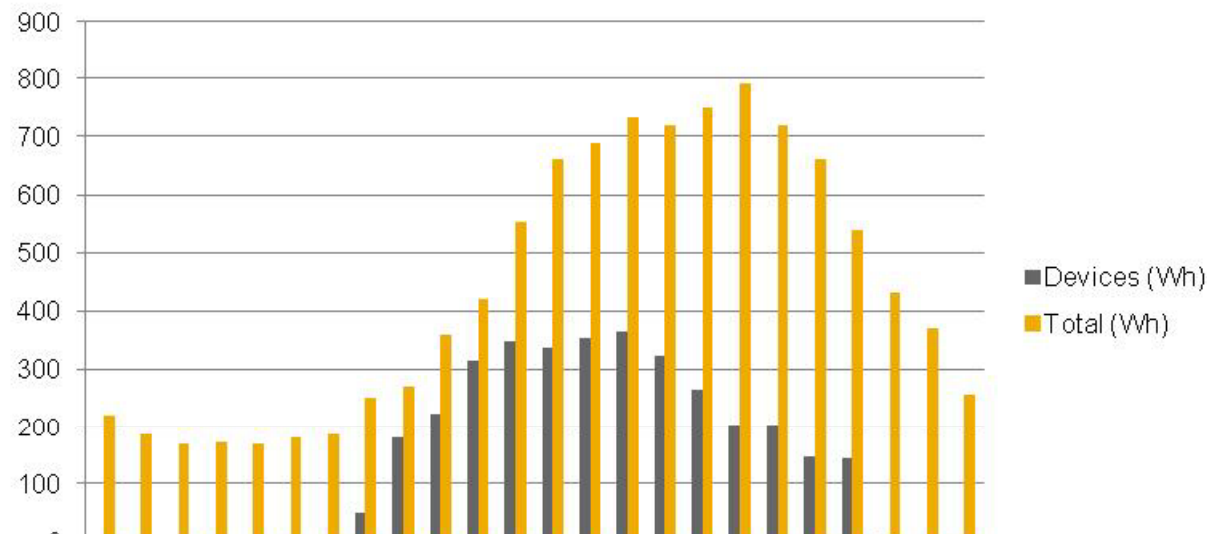
Actual Network Architecture





Congestion Management Results

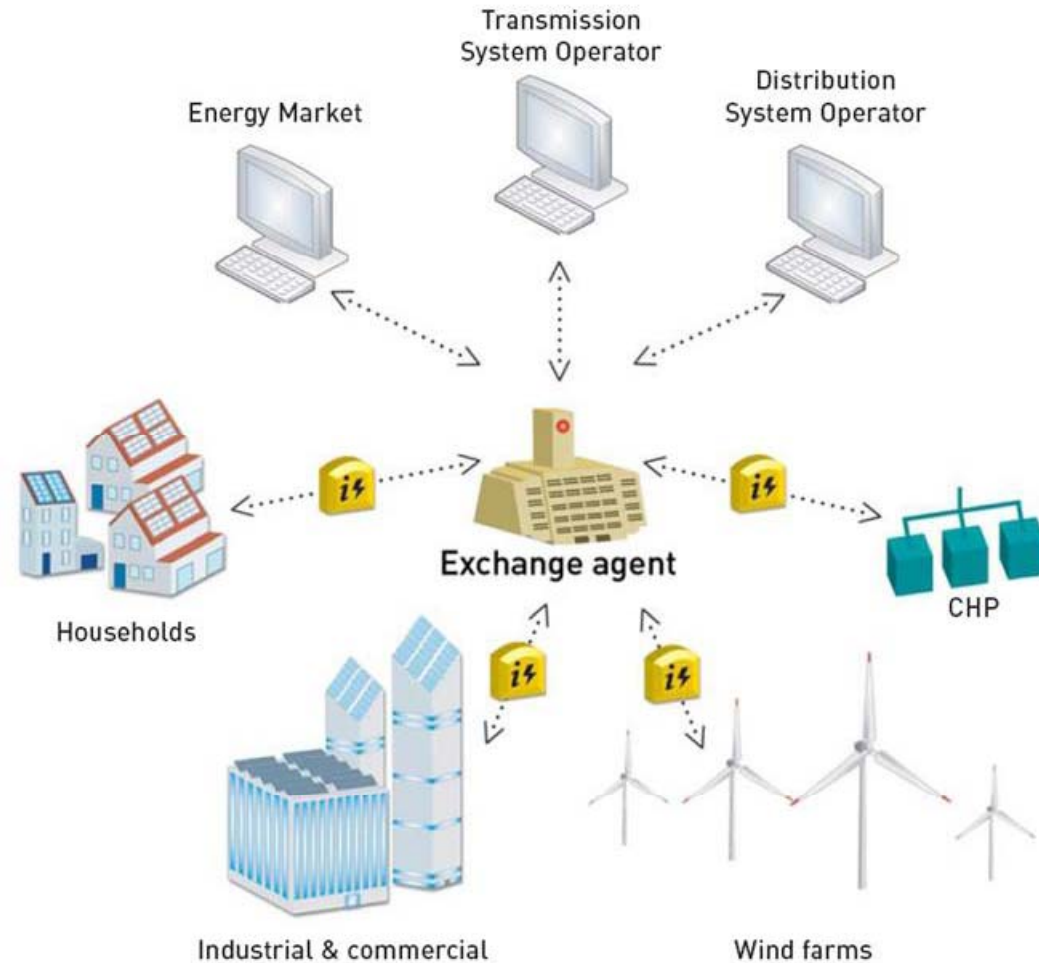
- Time to reduce transformer overload
 - This is feasible using the forecasting modules
 - The system knows that an incident is imminent to happen. 15 min warning is sufficient
- Energy shedded during the congestion
 - The system sheds energy from controllable appliances not the whole household or group of houses
 - We assume ~25% of the controllable appliances energy can be shifted





