



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα
Έρευνας & Καινοτομίας



Παρουσίαση στο 5^ο Renewable & Storage FORUM

2 Νοεμβρίου, Αθήνα

Η συμβολή των ΦΟΣΕΦΗΘ στην αυξημένη διείσδυση
των ΑΠΕ –

Προκλήσεις και προοπτικές για την ελληνική αγορά

Στέλιος Βαγρόπουλος

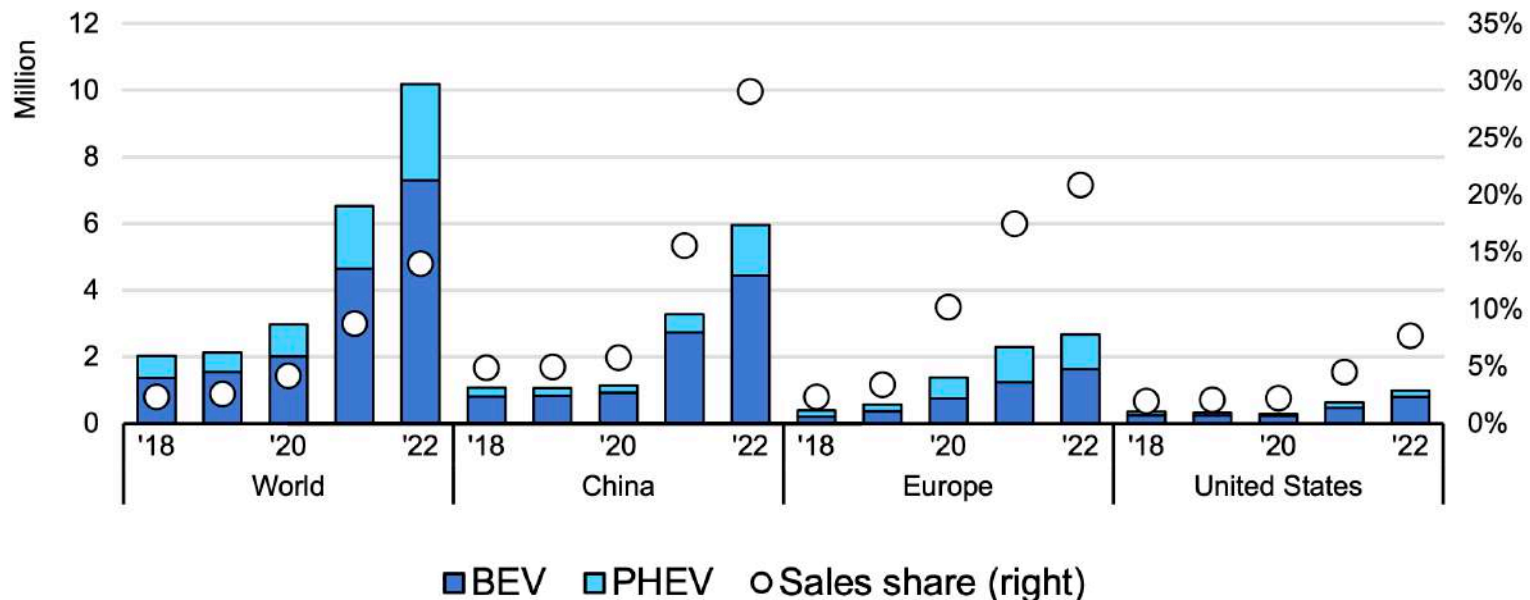
**Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών ΑΠΘ
Επικ. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας, Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας**

Ηλεκτρικά Οχήματα (ΗΟ)

Συνδυασμός φόρτισης ΗΟ και ΑΠΕ (πράσινη φόρτιση):

- Μείωση αέριων ρύπων
- Απεξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα

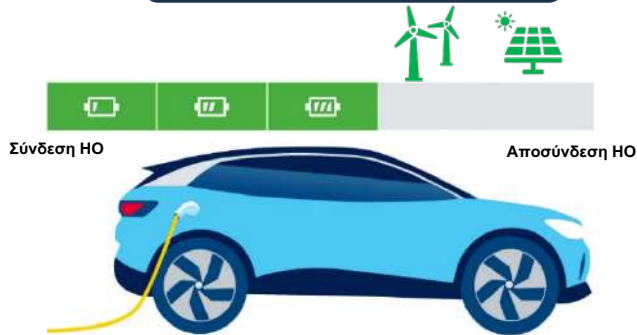
Electric car registrations and sales share in selected countries and regions, 2018-2022



