



ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Αλεξάνδρα Μπαρμπατζά



Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

-Βασικές λειτουργίες συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

- Παραγωγή
- Μεταφορά και
- Διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας



Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

-Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

- Η συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας ήταν ο παραδοσιακός και ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως.
- Οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που είναι εγκατεστημένοι σε στρατηγικά επιλεγμένες γεωγραφικές τοποθεσίες αναλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία τελικά παρέχεται στους τελικούς καταναλωτές μέσω των δικτύων μεταφοράς και διανομής.



Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας

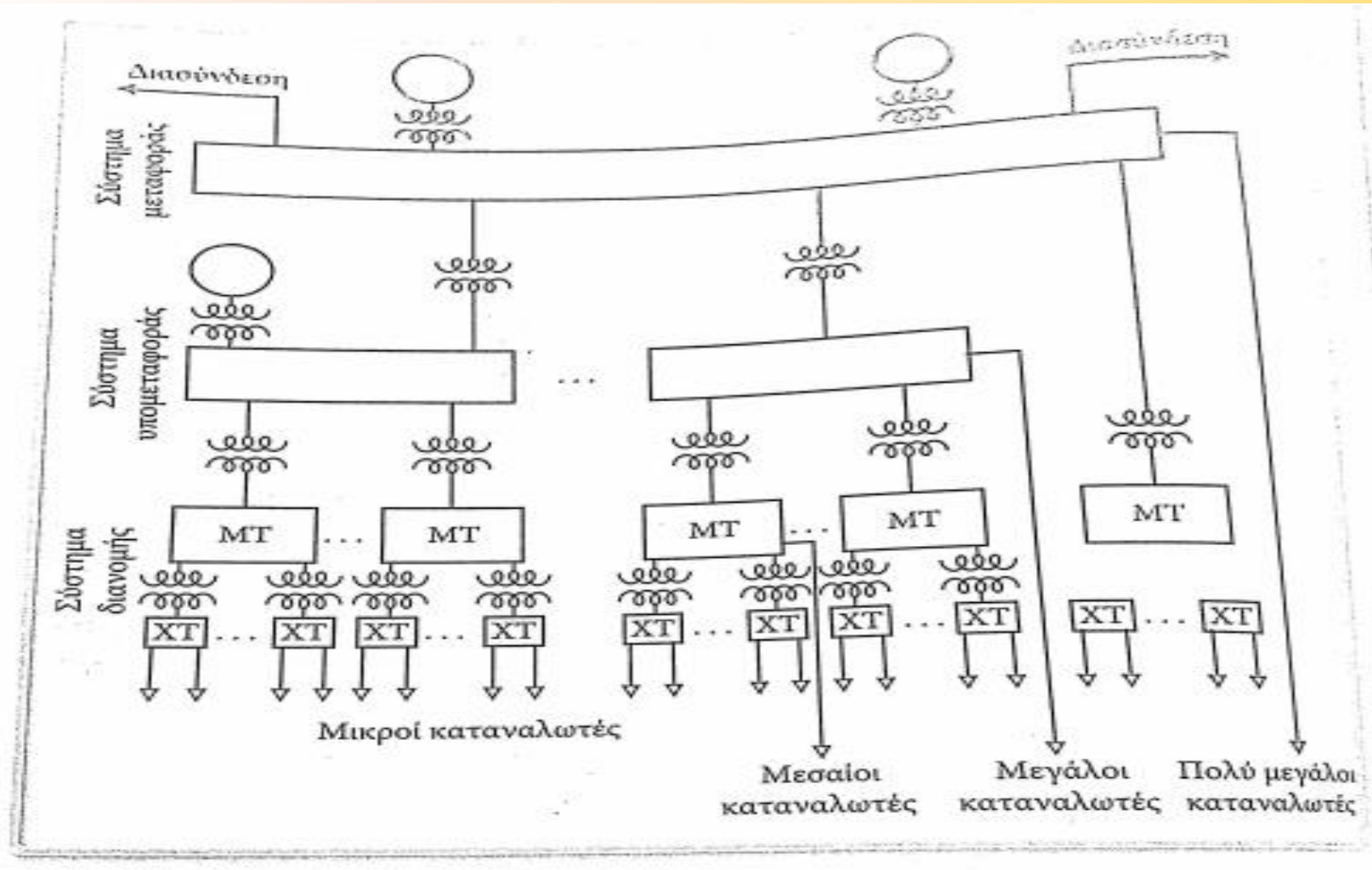
-Σταθμοί παραγωγής ενέργειας

Η παραγωγή της Ηλεκτρικής Ενέργειας γίνεται στους σταθμούς παραγωγής η οποίοι, ανάλογα με την Πηγή Πρωτογενούς Ενέργειας που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε ατμοηλεκτρικούς, υδροηλεκτρικούς και πυρηνικούς.

- Στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο καύσιμο (κάρβουνο, λιγνίτη, φυσικό αέριο, πετρέλαιο) μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Με την καύση του καυσίμου απελευθερώνεται η θερμική ενέργεια, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού στο λέβητα. Ο ατμός διοχετεύεται στον ατμοστρόβιλο όπου παρέχει μέρος της ενέργειάς του σε μηχανική μορφή. Ο στρόβιλος με τη σειρά του περιστρέφει τη γεννήτρια, όπου η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια η δυναμική ενέργεια των υδάτων.
- Στους πυρηνικούς σταθμούς ο ελεγχόμενος πυρηνικός αντιδραστήρας αντικαθιστά το συμβατικό λέβητα σαν πηγή θερμικής ενέργειας. Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της σχάσης, χρησιμοποιείται για την κίνηση μιας ηλεκτρικής γεννήτριας ατμού.
- Σε μικρότερες ποσότητες είναι δυνατόν να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο, τη γεωθερμία, την ηλιακή ενέργεια, τη βιομάζα κτλ.