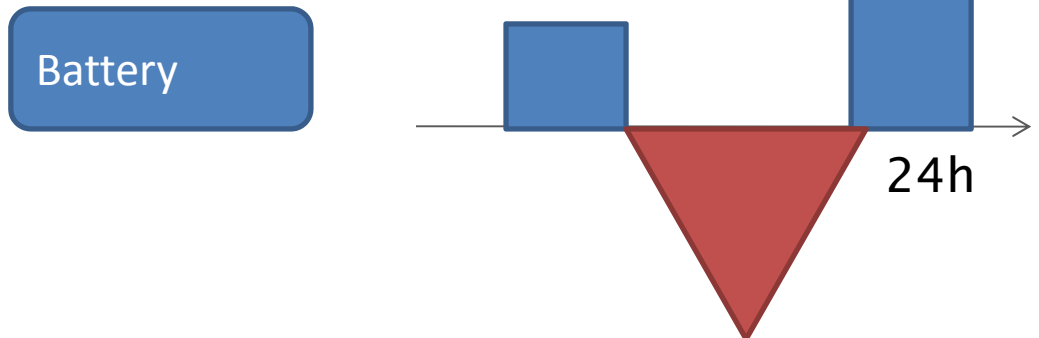
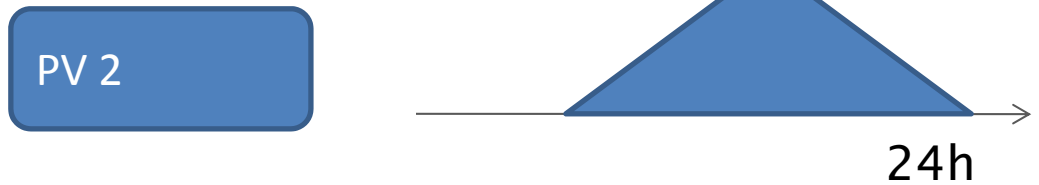
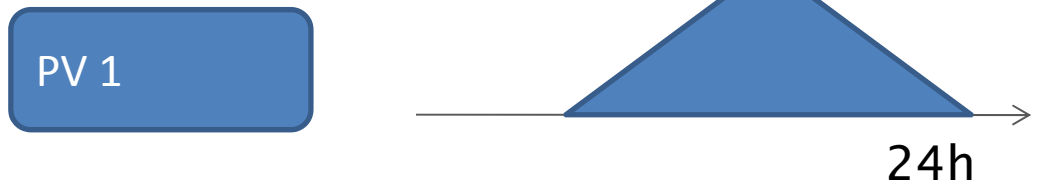
Virtual Power Plants