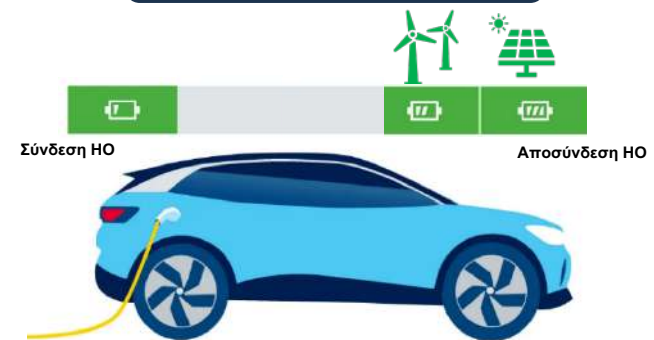
IEA, Global electric car stock, 2010-2022, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2010-2022>, IEA. Licence: CC BY 4.0

Άμεση vs Ευφυή φόρτιση ΗΟ

Άμεση Φόρτιση



Ευφυής Φόρτιση



Προκλήσεις:

- υπερφόρτωση γραμμών και Μ/Σ
- διακυμάνσεις τάσεων, αυξημένες απώλειες
- ταυτοχρονισμός φόρτισης ΗΟ και βραδινών φορτίων

- Απομακρυσμένος έλεγχος χρόνου και ρυθμού φόρτισης ΗΟ

Στόχος: Μετατροπή ενός προβλήματος σε λύση

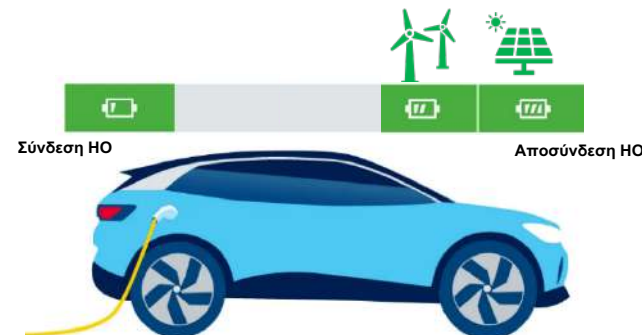
✓ Παροχή Απόκρισης Ζήτησης (ΑΖ)

- Ταυτοχρονισμός φόρτισης ΗΟ & παραγωγής ΑΠΕ
- Παροχή επικουρικών υπηρεσιών στους Διαχειριστές
 - Διαχειριστή Συστήματος: επικουρικές υπηρεσίες ρύθμισης συχνότητας (FCR, FRR, RR)
 - Διαχειριστή Δικτύου: ρύθμιση τάσης, αποσυμφόρηση γραμμών ΧΤ/ΜΤ

Πότε είναι εφικτή η ευφυής φόρτιση;

Πότε είναι εφικτή η ευφυής φόρτιση;

- Ικανή περίοδος αδράνειας (idle time)
- Κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας (OCPP, ISO 15118)
- Ύπαρξη υπολογιστικής υποδομής για λήψη αποφάσεων φόρτισης
- Ύπαρξη πιστοποιημένων μετρητών
- Συναίνεση συμμετοχής χρηστών ΗΟ



Πως προκύπτει το μειωμένο κόστος φόρτισης;

- Πηγή Α: Μείωση κόστους από χρονική μετατόπιση φόρτισης υπό καθεστώς δυναμικής τιμολόγησης (έμμεσος ταυτοχρονισμός με ΑΠΕ)
- Πηγή Β: Έσοδα από παροχή επικ. υπηρεσιών
 - ✓ Afentoulis et al. 2022*: μείωση μηνιαίου κόστους φόρτισης από 55€ σε 44€ (21%)