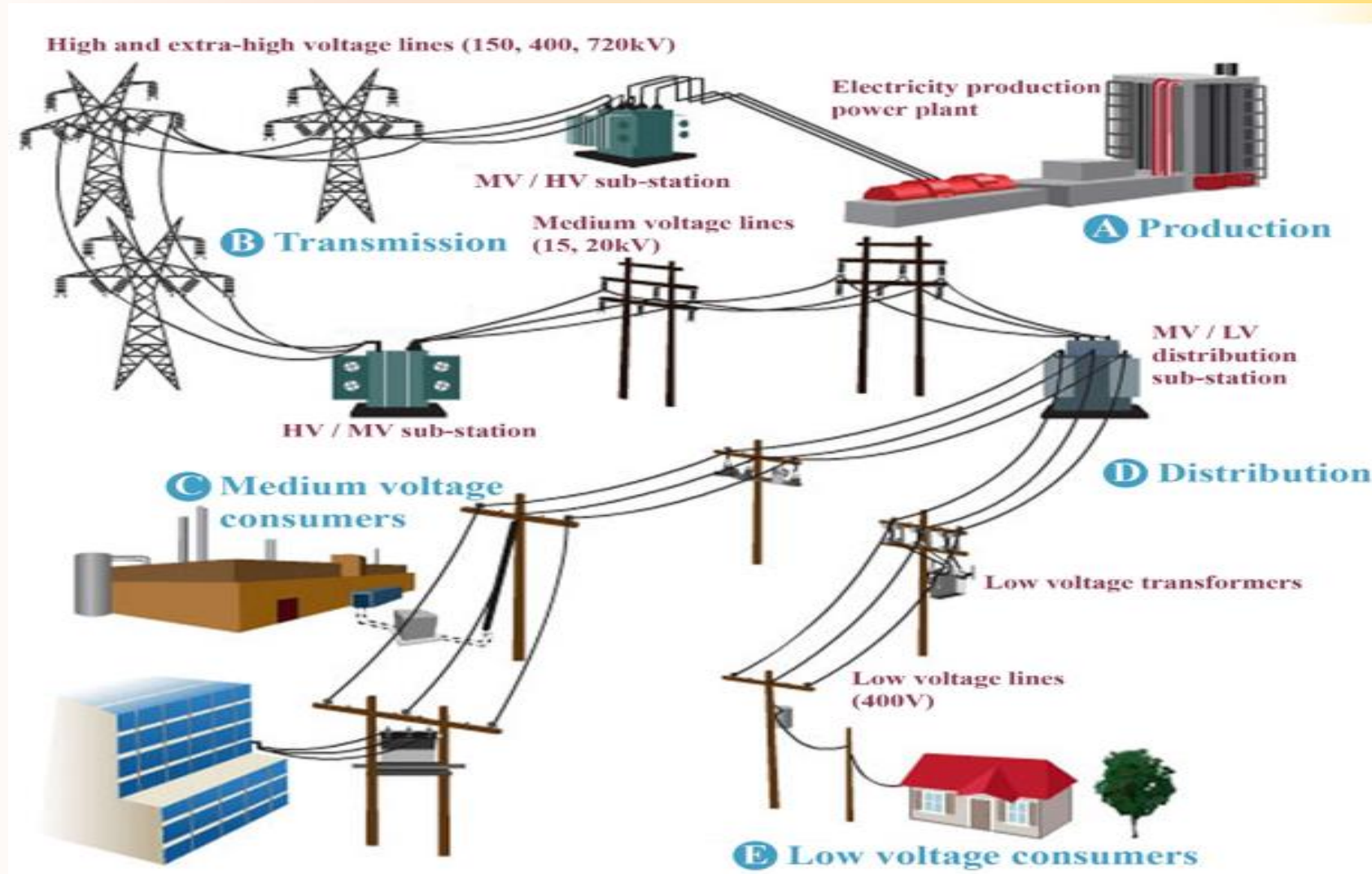


Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας





Συγκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας





Συγκεντρωμένη Παραγωγής Ενέργειας

-Μειονεκτήματα της Συγκεντρωμένης Παραγωγής Ενέργειας

- Ανάγκη επένδυσης υψηλών κεφαλαίων σε δίκτυα μεταφοράς και υποσταθμούς.
- Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των δικτύων μεταφοράς ή διανομής επιφέρει απώλειες, λόγω της ωμικής ή επαγωγικής αντίστασης των ηλεκτρικών καλωδίων.
- Απαιτήση για υψηλή εγκατεστημένη παραγωγική ικανότητα, πιθανότατα με συντελεστές χαμηλής χωρητικότητας (π.χ. σε περιπτώσεις έντονων διακυμάνσεων της εποχικής ζήτησης), επιβάλλοντας πρόσθετο κόστος συντήρησης και συμβάλλοντας σε υψηλότερα πάγια έξοδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τα συγκεντρωμένα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιο ευάλωτα στα απρόβλεπτα σφάλματα του δικτύου ή των γεννητριών. Ένα σφάλμα στο δίκτυο μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ισχύος σε ολόκληρο τμήμα του ηλεκτρικού δικτύου, ενώ ένα σφάλμα στη γεννήτρια μπορεί να επηρεάσει ολόκληρο το ηλεκτρικό σύστημα.