- ▶ Internet model:
customer in control

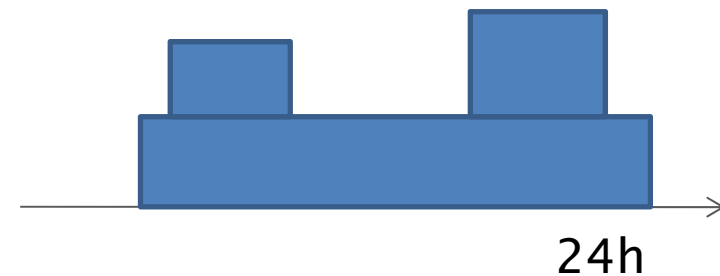




The Concept



The goal is to combine several units in order to act as a single unit





Test Sites

Sites participating in the experiments



NTUA: CHP 80 kW_e
Flexible load: cooling system (90 kW electric input)



CRES: 22 kW_p PV
Flexible load: heat pump (61 kW cooling capacity)



Holiday Camp Meltemi
Flexible load: refrigerators of the super market (~15 kW)



NTUA Lab
Battery 5kW, PV 1kW

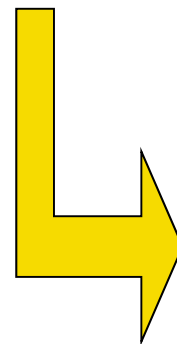
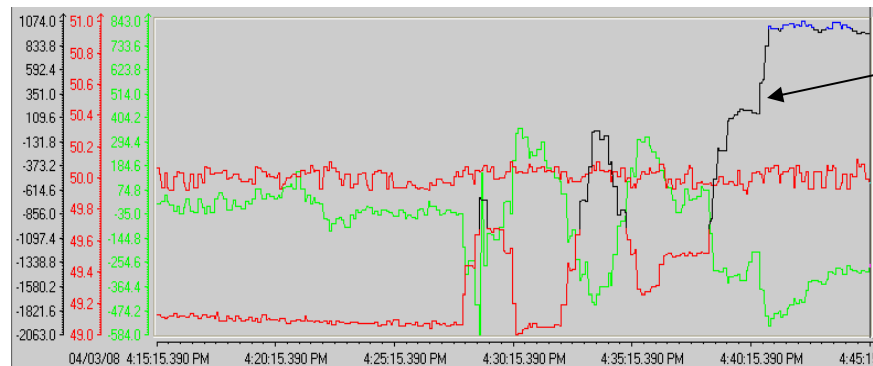




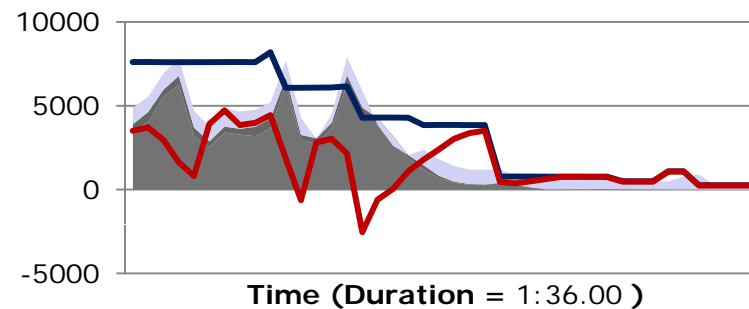
Coordinated Production/consumption of the Battery & PV

