



National Technical
University of Athens



Τοπικές Ενεργειακές Αγορές στα Πλαίσια Ευφυών Δικτύων

Πάνος Κοτσαμπόπουλος,
Αλέξανδρος Χρόνης, Κωνσταντίνος Μίχος,
Νίκος Χατζηαργυρίου

Smart RUE: Smart grids Research Unit

Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ευφυή δίκτυα (Smart Grids)

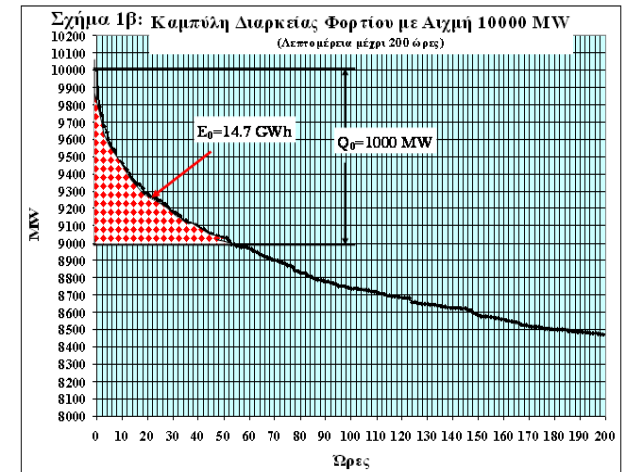


Διαχείριση ζήτησης (Demand Side Management)

- Στα συμβατικά ΣΗΕ η παραγωγή προσαρμόζεται στο φορτίο
- Πλέον το φορτίο καλείται να γίνει πιο ευέλικτο και να προσαρμοστεί στην παραγωγή
- Έλεγχος οικιακών συσκευών (ψύξη, θέρμανση, πλυντήρια κτλ) διατηρώντας το Comfort level. Ομοίως για βιομηχανία (ευέλικτα φορτία)
- Προσαρμόζει την κατανάλωση ανάλογα με την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνοντας μηνύματα κτλ.

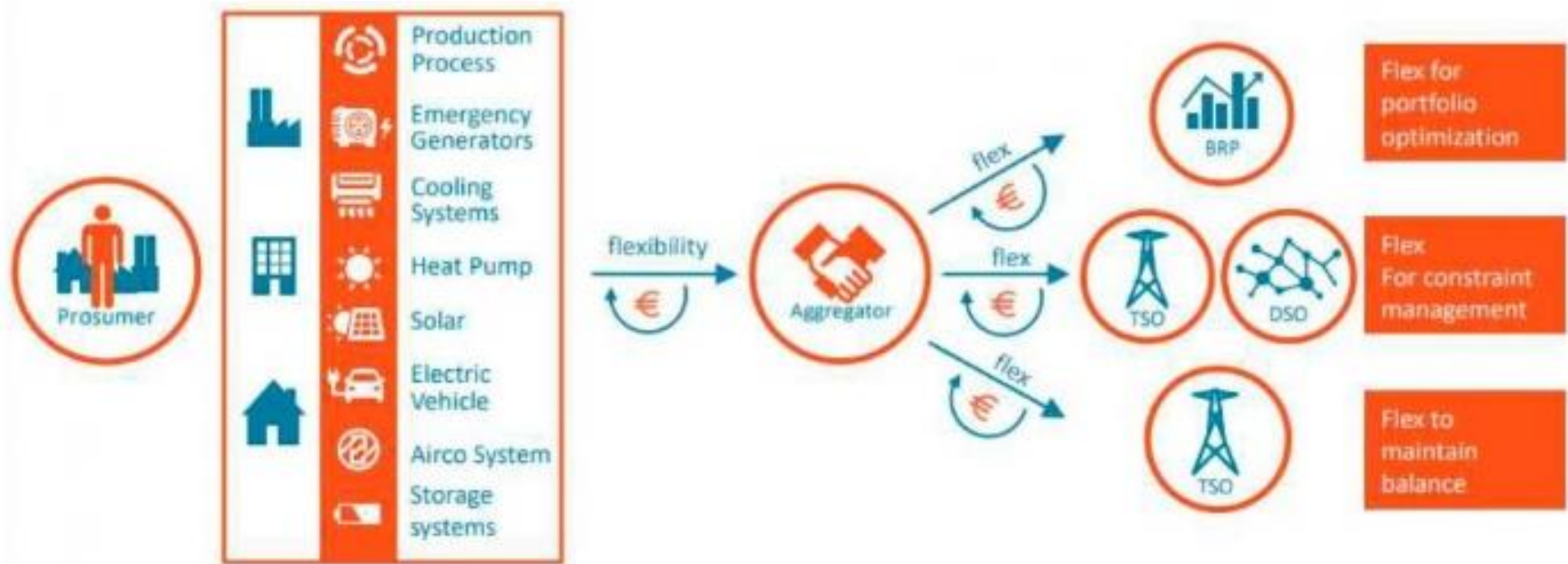
Πλεονεκτήματα:

- Μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. **περιορισμός αιχμής** -> λιγότερες συνδεδεμένες γεννήτριες)
- Αύξηση διείσδυσης ΑΠΕ (π.χ. μεταφέροντας την κατανάλωση όταν έχει μεγάλη παραγωγή ΑΠΕ)



Ευελιξία

- Η ευελιξία σημαίνει τη δυνατότητα προσαρμογής σε προβλέψιμες ή μη μεταβολές τόσο στην παραγωγή όσο και στη ζήτηση, διασφαλίζοντας την αξιοπιστία του συστήματος



Flexibility value chain [USEF]

Αγορά Ενέργειας – Target Model

N. 4512/2018

1. Ενεργειακή χρηματοπιστωτική αγορά (Προθεσμιακή αγορά)

Συνάψεις συμβάσεων αγοράς – πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με υποχρέωση φυσικής παράδοσης σε μελλοντικό χρόνο και προσυμφωνημένη τιμή

2. Αγορά επόμενης μέρας (day-ahead market)

Βασική χονδρεμπορική αγορά συναλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας με παράδοση την επόμενη μέρα

3. Ενδοημερήσια αγορά (intraday market)

Συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας σε σχεδόν πραγματικό χρόνο με στόχο την ελαχιστοποίηση των αποκλίσεων που προκύπτουν στην αγορά επόμενης μέρας

4. Αγορά Εξισορρόπησης

Αγορά ισχύος & ενέργειας εξισορρόπησης και εκκαθάριση αποκλίσεων που προκύπτουν από την ενδοημερήσια αγορά και την αγορά επόμενης μέρας

Ελληνικό
Χρηματιστήριο
Ενέργειας (EXE)