Το παράδειγμα της Καλιφόρνια

-Πολιτεία της Καλιφόρνια

Πληθυσμός: 40.000.000

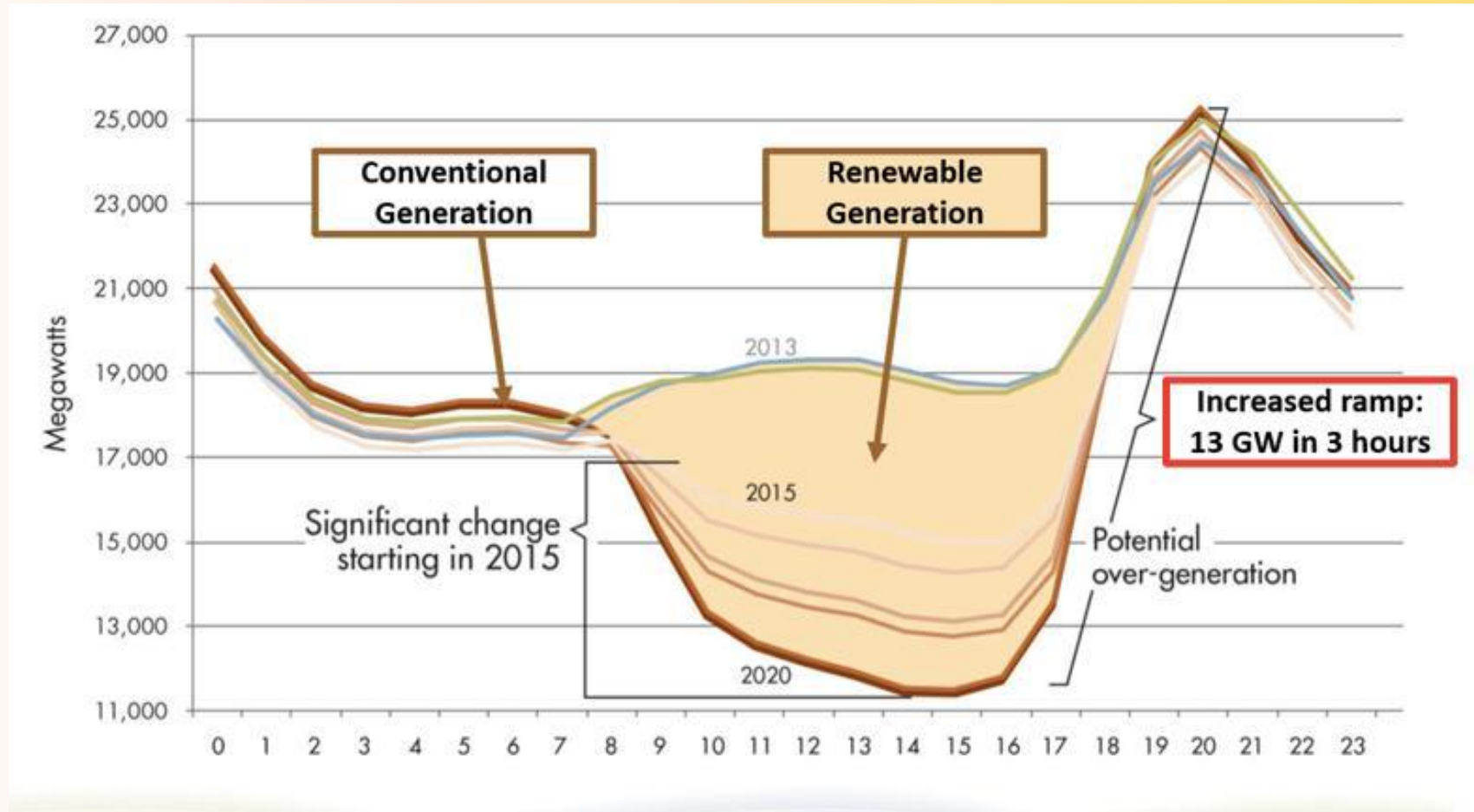
Ετήσια αιχμή ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας: 25,5 GW

Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας: 292.000 MWh, 22,3% ΑΠΕ

Κόστος παραγωγής: 100 -140 US \$/MWh



Το παράδειγμα της Καλιφόρνια

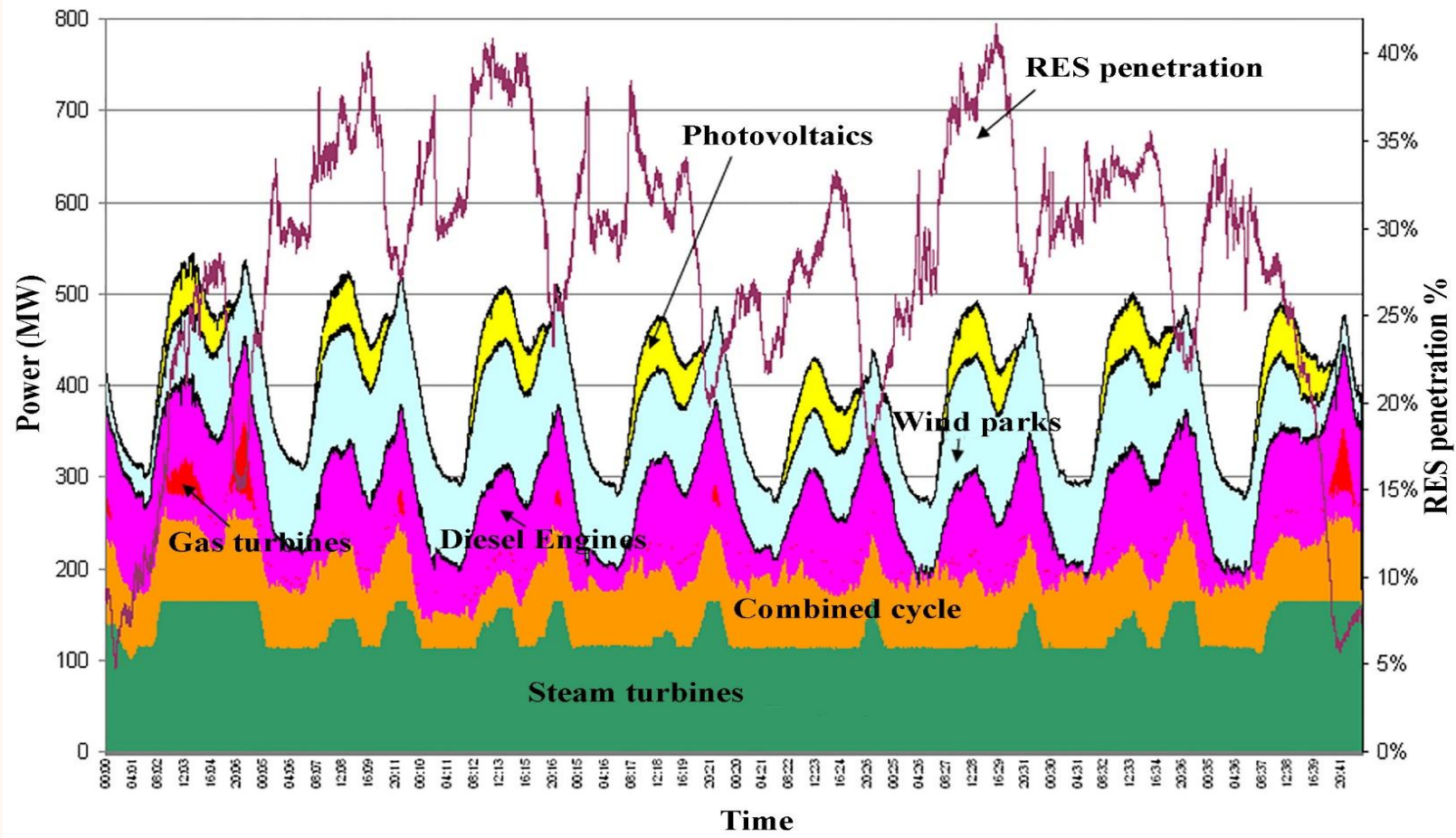


Καμπύλες φορτίου δικτύου για τις 31 Μαρτίου, από το 2012 έως το 2020, με βάση την ανάλυση από τον California ISO



Η περίπτωση της Κρήτης

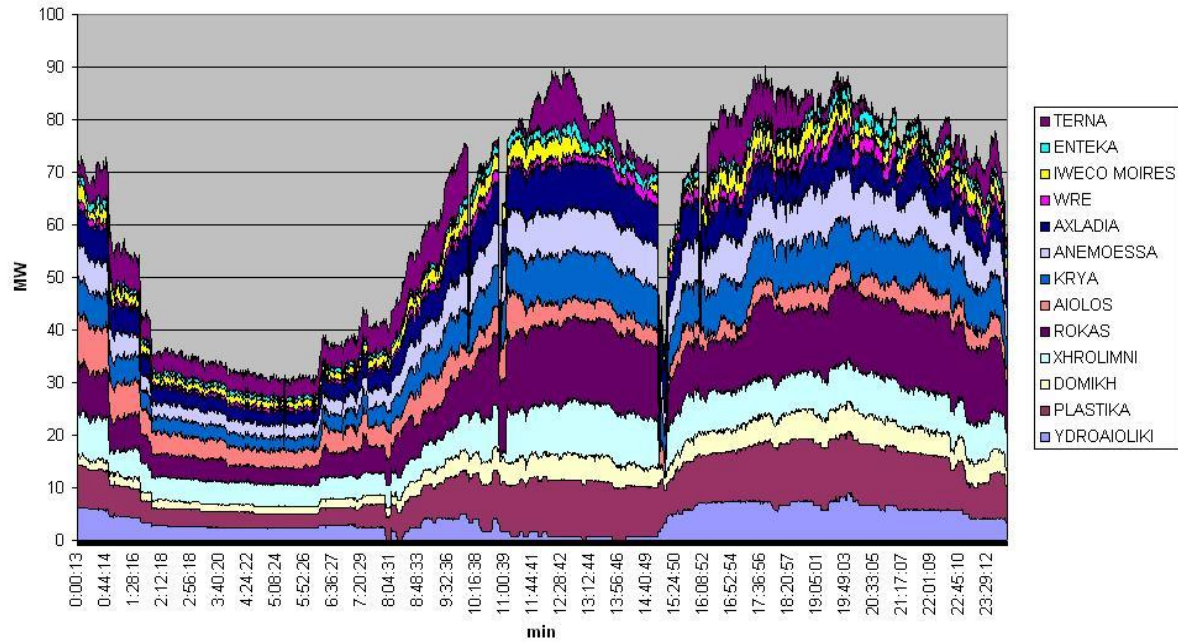
Power production synthesis from 27/6 to 4/7/2012