Battery Production Control

One agent



Production - Consumption - Setpoint



- Battery-NTUA
- PV-NTUA
- PV-CRES

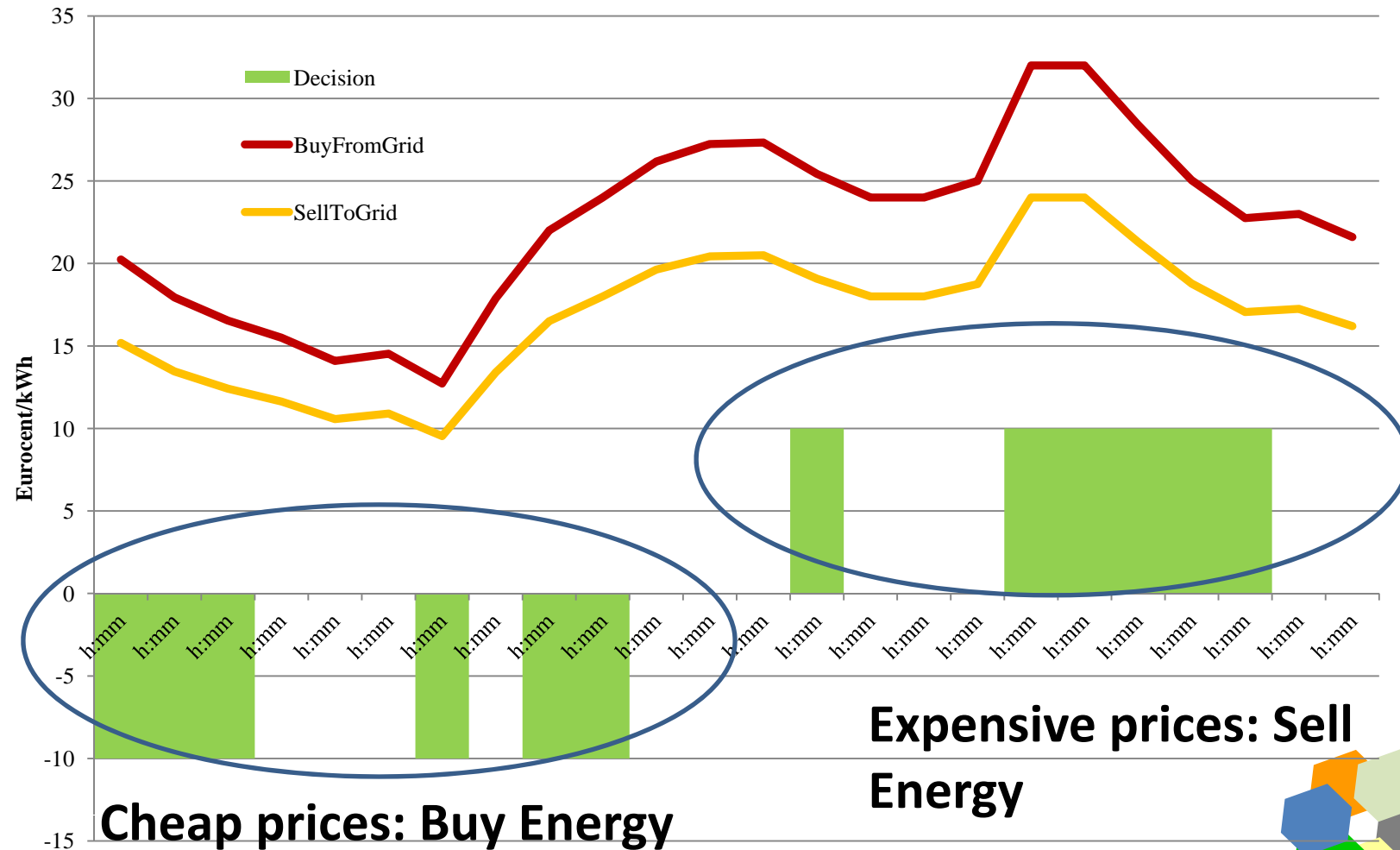
All agents





Optimum Strategy

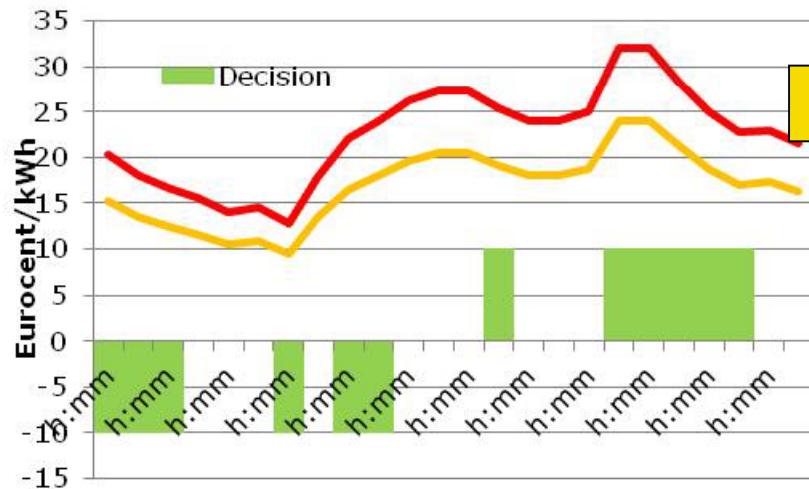
Decision < 0: Buy energy,
Decision > 0: Sell energy





Reinforcement Learning (Q-learning) for optimal market participation of the agents taking into account the environment uncertainties

One Agent (battery)



All Agents