ΑΔΜΗΕ

Stakeholders αγορών ενέργειας

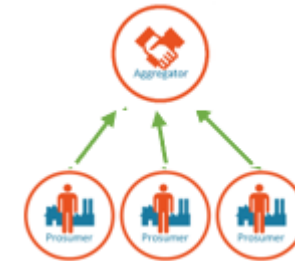
Prosumers



Διαχειριστές Δικτύου / Συστήματος



Aggregators

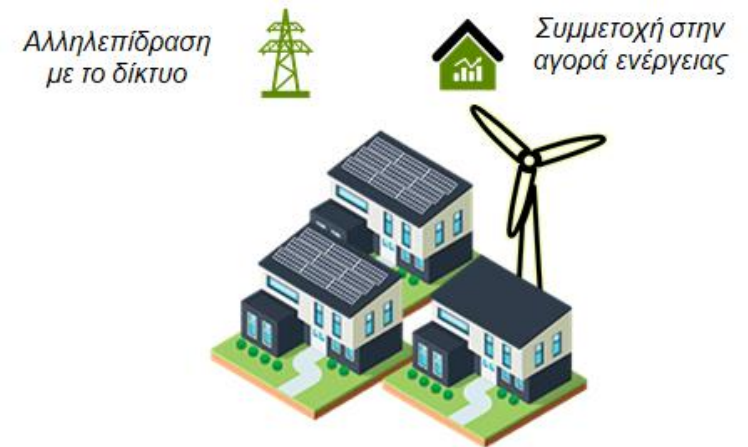


Ενεργειακές κοινότητες



Παραγωγός – Καταναλωτής Prosumer

- Καταναλώνει – παράγει – αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια
- Διαχειρίζεται αποκεντρωμένους ενεργειακούς πόρους (DERs)
- Δύναται να βελτιστοποιεί τις αποφάσεις του βάσει οικονομικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών, κ.α. δεικτών
- Αποτελεί ενεργό μέλος στη διαδικασία μετασχηματισμού των υπηρεσιών ενέργειας
- Πολίτες, φορείς και επιχειρήσεις



Διαχειριστής Δικτύου (DSO) και Συστήματος (TSO)

- Εξασφάλιση πρόσβασης όλων των καταναλωτών στο Δίκτυο
- Λειτουργία, έλεγχος, συντήρηση, ανάπτυξη του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ)
- Διαχείριση δικτύου μη διασυνδεδεμένων νησιών

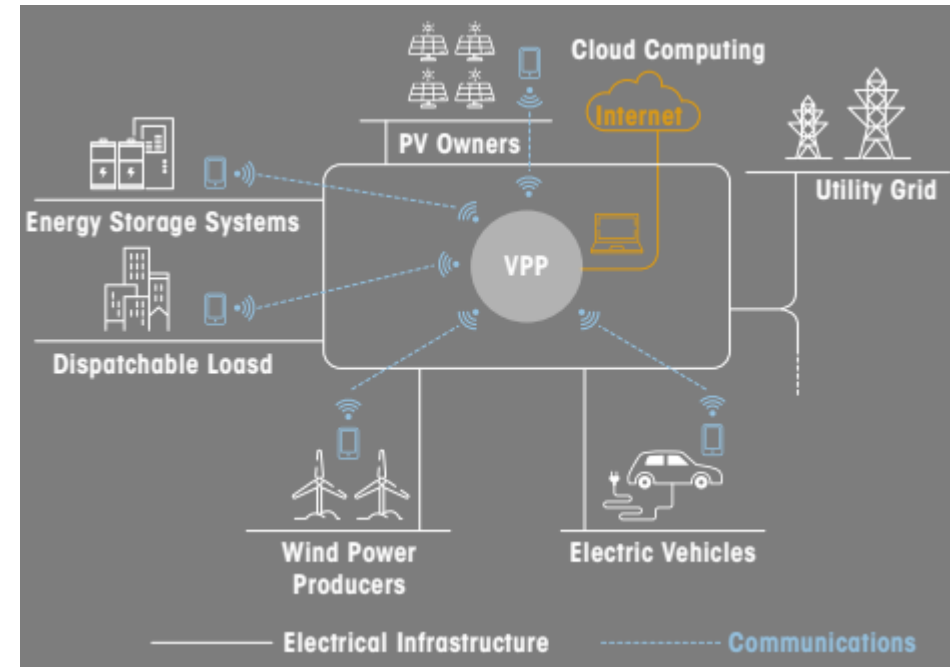


- Λειτουργία, έλεγχος, συντήρηση και ανάπτυξη του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ)
- Λειτουργία της Αγοράς Εξισορρόπησης
- Διαχείριση του διασυνοριακού εμπορίου



Aggregators - Φορείς Σωρευτικής Εκπροσώπησης

- Οι aggregators συγκεντρώνουν τους κατακεμημένους ενεργειακούς πόρους (DER) και τους εκπροσωπούν στις αγορές ενέργειας (π.χ. διαχειριστές ενός VPP)
- Πόροι που συγκεντρώνουν οι aggregators: Διεσπαρμένη παραγωγή, μονάδες αποθήκευσης (συστοιχίες μπαταριών), ευέλικτα φορτία (demand response, smart EV charging, Power-to-Heat)
- Προμηθευτές, Φορείς Σωρευτικής Εκπροσώπησης (ΦΟΣΕ) για Φ/Β, Φορείς Σωρευτικής Εκπροσώπησης Φορτίων ΗΟ (ΦΟΣΕΦΗΟ)



“AGGREGATORS: INNOVATION LANDSCAPE BRIEF”,
IRENA, 2019

Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) Energy Communities (EC)

- Επιχειρηματικό μοντέλο όπου οι πολίτες κατέχουν από κοινού και ελέγχουν δημοκρατικά έναν οργανισμό που δραστηριοποιείται σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή ενεργειακής απόδοσης
- Στην Ευρώπη λειτουργούν χιλιάδες ενεργειακές κοινότητες με περισσότερους από 1 εκατομμύριο πολίτες.
 - + Προώθηση των ΑΠΕ, εξοικονόμηση ενέργειας
 - + Δημοκρατικός τρόπος λειτουργίας



**The 4 Ds: decarbonization, decentralization,
digitalization and democratization**

Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) Energy Communities (EC)

- Η Ενεργειακή Κοινότητα (Ε.Κοιν.) στην Ελλάδα, είναι αστικός συνεταιρισμός αποκλειστικού σκοπού με στόχο:
 - την προώθηση της κοινωνικής και αλληλέγγυας οικονομίας και καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα
 - την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας και την προαγωγή της ενεργειακής αειφορίας
 - την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ενέργειας
 - την ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας/ασφάλειας σε νησιωτικούς δήμους
 - τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην τελική χρήση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο
- Νομοθετικό πλαίσιο για ενεργειακές κοινότητες:
 - Directive (EU) 2018/2001 (RED II): Renewable Energy communities (REC)
 - Directive (EU) 2019/944: Citizen Energy Communities (CEC)
 - Νόμος 4513/2018: Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις

Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ)

Νόμος Ν.4513/2018

Αφετηρία

- Άνοιγμα της αγοράς ενέργειας – Ποια τα υποκείμενα της μετάβασης
- Δημιουργία ενός εργαλείου που θα συμβάλλει στην αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ και της τοπικής αποδοχής
- Αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας - Εξοικονόμηση ενέργειας