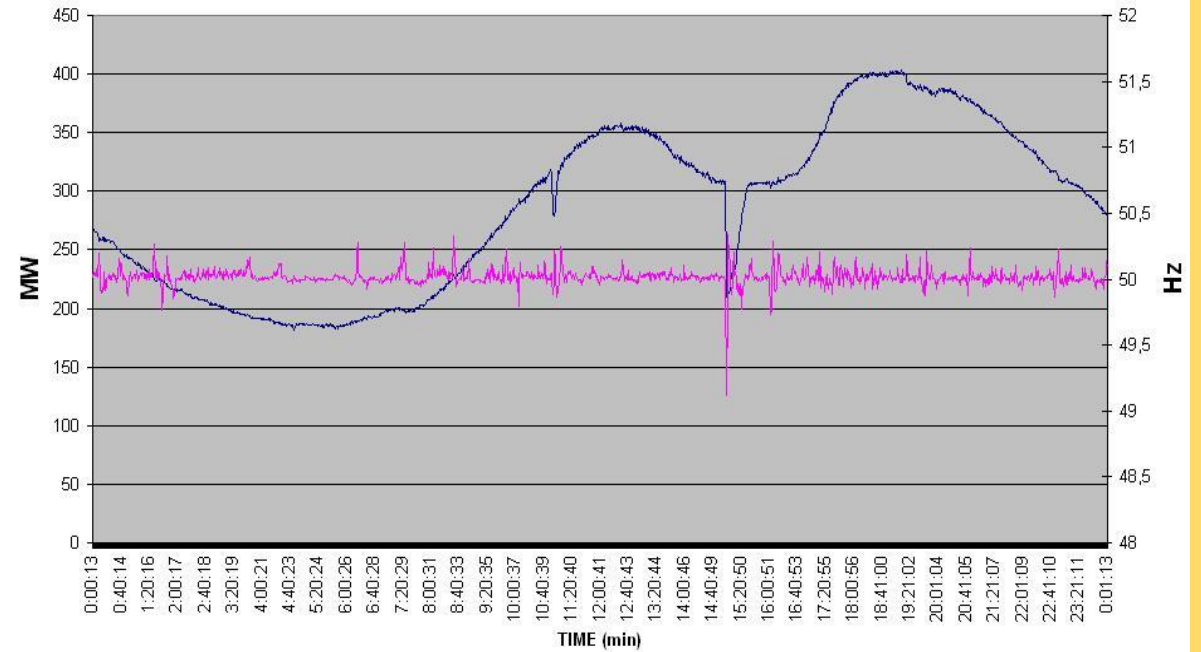


Η περίπτωση της Κρήτης

WIND FARMS PRODUCTION IN 26 DECEMBER 2006

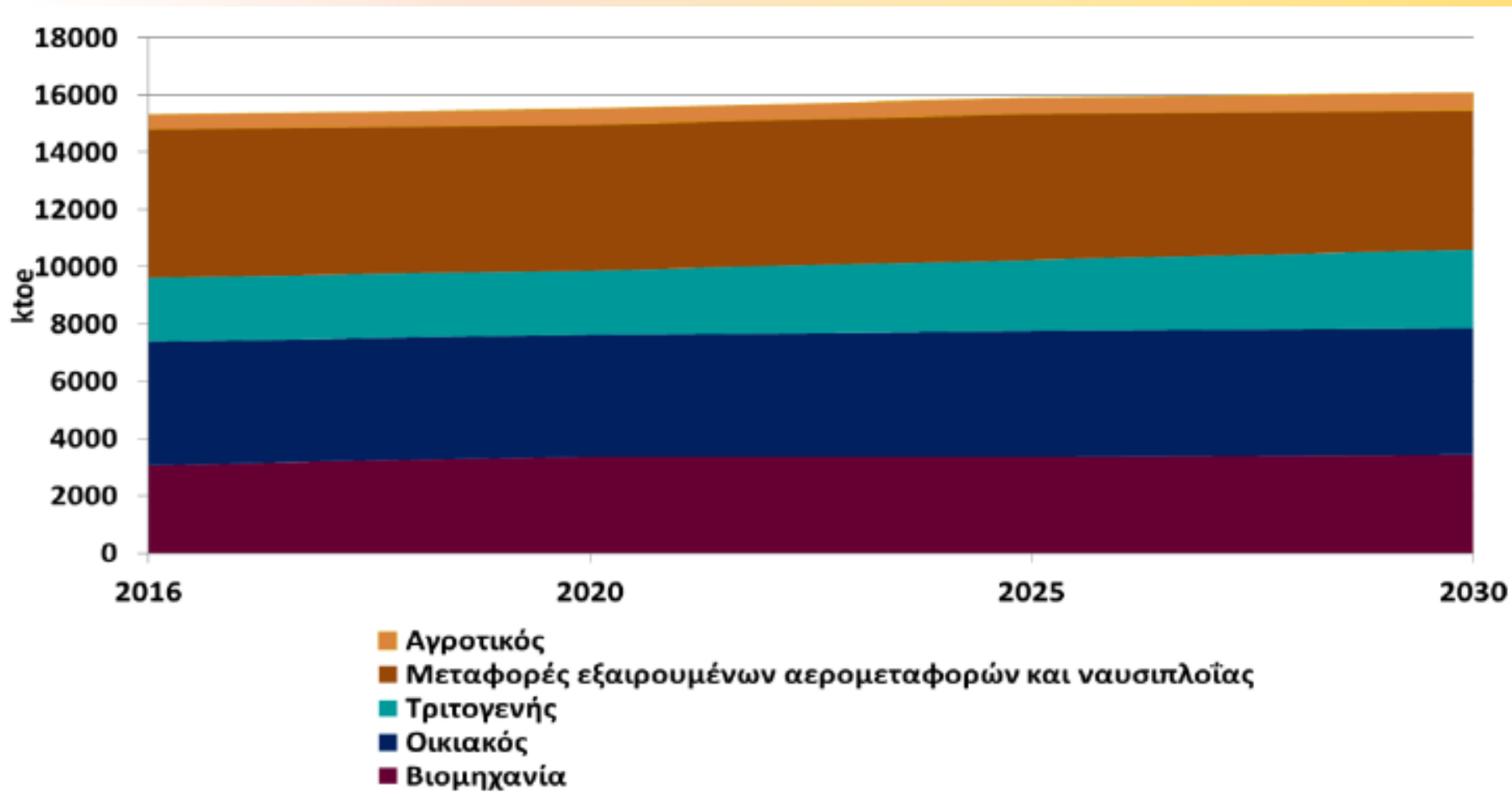


Load-Frequency
26 December 2006





Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα



ktoe: kilotonnes of oil equivalent



Ο Ρόλος των Καταναλωτών στα Έξυπνα Δίκτυα

Σημαντικό ρόλο στην αγορά ενέργειας θα διαδραματίζουν οι ίδιοι οι καταναλωτές.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία για την ηλεκτρική ενέργειας:

«Οι πελάτες θα είναι σε θέση να συμμετέχουν άμεσα στην αγορά ως ενεργοί πελάτες, για παράδειγμα πουλώντας αυτοπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, συμμετέχοντας σε συστήματα απόκρισης στη ζήτηση ή σε ενεργειακές κοινότητες των πολιτών.»

- Ο κάθε πελάτης αντιμετωπίζει διαφορετικές ανάγκες και χαρακτηρίζεται με το δικό του σύνολο φορτίων. Τα φορτία διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο τους, την ελαστικότητά τους και τα χρεωστικά κριτήρια. Συνεπώς θα πρέπει κάθε φορά να αναπτύσσονται διαφορετικές τεχνικές για τη διαχείριση της ζήτησης.