Κίνητρο χρηστών ΗΟ για συμμετοχή

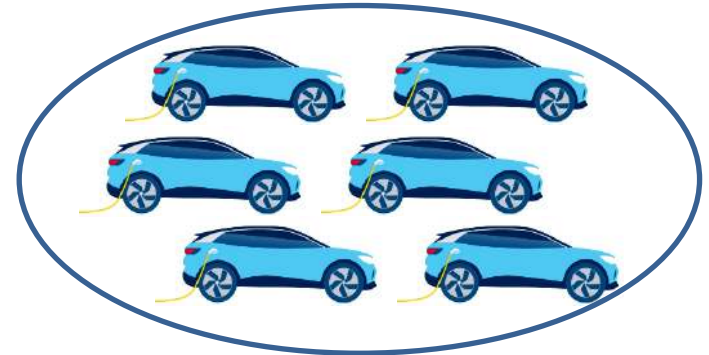


*K D. Afentoulis et al. 2023, "Smart charging business model framework for electric vehicle aggregators," Applied Energy 2022

ΦΟΣΕΦΗΟ

ΦΟΣΕΦΗΟ (Φορέας Σωρευτικής Εκπροσώπησης Φορτίου Η/Ο - Electric Vehicle Aggregator)

- Διαχειρίζεται την ευελιξία φόρτισης πλήθους ΗΟ
- Αλληλεπιδρά με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας
- Συμμετέχει στις αγορές ευελιξίας



[Ν. 4643/2019, §Α27]

«ΦΟΣΕΦΗΟ: Νομικό πρόσωπο, το οποίο αναλαμβάνει τη σωρευτική εκπροσώπηση του φορτίου συνδεδεμένων με το Δίκτυο Η/Ο για συμμετοχή στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την παροχή υπηρεσιών προς τους Διαχειριστές Δικτύου και Συστήματος.»

- Αξιοποιεί τη δυνατότητα διαχείρισης του φορτίου των Η/Ο μέσω συστημάτων απομακρυσμένης εποπτείας και ελέγχου των Υποδομών Φόρτισης
- Δύνανται να συμβάλλεται με φορείς της αγοράς ηλεκτροκίνησης (ΠΥΗ και ΦΕΥΦΗΟ) ή και απ' ευθείας με χρήστες Η/Ο μη δημοσίως προσβάσιμων υποδομών φόρτισης
- Μπορεί να είναι προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και τρίτο πρόσωπο που ικανοποιεί τις τιθέμενες προϋποθέσεις»

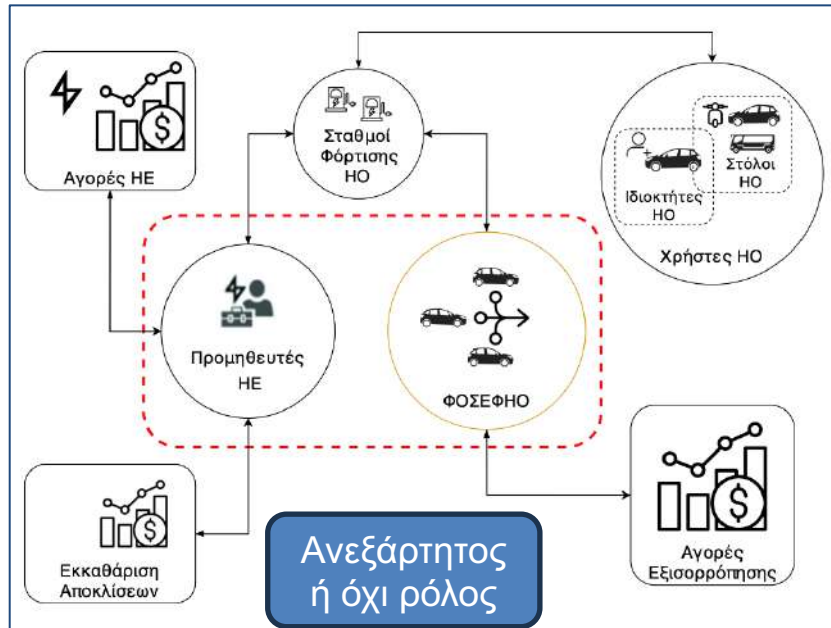
Προμηθευτής vs ΦΟΣΕΦΗΟ

Προμηθευτής
συμμετέχει στην αγορά
ενέργειας (DAM/IDM)