Χαρακτηριστικά

- Δυνατότητα συνεργειών μεταξύ Τοπικών Κοινοτήτων, Επιχειρήσεων και ατόμων που επιθυμούν να δραστηριοποιηθούν στην Ενέργεια
 - Ειδική μέριμνα για Νησιωτικότητα
- Μοντέλο δημοκρατικής συμμετοχής στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων (1 μέλος – 1 ψήφος)

Αποτέλεσμα

- Προστιθέμενη αξία – Αλλαγή παραγωγικού μοντέλου
- Δημιουργία συνθηκών περιφερειακής ανάπτυξης και παραγωγικής ανασυγκρότησης
- Αποκέντρωση Παραγωγής - Ενίσχυση της καινοτομίας

Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) Ποιους αφορά ο θεσμός;

Πολίτες και συνεταιρισμούς

Τοπική αυτοδιοίκηση

Μικρομεσαίες επιχειρήσεις

Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) Αντικείμενο δραστηριότητας

Υποχρεωτικά σε ένα τουλάχιστον από τα εξής:

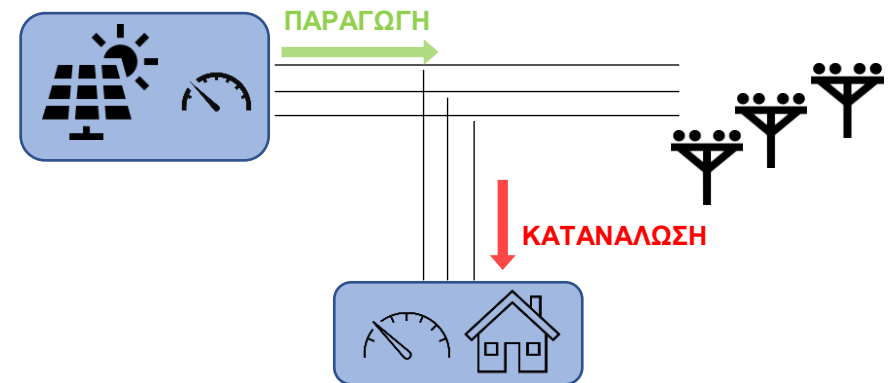
- ▶ Παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση ή πώληση ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.
- ▶ Βιοαέρια – Βιομάζα
- ▶ Βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω προμήθειας αποδοτικών προϊόντων και συσκευών
- ▶ Ηλεκτροκίνηση (για μέλη και εμπορική εκμετάλλευση με ανάπτυξη, διαχείριση και εκμετάλλευση υποδομών εναλλακτικών καυσίμων)
- ▶ Διανομή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας
- ▶ Αφαλατώσεις

Δυνητικά στα παρακάτω:

- ▶ Προσέλκυση κεφαλαίων
- ▶ Τεχνικοοικονομικές μελέτες αξιοποίησης των Α.Π.Ε. / υλοποίησης παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης / παροχή στα μέλη της τεχνικής υποστήριξης στους ανωτέρω τομείς.
- ▶ Διαχείριση ή συμμετοχή σε προγράμματα χρηματοδοτούμενα από εθνικούς πόρους ή πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- ▶ Ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο για θέματα ενεργειακής αιεφορίας.
- ▶ Δράσεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας σε ευάλωτους καταναλωτές ή πολίτες κάτω από τα όρια της φτώχειας, ανεξάρτητα αν είναι μέλη της ενεργειακής κοινότητας (συμψηφισμός, εξοικονόμηση κτλ).

Τρόποι εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας για μικρούς παραγωγούς & ΕΚΟΙΝ

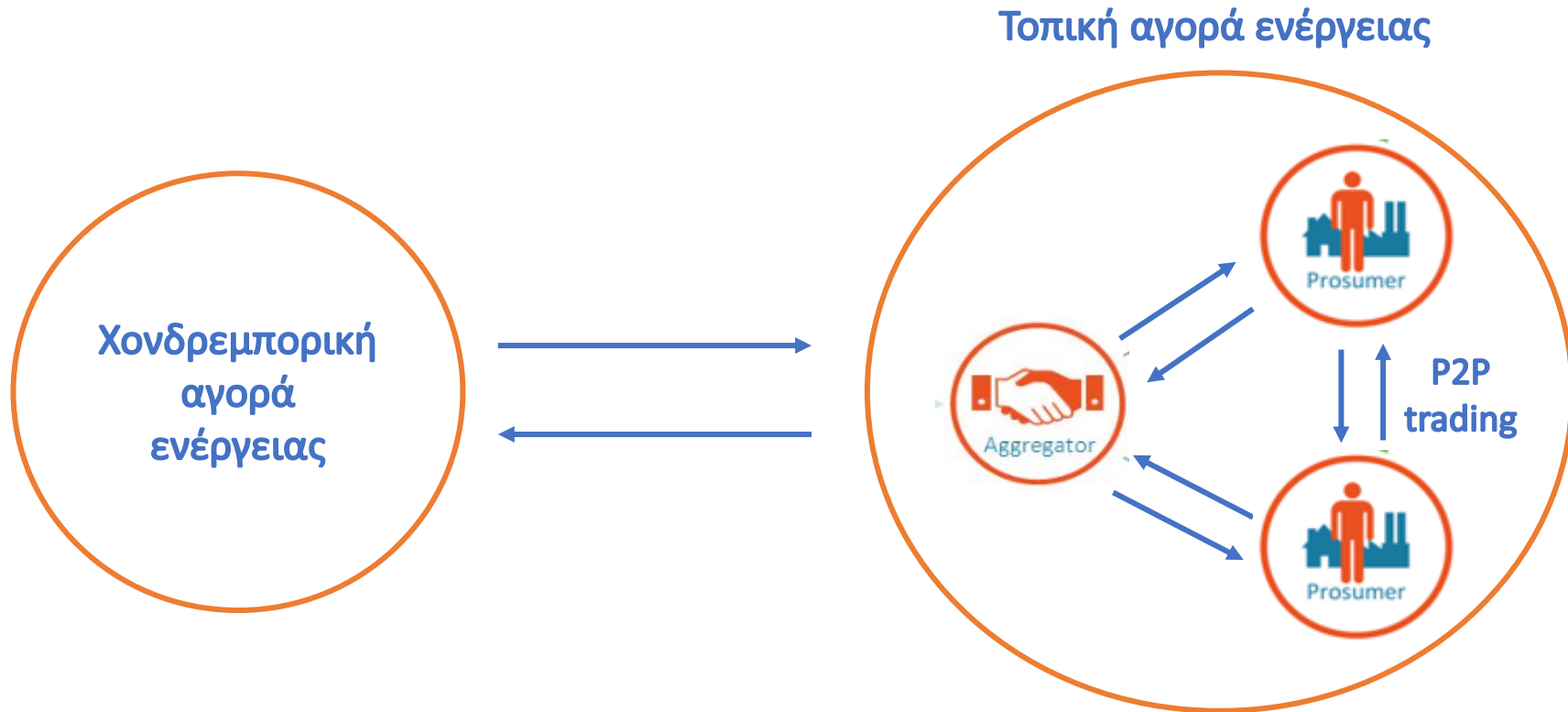
- Ενεργειακός Συμψηφισμός (Net-Metering)
 - Συμψηφισμός καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας
 - Σε περίπτωση $E_{\text{παραγωγής}} > E_{\text{κατανάλωσης}}$, η περίσσεια ενέργεια δεν αποζημιώνεται
 - Όριο Ισχύος: 3 MW
- Εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός (Virtual Net-Metering)
 - Παραγωγή και κατανάλωση σε διαφορετικά σημεία (εντός της ίδιας Περιφέρειας, με εξαίρεση την Αττική)
 - Δικαιούχοι: αγρότες, επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, ενεργειακές κοινότητες
- Πώληση
 - Σχήματα feed-in tariff
 - Aggregated στην αγορά ενέργειας
- Τοπικές αγορές: συναλλαγή ενέργειας