Δυναμική ισορροπία μεταξύ της ζήτησης και της παραγωγής

Ο απώτερος στόχος τόσο των συμβατικών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας όσο και των έξυπνων δικτύων είναι η συνεχής διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής και της ζήτησης ισχύος.

-Σε συγκεντρωμένα συστήματα

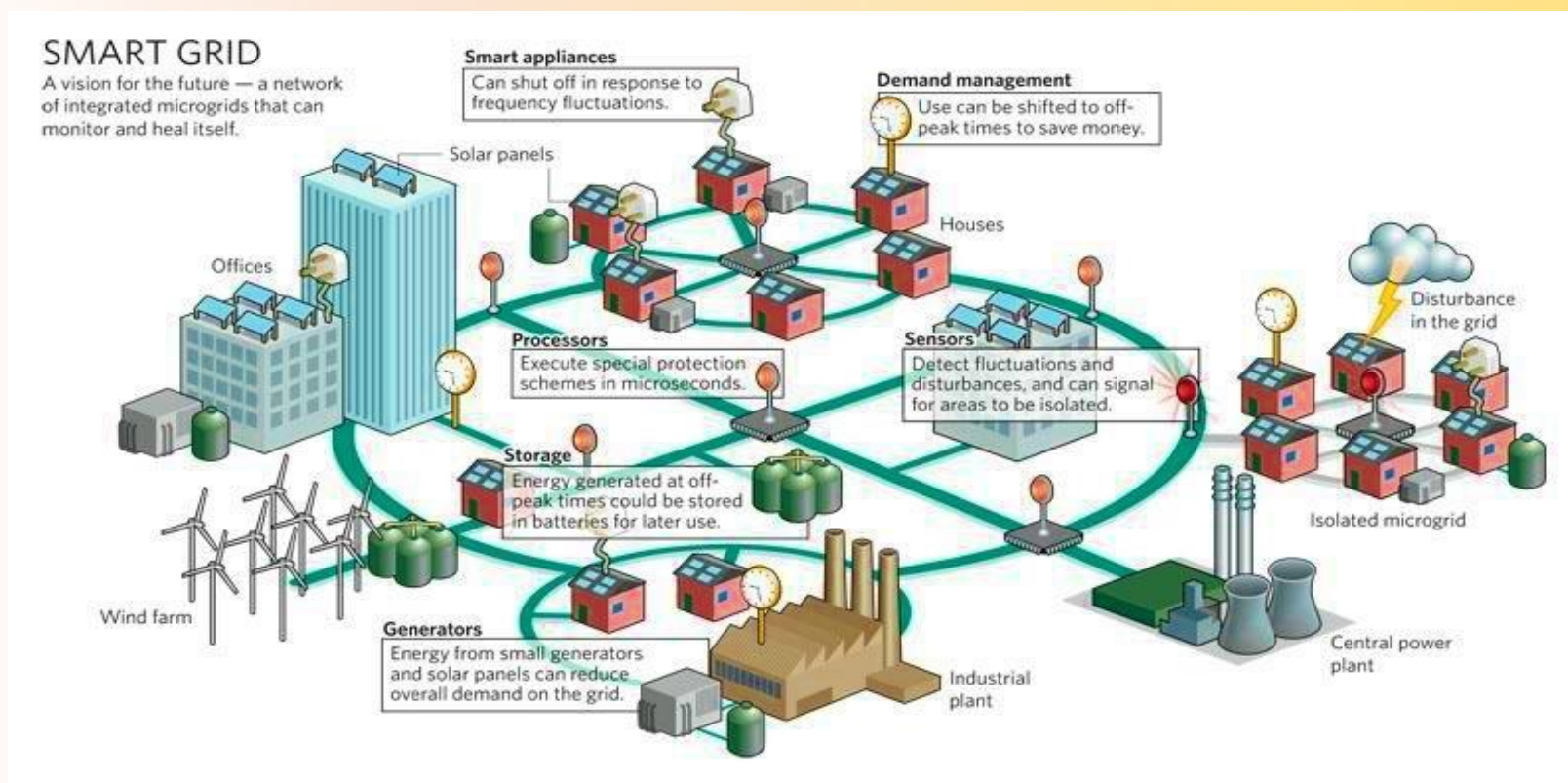
- Τα δίκτυα μεταφοράς αντιπροσωπεύουν την πλευρά του παρόχου, δεδομένου ότι όλες οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται μαζί τους
- Τα δίκτυα διανομής επικοινωνούν με το σύστημα. Η ηλεκτρική ενέργεια χρειάζεται από την πλευρά της ζήτησης, αφού όλοι οι τελικοί καταναλωτές εξυπηρετούνται από αυτά.
- Επομένως, η διατήρηση του ισοζυγίου μεταξύ ζήτησης και προσφοράς, μεταφράζεται στη διατήρηση της αντίστοιχης ισορροπίας μεταξύ των δικτύων μεταφοράς και διανομής.



Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

-Στα έξυπνα δίκτυα

Νέες τεχνολογίες παραγωγής, αποθήκευσης και διαχείρισης ενέργειας, που εισάγονται στην πλευρά των καταναλωτών και ενσωματώνονται στο πλαίσιο των αγορών χονδρικής ηλεκτρικής ενέργειας, προσφέρουν νέες επιλογές για την επίτευξη του βασικού στόχου απευθείας εντός των δικτύων διανομής.





Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

-Η έννοια των έξυπνων δικτύων

- Με τον όρο «έξυπνο δίκτυο» αναφερόμαστε σε ένα δυναμικό σύστημα, με στόχο την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές μέσω μιας διαδραστικής διαδικασίας μεταξύ αυτών και του διαχειριστή του δικτύου.
- Ο απώτερος στόχος του έξυπνου δικτύου είναι η ασφαλής προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές, μέσω μιας ευέλικτης, αποτελεσματικής και οικονομικά αποδοτικής διαδικασίας.
- Τα έξυπνα δίκτυα δεν έχουν μοναδικό ή καθολικά ισχύοντα ορισμό.



Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

-Ορισμός Έξυπνου Δικτύου σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας – International Energy Agency (IEA)

«Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί ψηφιακές και άλλες προηγμένες τεχνολογίες, για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις πηγές παραγωγής, για την κάλυψη των ποικίλων απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας των τελικών χρηστών. Τα έξυπνα δίκτυα συντονίζουν τις ανάγκες και δυνατότητες όλων των γεννητριών, των χειριστών δικτύου, των τελικών χρηστών και των ενδιαφερόμενων φορέων της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να λειτουργούν όλα τα μέρη του συστήματος όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά, ελαχιστοποιώντας το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μεγιστοποιώντας ταυτόχρονα την αξιοπιστία, την ανθεκτικότητα και τη σταθερότητά του»





Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

-Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας – National Institute of Standards and Technology (NIST)

«Το Έξυπνο Δίκτυο είναι ένα σύστημα δικτύου που ενσωματώνει μεγάλο εύρος τεχνολογιών και υπηρεσιών ψηφιακών υπολογιστών και επικοινωνιών στην υποδομή του συστήματος ισχύος. Χρησιμοποιεί μεγάλο αριθμό από έξυπνους μετρητές για σπίτια και επιχειρήσεις, καθώς οι αμφίδρομες ροές ενέργειας και οι αμφίδρομες δυνατότητες επικοινωνίας και ελέγχου μπορούν να δημιουργήσουν νέες λειτουργίες»





Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

-Ευρωπαϊκή Επιτροπή – European Commission (EC)

«Τα έξυπνα δίκτυα είναι ενεργειακά δίκτυα που μπορούν να παρακολουθούν αυτόματα τις ροές ενέργειας και να προσαρμόζονται στις αλλαγές στην προσφορά και ζήτηση ενέργειας αναλόγως. Όταν συνδυάζονται με έξυπνα συστήματα μέτρησης, τα έξυπνα δίκτυα προσεγγίζουν καταναλωτές και προμηθευτές παρέχοντας πληροφορίες για την κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο. Με τους έξυπνους μετρητές, οι καταναλωτές μπορούν να προσαρμόσουν - σε χρόνο και όγκο - τη χρήση της ενέργειας τους σε διαφορετικές τιμές ενέργειας όλη την ημέρα, εξοικονομώντας χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας καταναλώνοντας περισσότερη ενέργεια σε περιόδους χαμηλότερων τιμών.