ΦΟΣΕΦΗΟ
συμμετέχει στην αγορά
εξισορρόπησης
(ΦΟΣΕ ΑΖ)

Αλληλεπιδράσεις Προμηθευτή - ΦΟΣΕΦΗΟ



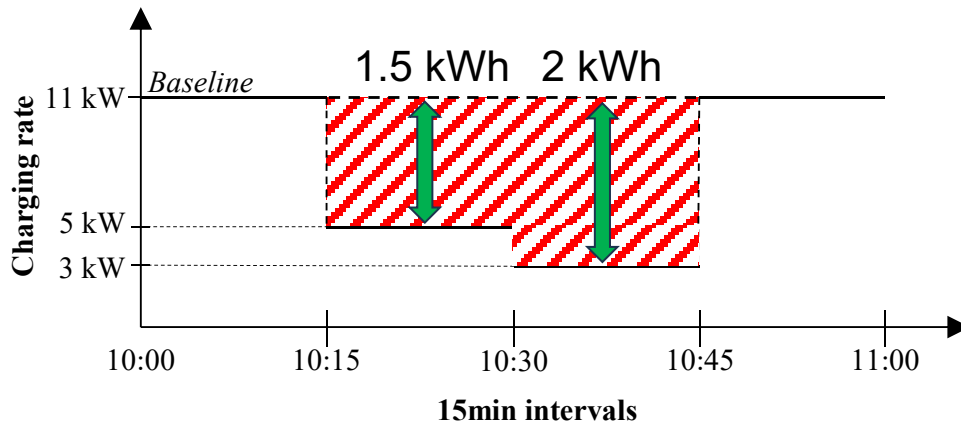
Directive 944/2019

- Συμμετοχή ΑΖ μέσω σωρευτικής εκπροσώπησης
- Ανεξάρτητη δραστηριοποίηση ΦΟΣΕ χωρίς τη συγκατάθεση/εξάρτηση λοιπών συμμετεχόντων στην αγορά
- Καταβολή χρηματικής αποζημίωσης από τον ΦΟΣΕ στον Προμηθευτή για την κάλυψη των δαπανών του, εάν επηρεάζεται οικονομικά από την ενεργοποίηση της ΑΖ (ουδετεροποίηση Προμηθευτή).

Φορτίο Αναφοράς

- Βασικό κριτήριο για την ποσοτικοποίηση της ΑΖ είναι το φορτίο αναφοράς (baseline). Προσδιορίζει την κατανάλωση όταν δεν υπάρχει ενεργοποίηση ΑΖ.
- Ο ΦΟΣΕ ΑΖ ή ΦΟΣΕΦΗΟ δέχεται εντολές κατανομής από τους Διαχειριστές και τις κατανέμει στα ΗΟ.
- ΦΟΣΕ ΑΖ ή ΦΟΣΕΦΗΟ παρέχει ανοδική ή καθοδική ενέργεια εξισορρόπησης

Παράδειγμα:
Παροχή ανοδικής ενέργειας εξισορρόπησης από ένα ΗΟ
(διακοπή φόρτισης)



Παροχή ανοδικής ενέργειας
εξισορρόπησης

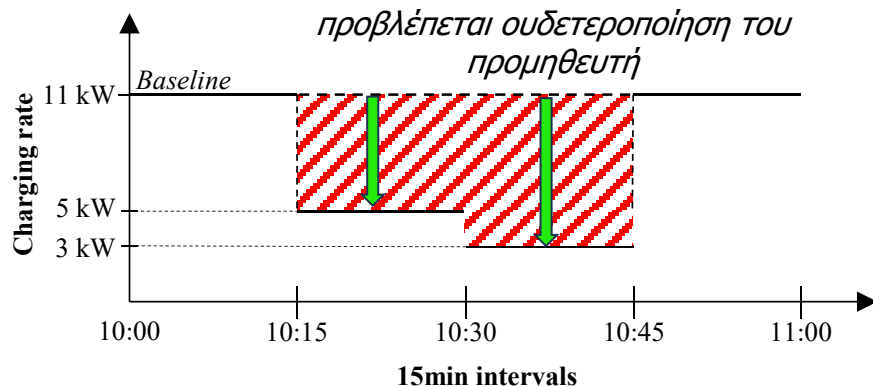
Έσοδα για το
ΦΟΣΕΦΗΟ

Ενεργειακή Απόκλιση
για τον Προμηθευτή

ΦΟΣΕΦΗΟ - ΦΟΣΕ ΑΖ vs Προμηθευτή

ΦΟΣΕ ΑΖ

Περικοπή φορτίων (π.χ. βιομηχανικός καταναλωτής)