Τοπικές αγορές ενέργειας Local Energy Markets (LEM)

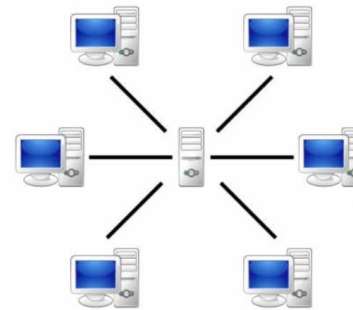
- Πλατφόρμες συναλλαγής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο (γεωγραφικός προσδιορισμός – περιορισμός)
- Λειτουργία στη βάση του συστήματος συναλλακτικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο (Transactive Energy System)
 - *Έλεγχος σε πραγματικό χρόνο των διεσπαρμένων ενεργειακών πόρων (DER), με βάση οικονομικά κίνητρα, ανταλλάσσοντας πληροφορίες και πραγματοποιώντας συναλλαγές αποκεντρωμένα, λαμβάνοντας υπόψη την αξιοπιστία του δικτύου.*
- Βασικοί «παίκτες» οι prosumers
- Τρόποι ανταλλαγής ενέργειας: peer-to-peer, μέσω κεντρικών διαχειριστών, συνδυασμός peer-to-peer και κεντρικού διαχειριστή

Τοπικές αγορές ενέργειας

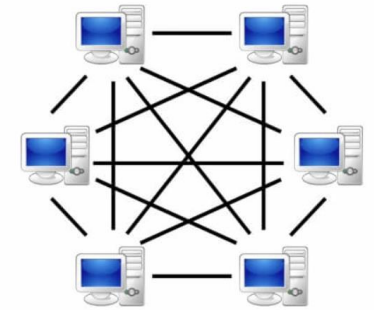


Το δίκτυο peer-to-peer στην επιστήμη των υπολογιστών

- Εμφάνιση τη δεκαετία του '90
- Κοινή χρήση ισχύος, αποθήκευσης, bandwidth
- Κάθε κόμβος αποτελεί ξεχωριστό peer
- Ανταλλαγή μηνυμάτων εσωτερικά του δικτύου



Server-based



P2P-network

Εμπορία ενέργειας μεταξύ ομοτίμων Peer-to-peer energy trading (P2P)

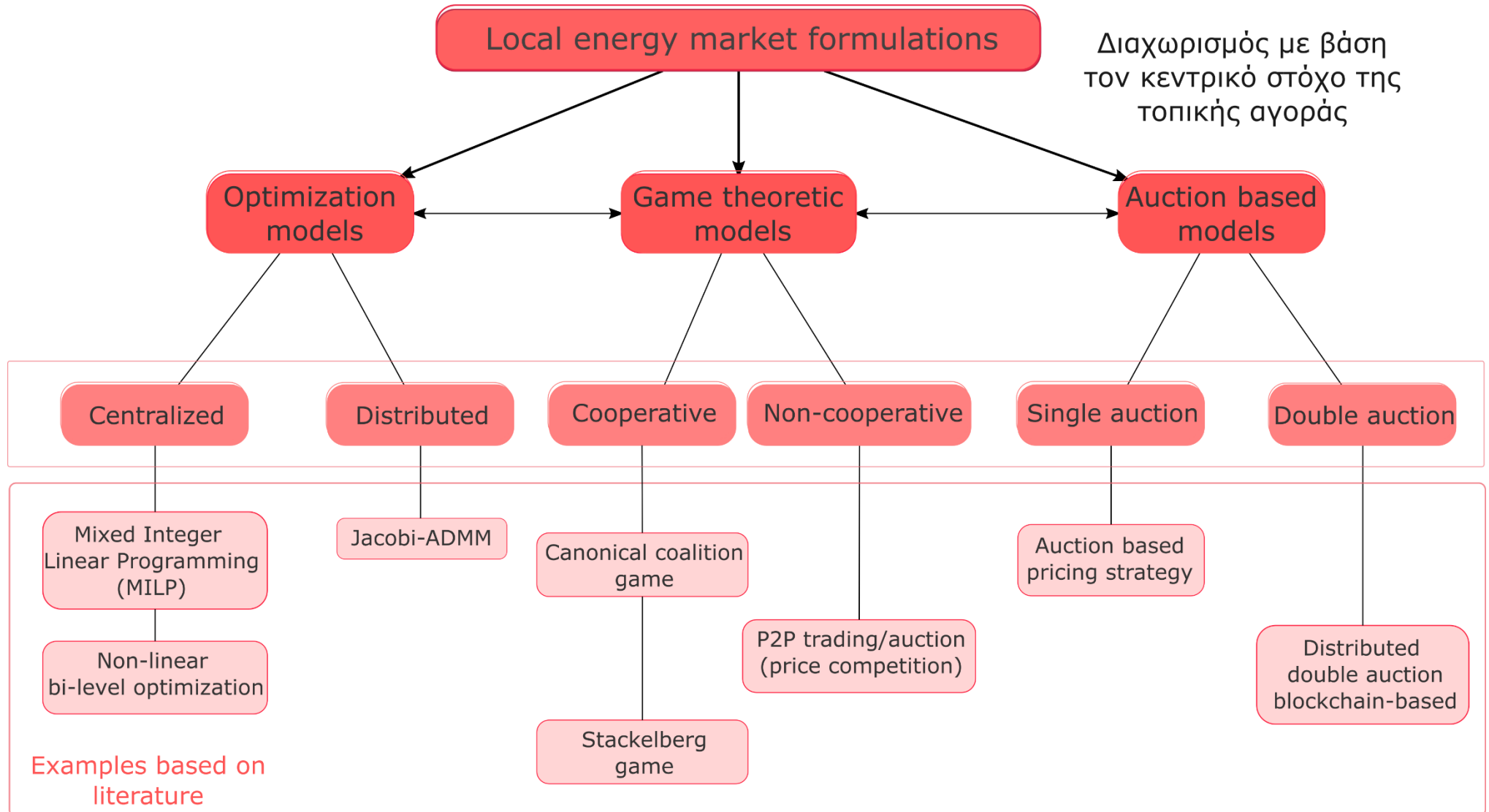
«Εμπορία μεταξύ ομοτίμων» ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές: η πώληση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μεταξύ συμμετεχόντων στην αγορά μέσω σύμβασης με προκαθορισμένους όρους που διέπουν την αυτόματη εκτέλεση και το διακανονισμό της συναλλαγής απευθείας μεταξύ των συμμετεχόντων στην αγορά ή εμμέσως μέσω τρίτου πιστοποιημένου συμμετέχοντος στην αγορά, όπως ενός φορέα συγκέντρωσης. Το δικαίωμα εμπορίας μεταξύ ομοτίμων δεν θίγει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των μερών που συμμετέχουν ως τελικοί πελάτες, παραγωγοί, προμηθευτές ή φορείς συγκέντρωσης.

* ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Μέθοδοι συναλλαγών & Συστήματα τιμολόγησης

- Στόχοι
 - **Social welfare:** ελαχιστοποίηση του κόστους – μεγιστοποίηση του κέρδους/οφέλους κάθε συμμετέχοντα (οικονομικές παράμετροι)
 - Ολιστική ευημερία μιας κοινότητας – ενός συνασπισμού (κοινωνικές, περιβαλλοντικές, κ.α. παράμετροι)
 - Δικαιοσύνη του συστήματος
 - Εξασφάλιση ότι το σύνολο των συμμετεχόντων έχει κέρδος μεγαλύτερο από ότι θα είχε εάν δεν συμμετείχε
 - Κανένας συμμετέχων δεν ζημιώνεται σε σύγκριση με τη μη-συμμετοχή
 - Παροχή κινήτρων συμμετοχής στη συγκεκριμένη αγορά

Κατηγοριοποίηση μοντέλων τοπικών αγορών



Βελτιστοποίηση: Μεγιστοποίηση Social Welfare (SW)

Κεντρικός στόχος της μοντελοποίησης ως πρόβλημα βελτιστοποίησης είναι η μεγιστοποίηση του οφέλους για το σύνολο της τοπικής αγοράς ή ισοδύναμα η ελαχιστοποίηση του κόστους

Μεγιστοποίηση οφέλους για καταναλωτές και ελαχιστοποίηση κόστους για παραγωγούς

$$\underset{p_g^G, p_d^D}{\text{Maximize}} \quad SW = \sum_d U_d p_d^D - \sum_g C_g p_g^G \quad (1a)$$

subject to:

$$0 \leq p_d^D \leq \bar{P}_d^D \quad \forall d \quad (1b)$$

$$0 \leq p_g^G \leq \bar{P}_g^G \quad \forall g \quad (1c)$$

$$\sum_d p_d^D - \sum_g p_g^G = 0 \quad : \lambda \quad (1d)$$

U_d : bid price of demand d

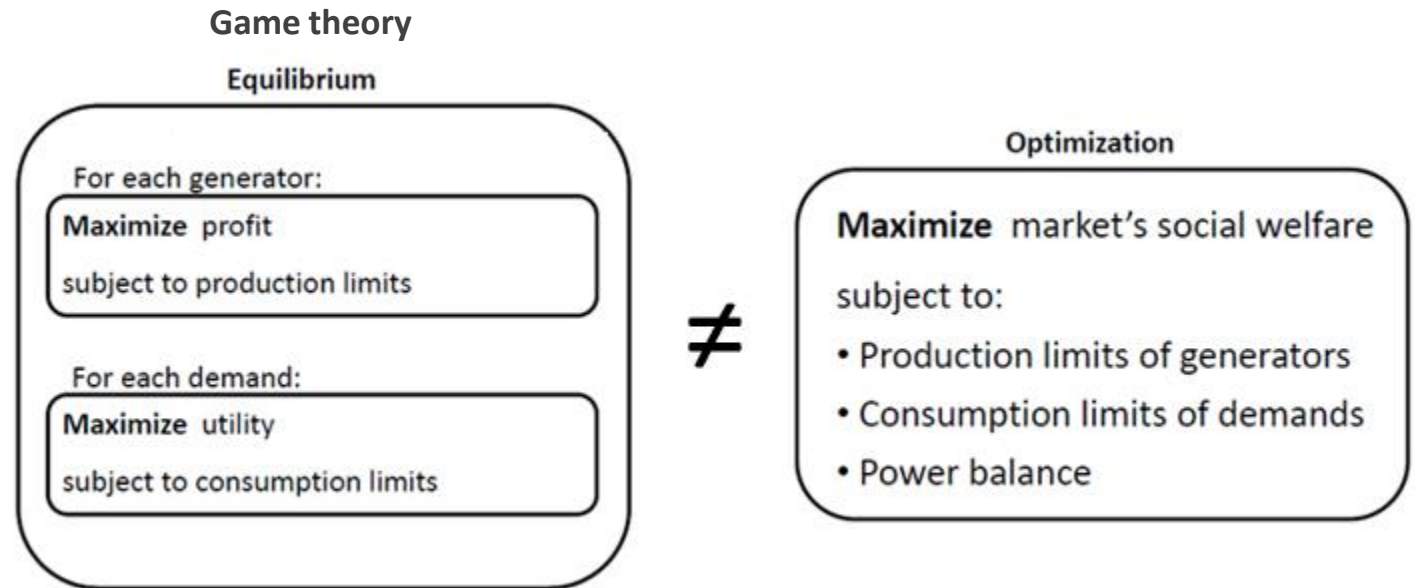
C_g : offer price of generator g

\bar{P}_d^D : maximum load of demand d

\bar{P}_g^G : capacity of generator g

Θεωρία παιγνίων (non-cooperative)

Στις αγορές που αναλύονται με βάση την θεωρία παιγνίων (non-cooperative), στόχος για κάθε συμμετέχοντα είναι η βελτιστοποίηση της δικής του θέσης. Συνολικά για την τοπική αγορά δεν σημαίνει απαραίτητα βέλτιστη λειτουργία (Μέγιστο όφελος, ελάχιστο κόστος)

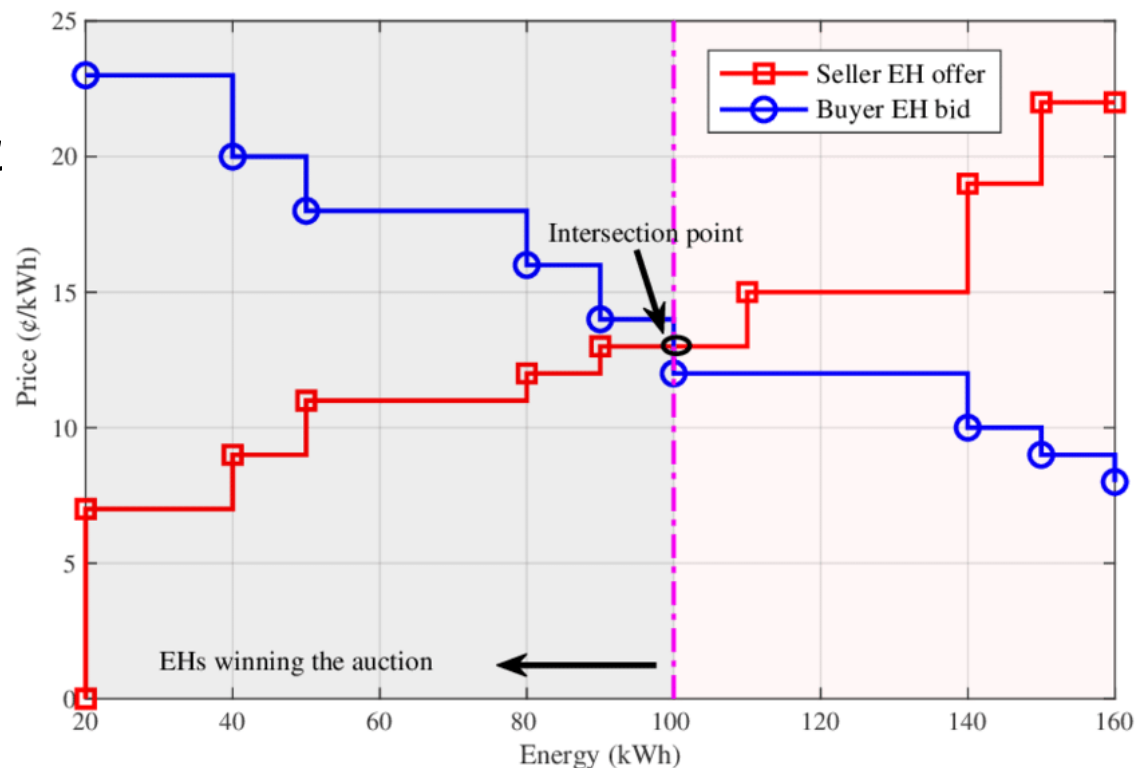


Δημοπρασία (auction)

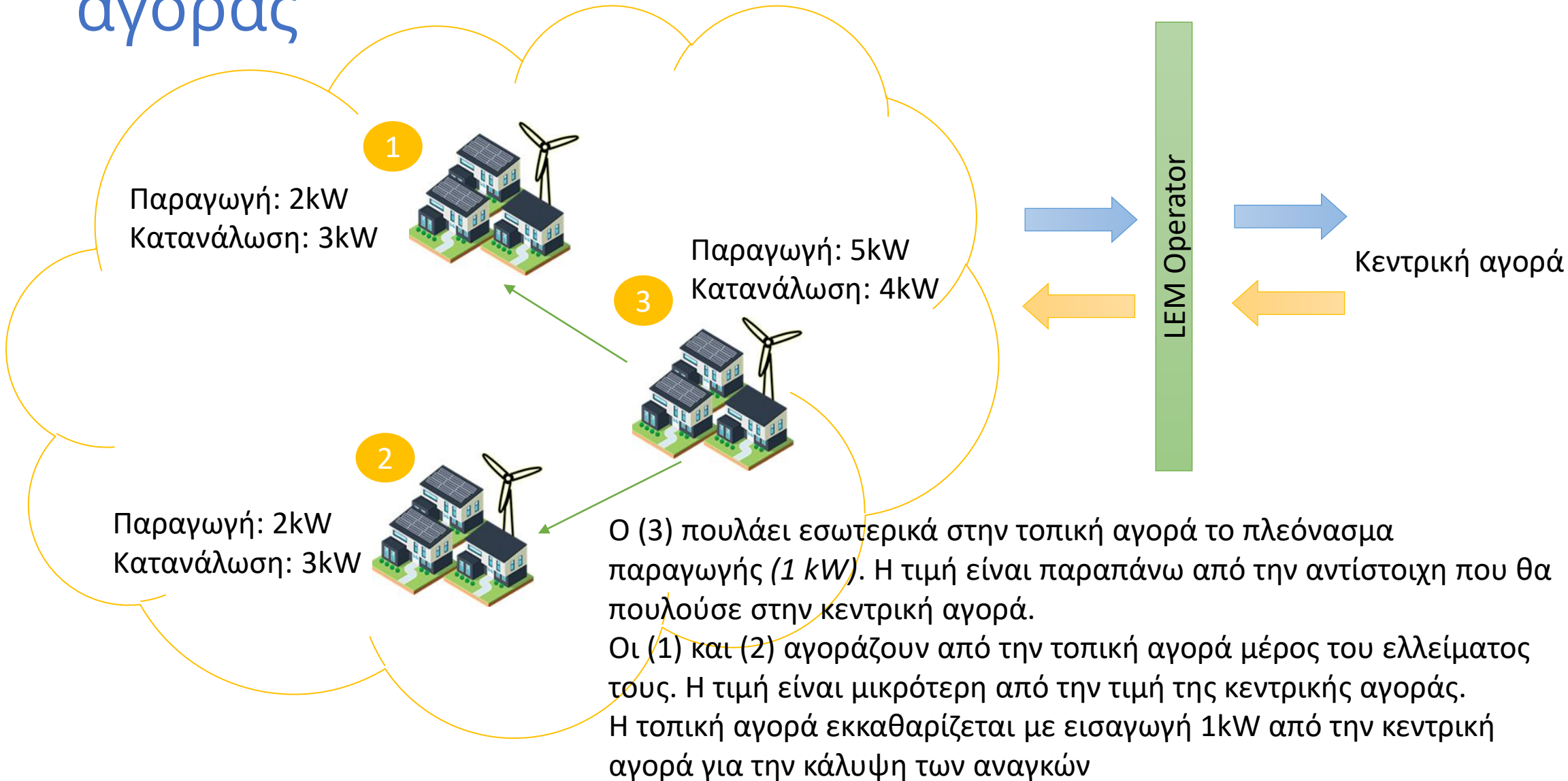
Οικονομικό μοντέλο στο οποίο οι παίκτες προσφέρουν ανταγωνιστικές τιμές για την πώληση ή την αγορά ενός προϊόντος (ενέργεια).

Οι αγοραστές δηλώνουν τη μέγιστη τιμή στην οποία είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν, ενώ οι πωλητές την ελάχιστη τιμή στην οποία δέχονται να πουλήσουν.

Οι προσφορές των πωλητών και των αγοραστών αντιστοιχίζονται και υλοποιείται η πώληση.



Απλοποιημένο παράδειγμα τοπικής αγοράς



Case Study – Γενικά στοιχεία

- Μοντέλο: Τοπική αγορά ενέργειας μιας ενεργειακής κοινότητας
- Τοποθεσία: Ραφήνα, Ελλάδα
- Συμμετέχοντες: ιδιώτες, μικρές επιχειρήσεις, δήμος