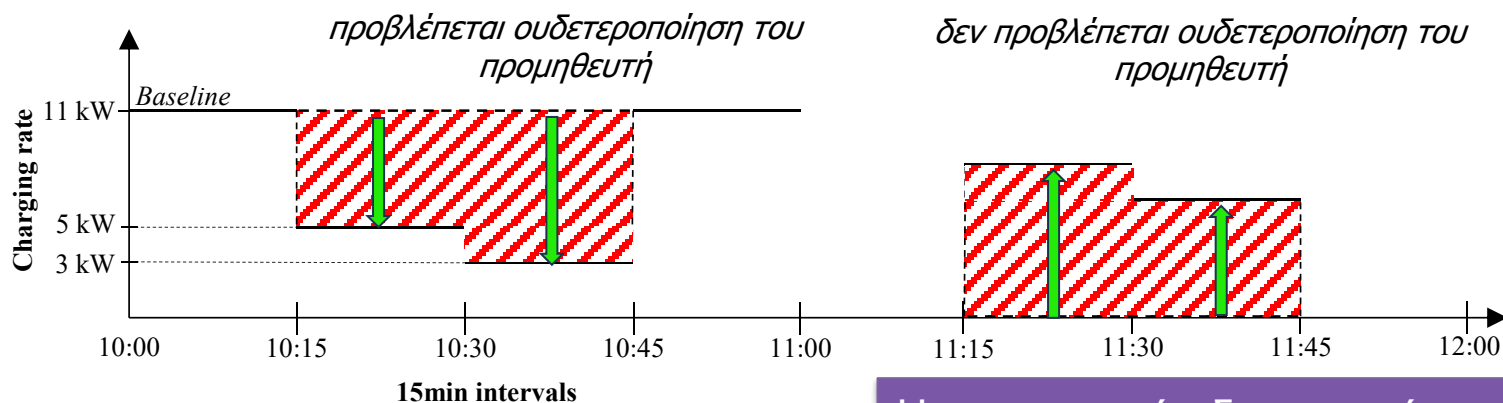
Ουδετεροποίηση Προμηθευτή:

Ο Προμηθευτής χρεοπιστώνεται με την τιμή αποκλίσεων το σύνολο των ενεργειακών αποκλίσεων λόγω ΦΟΣΕ ΑΖ. Γίνεται ουδέτερος οικονομικά ως προς την ενεργοποίηση του ΦΟΣΕ ΑΖ.

ΦΟΣΕΦΗΟ

Χρονική μετατόπιση των φορτίων

- η περικοπή θα οδηγήσει σε φόρτιση σε μετέπειτα χρόνο ώστε να φορτίσουν τα ΗΟ στο προκαθορισμένο επίπεδο