60
συμμετέχοντες



50
prosumers
με Φ/Β στέγης



10
καταναλωτές
με ευέλικτα φορτία



1
Δημαρχείο
με Φ/Β στέγης



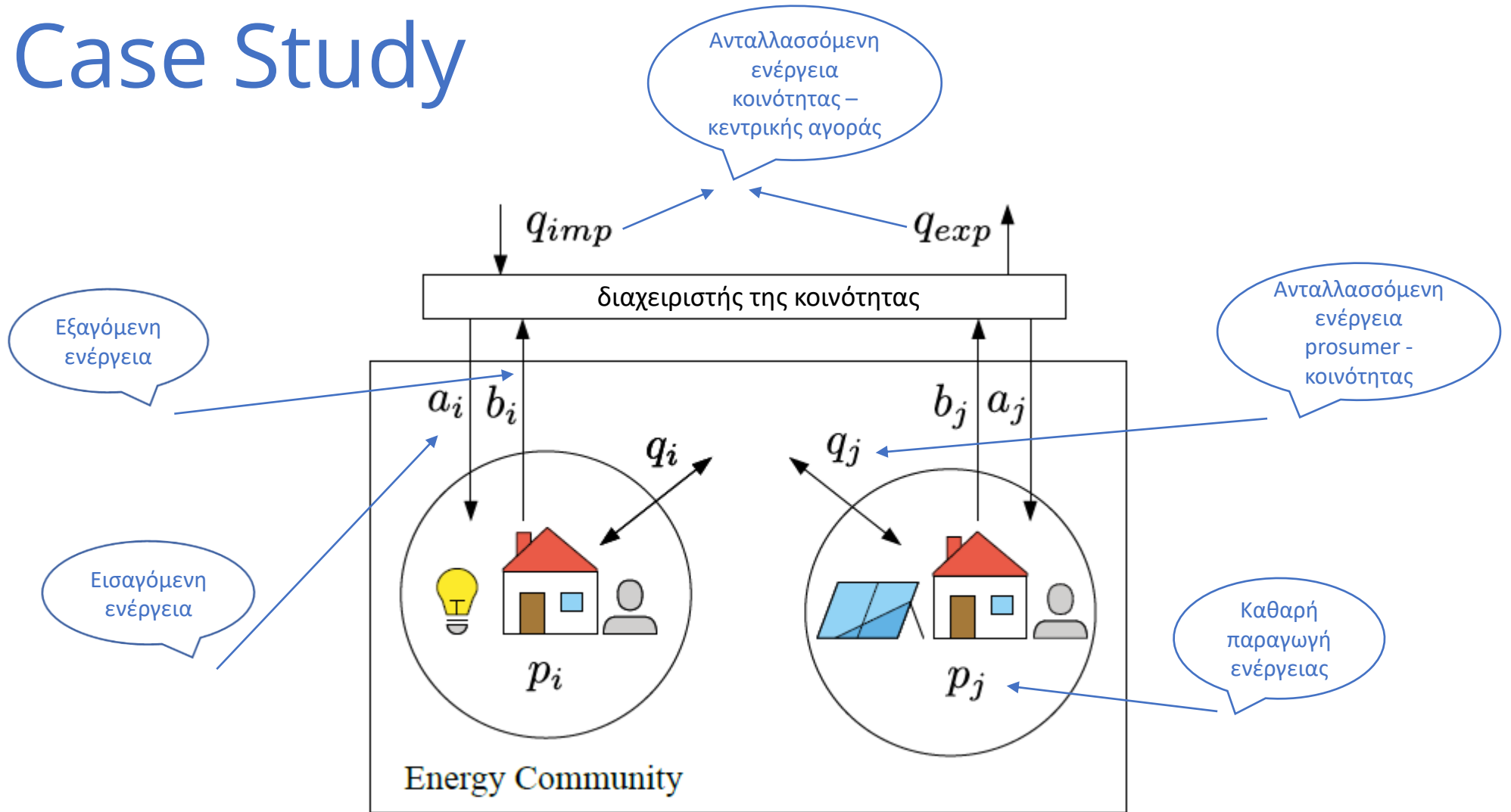
Case Study – Γενικά στοιχεία

- Συντονισμός των ενεργειών μέσω του «διαχειριστή της κοινότητας»
- Στόχος: η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ενέργειας της κοινότητας ως σύνολο (βελτιστοποίηση)
- Διάρκεια προσομοίωσης: 1 έτος

Member Category	Average Annual Consumption (kWh)	Members	Total Annual Consumption (kWh)	Members with PVs	Total Installed PVs (kW)
Category 1	1830	10	18,300	8	8
Category 2	2520	14	35,280	12	18
Category 3	3360	16	53,760	14	28
Category 4	4220	14	59,080	12	30
Category 5	5030	6	30,180	4	12
Town Hall	193,710	1	193,710	1	99
Total	-	60	390,310	50	96

Κατηγοριοποίηση συμμετεχόντων στην ενεργειακή κοινότητα

Case Study



Case Study – Διατύπωση του προβλήματος (1/2)

Διατύπωση του προβλήματος βελτιστοποίησης για τον υπολογισμό της βέλτιστης καθημερινής λειτουργικής συμπεριφοράς της κοινότητας, με στόχο την ενεργειακή αυτονομία της

- f_j : ατομική συμπεριφορά (συνάρτηση κόστους του j μέλους)
- g : συλλογική συμπεριφορά (συναλλαγές με κεντρική αγορά)

Συνάρτηση κόστους

$$\min \sum_{t \in \mathcal{T}} \left\{ \sum_{j=1}^n f_{j,t} + g(q_{imp,t}, q_{exp,t}) \right\}$$

subject to: $p_{j,t} + q_{j,t} + \alpha_{j,t} + \beta_{j,t} = 0,$

$$\sum_{j=1}^n q_{j,t} = 0,$$

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{j,t} = q_{imp,t},$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_{j,t} = q_{exp,t},$$

$$p_{j,t} \in P_{j,t},$$

$$\alpha_{j,t}, \beta_{j,t} \geq 0,$$

$$j = 1, \dots, n, \quad t \in \mathcal{T}$$

Case Study – Διατύπωση του προβλήματος (2/2)

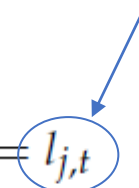
Στο πρόβλημα εισάγεται και η έννοια της ευελιξίας, εισάγοντας άνω και κάτω όρια για τα φορτία, σε κάθε βήμα (t). Αυτό σημαίνει πως οι prosumers μπορούν να μετακυλούν το φορτίο τους σε ώρες με μεγάλη παραγωγή από ΑΠΕ, μειώνοντας τις εισαγωγές από την κεντρική αγορά.

Θεωρούμε κάθε ημέρα ανεξάρτητη. Το φορτίο δεν μπορεί να μεταφερθεί σε επόμενη ημέρα, αλλά πρέπει να ικανοποιείται πάντα το ημερήσιο φορτίο

Ευελιξία

$$s_{min,t} \leq s_{i,j,t} \leq s_{max,t}, \quad i \in L_{j,t}$$

Συνολικό ημερήσιο φορτίο

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in L_j} s_{i,j,t} = l_{j,t}$$


Case Study – Στοιχεία προσομοίωσης

- Τιμή εισαγόμενης ενέργειας: 0,119 €/kWh (μέση τιμή χρέωσης της ΔΕΗ)
- Τιμή εξαγόμενης ενέργειας: 0,069 €/kWh (τιμή αποζημίωσης για feed-in Φ/Β ενεργειακών κοινοτήτων το 2021)
- Τιμή ενέργειας ανταλλασσόμενης εντός κοινότητας: 0,094 €/kWh (υπολογισμός με την μέθοδο mid-market rate (MMR))