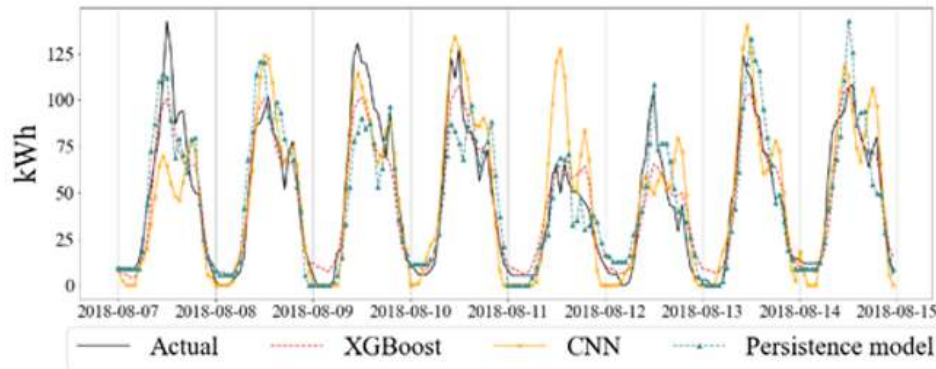


Η ανισορροπία δημιουργεί στον προμηθευτή αβεβαιότητα, ρίσκο

Προκλήσεις ΦΟΣΕΦΗΟ

- Μέθοδοι προσδιορισμού Φορτίου Αναφοράς
- ✓ Δουλεύουν καλά για σχετικά σταθερά φορτία ή με περιοδικές διακυμάνσεις
 - Μέτρηση πριν
 - Μέθοδος Υψηλής Χ/Υ
- Το φορτίο όμως των ΗΟ δεν είναι σταθερό (δυσκολία πρόβλεψης), επομένως οι διαθέσιμες μεθοδολογίες προσδιορισμού Φορτίου Αναφοράς δεν είναι πάντα αποτελεσματικές

Models	nMAE	nRMSE
XGBoost	5.75%	7.71%
CNN	14.71%	21.43%
Persistence	6.34%	8.67%



Άλλες προκλήσεις ΦΟΣΕΦΗΟ:

- Πλήθος ΗΟ, διαχειριστική πολυπλοκότητα
- Φορτιστές εντός ηλεκτρικής εγκατάστασης (αδυναμία αυτόνομης μέτρησης)
- Προκλήσεις στις δοκιμές αποδοχής από ΑΔΜΗΕ

Συμπεράσματα

- Η ευφυής φόρτιση συνδυάζεται αποτελεσματικά με παραγωγή ΑΠΕ όταν υπάρχει μεγάλος χρόνος αδράνειας (idle time)
- Η ευφυής φόρτιση μονόδρομος με βάση το εκτιμώμενο ποσοστό διείσδυσης ΗΟ
- Η δυναμική τιμολόγηση δημιουργεί ευκαιρίες μείωσης κόστους φόρτισης μέσω έμμεσης ΑΖ
- Σημαντική η συμβολή ΦΟΣΕΦΗΟ για παροχή επικουρικών υπηρεσιών από ΗΟ
- Μοντέλο ενοποιημένου προμηθευτή-ΦΟΣΕΦΗΟ δεν συναντά τόσες προκλήσεις
- Ο ανεξάρτητος ΦΟΣΕΦΗΟ (που προωθείται σε επίπεδο ΕΕ) περισσότερες προκλήσεις σε σχέση με το συμβατικό ΦΟΣΕ ΑΖ, σχετικά με:
 - Προσδιορισμό φορτίων αναφοράς (baselines)
 - Ουδετεροποίηση Προμηθευτή
- Συν-βελτιστοποίηση συμμετοχής στις αγορές ενέργειας και επικουρικών υπηρεσιών από μία Οντότητα οδηγεί σε μικρότερη αβεβαιότητα και μικρότερα ρίσκα Προμηθευτή σε σχέση με τη διακριτή βελτιστοποίηση από δύο Οντότητες (Προμηθευτή και ΦΟΣΕΦΗΟ).

Ερευνητικό Έργο ELVIS



Το ερευνητικό μας έργο υποστηρίζεται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ) στο πλαίσιο της Δράσης «2η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών» (Αριθμός Έργου: 649)

Ερευνητική Ομάδα ELVIS



Στέλιος Βαγρόπουλος
Επικ. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας,
Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας
Modeling and optimization



Στράτος Κερανίδης
Μεταδιδάκτωρ Ερευνητής
*Network experimentation & prototype
implementation*



Χρήστος Ρούμκος
Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ.
Electricity market modeling and design



Κωνσταντίνος Αφεντούλης
Υπ. Διδάκτωρ Π.Θ.
Power Systems modeling and design



Ζαφείρης Μπίμπος
Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ.
Modeling of energy systems & data analysis



Βασίλειος Λαϊτσος
Υπ. Διδάκτωρ Π.Θ.
Modeling of energy systems & data analysis

Σας ευχαριστώ για
την προσοχή σας

Στέλιος Βαγρόπουλος

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός &
Μηχανικός Υπολογιστών ΑΠΘ
Επικ. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας,
Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας

svagropoulos@uth.gr