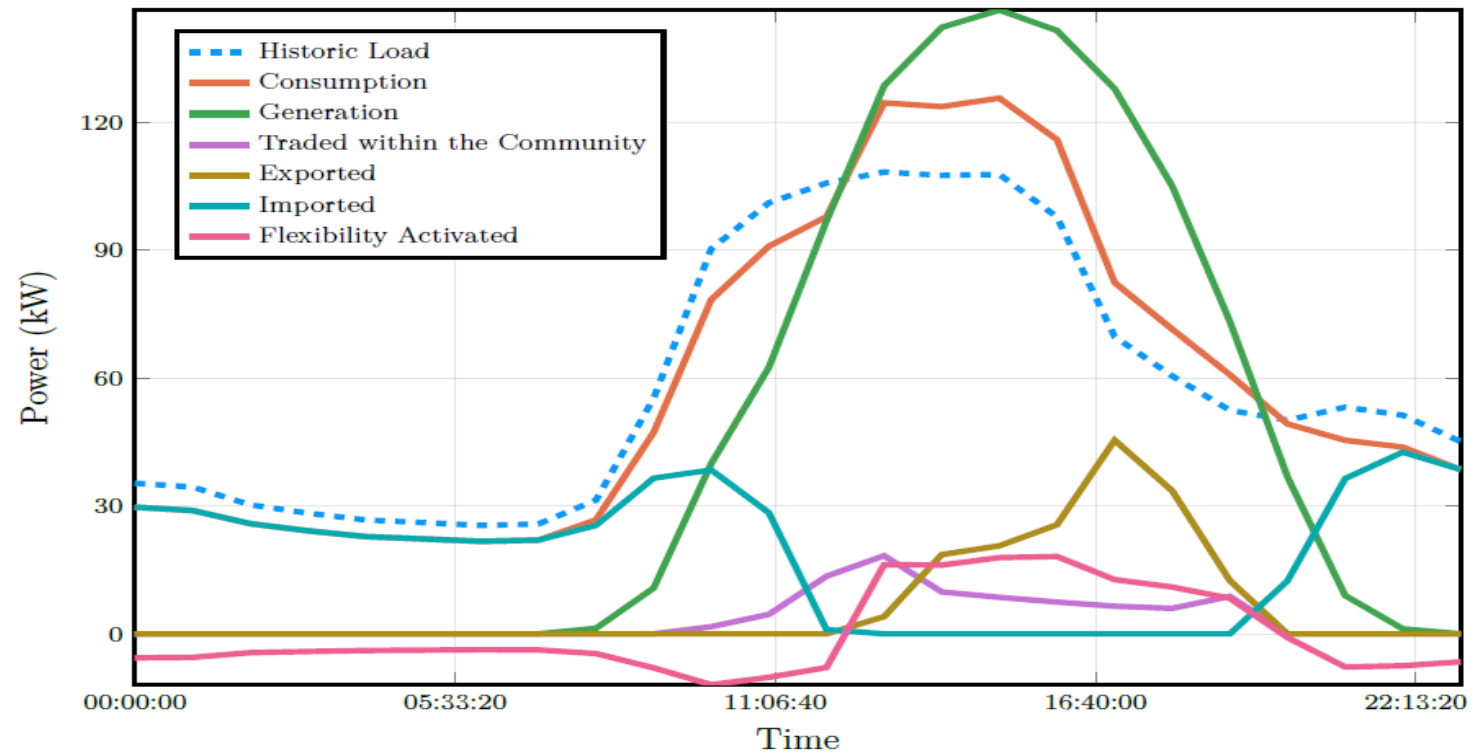
Case Study – Στοιχεία προσομοίωσης

Σταθερές προσομοίωσης		Μεταβλητές προσομοίωσης	
Πλήθος prosumers με Φ/Β	50	Ποσοστό ευελιξίας φορτίου	20 – 30 %
Ισχύς οικιακών Φ/Β	96 kW	Μέλη με ευέλικτα φορτία	50 – 60
Πλήθος μελών κοινότητας	60	Ισχύς Φ/Β δημορχείου	50 – 99 kW

Σενάριο	Ποσοστό οικιακής ευελιξίας (%)	Ευελιξία δημορχείου (%)	Ισχύς Φ/Β δημορχείου (kW)	Μέλη με ευελιξία
1	20	20	99	50
2	20	30	50	60

Case Study – Διακίνηση ενέργειας (σενάριο 1)

- Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ισχύος κοινότητας
- Διάρκεια: 24 ώρες
- Περίοδος: Ιούλιος



Case Study – Αποτελέσματα προσομοίωσης

Σενάρια				Εμπορικό όφελος			Ιδιοκατανάλωση	
Σενάριο	Δημαρχείο Φ/Β (kW)	Ευελιξία		Μέλη με Φ/Β (%)	Μέλη χωρίς Φ/Β (%)	Δημαρχείο (%)	Μέλη με Φ/Β (%)	Δημαρχείο (%)
		% του συνολικού φορτίου	Μέλη με ευελιξία					
1	99	20	50	6,6	9,1	2,8	56,7	66,2
2	50	30	60	10,1	7,6	3,5	61,2	87,6

Εμπορικό όφελος: Το όφελος που λαμβάνει κάθε συμμετέχοντας στην τοπική αγορά, σε σύγκριση με την μη-συμμετοχή του. Μη-συμμετοχή σημαίνει πως όλη η ενέργεια ανταλλάσσεται στην κεντρική αγορά.

Ιδιοκατανάλωση: Ο λόγος της παραχθείσας ενέργειας που καταναλώνεται από τον ίδιο τον παραγωγό ως προς την συνολική κατανάλωση (αφορά μόνο μέλη με Φ/Β) $\frac{E_{generated}}{E_{consumed}} \times 100\%$

Case Study – Συμπεράσματα

- Σε κάθε σενάριο, η συμμετοχή στην τοπική αγορά είναι επωφελής για όλα τα μέλη της
- Η αύξηση του ποσοστού ευελιξίας αυξάνει το όφελος των παραγωγών Φ/Β, καθώς ενισχύει την ιδιοκατανάλωση και τη ζήτηση εντός της κοινότητας κατά τη διάρκεια των ωρών παραγωγής ενέργειας από Φ/Β
- Η συμμετοχή σε ενεργειακή κοινότητα, η οποία λειτουργεί την τοπική αγορά ενέργειας, βελτιώνει το όφελος για τα μέλη, σε σχέση με τα σχήματα net-metering και feed-in tariff (με τρέχουσες τιμές της αγοράς στην Ελλάδα), αυξάνοντας την βιωσιμότητα της επένδυσης σε μικρής κλίμακας Φ/Β στέγης.

Σύνοψη

- Οι τοπικές αγορές ενέργειας αναμένεται να:
 - λειτουργήσουν προς όφελος των καταναλωτών εξυπηρετώντας με τον βέλτιστο τρόπο τα φορτία τους
 - αυξήσουν την ενσωμάτωση διεσπαρμένης παραγωγής, μέσω της εξασφάλισης της απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας και την αύξηση της απόδοσης της επένδυσης
 - Αποτελέσουν εργαλείο για την ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων
 - Συμβάλουν στην καλύτερη λειτουργία του δικτύου διανομής, αν οργανωθούν κατάλληλα αγορές επικουρικών υπηρεσιών

Ερωτήσεις?

kotsa@power.ece.ntua.gr