Τα έξυπνα δίκτυα μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην καλύτερη ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Καθώς ο ήλιος δεν λάμπει συνεχώς και ο άνεμος δεν φυσάει πάντα, ο συνδυασμός πληροφοριών για την ενεργειακή ζήτηση με μετεωρολογικές προβλέψεις, μπορεί να επιτρέψει στους διαχειριστές του δικτύου να σχεδιάσουν καλύτερα την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο. Τα έξυπνα δίκτυα παρέχουν επίσης τη δυνατότητα στους καταναλωτές που παράγουν τη δική τους ενέργεια να ανταποκριθούν στις τιμές και να πουλήσουν το πλεόνασμα ενέργειας στο δίκτυο»





Δυναμική ισορροπία ζήτησης και παραγωγής

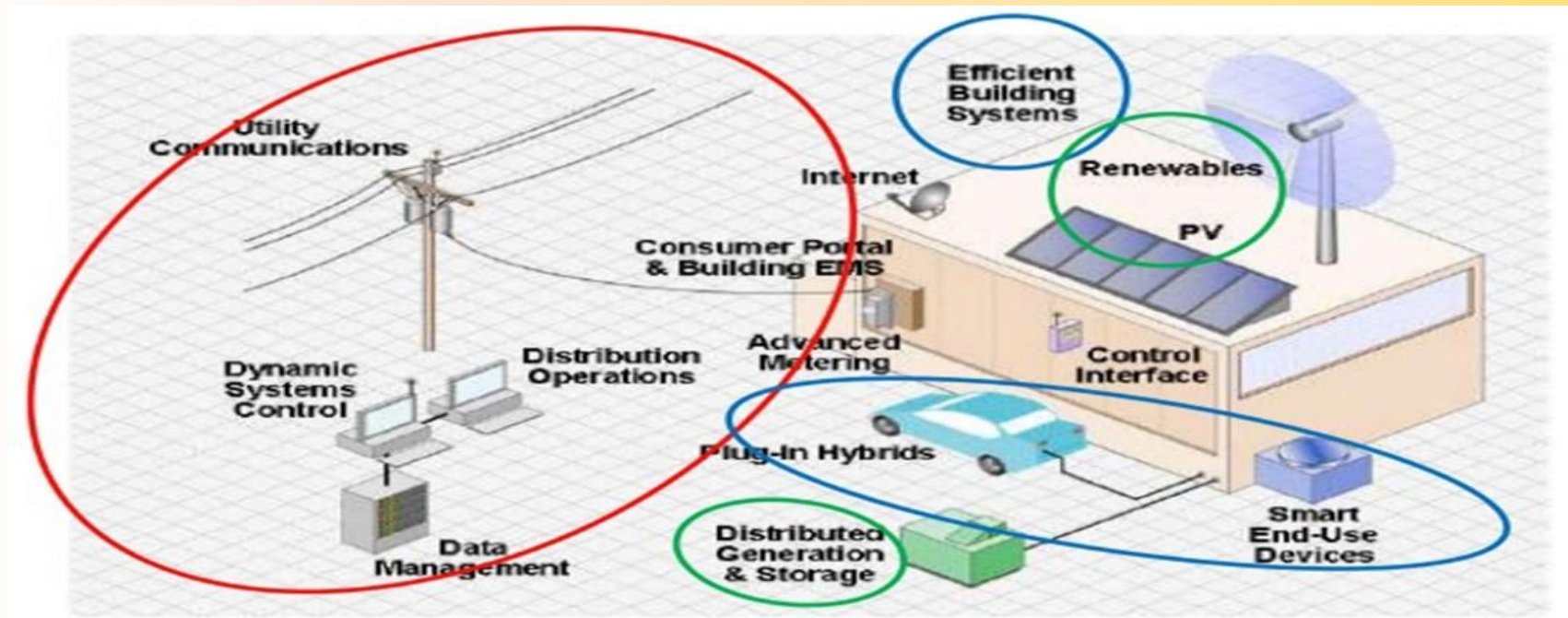
-Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ - Department of Energy (DOE)

«Το έξυπνο δίκτυο είναι ο εκσυγχρονισμός του ηλεκτρικού δικτύου ώστε να παρακολουθεί, να προστατεύει και ταυτόχρονα να βελτιστοποιεί τη λειτουργία των διασυνδεδεμένων στοιχείων του από τη συγκεντρωτική και διεσπαρμένη παραγωγή μέσω του δικτύου μεταφοράς και διανομής, μέχρι τους βιομηχανικούς καταναλωτές, τα αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης κτηρίων, τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και τους τελικούς καταναλωτές, συμπεριλαμβάνοντας τα ηλεκτρικά οχήματα και τις οικιακές συσκευές»



Διαχείριση της ζήτησης

- Μια σημαντική καινοτομία των έξυπνων δικτύων σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα είναι η συμμετοχή των τελικών καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας στη διαδικασία παραγωγής και διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αυτό πραγματοποιείται μέσα από προκαθορισμένα παρεχόμενα κίνητρα (στις περισσότερες περιπτώσεις οικονομικά) και υποστηρίζεται με προηγμένες δυνατότητες αμφίδρομης επικοινωνίας, οι οποίες επιτρέπουν την ταυτόχρονη μεταφορά πληροφοριών από τους διαχειριστές προς τους καταναλωτές και αντίστροφα.





Διαχείριση της ζήτησης

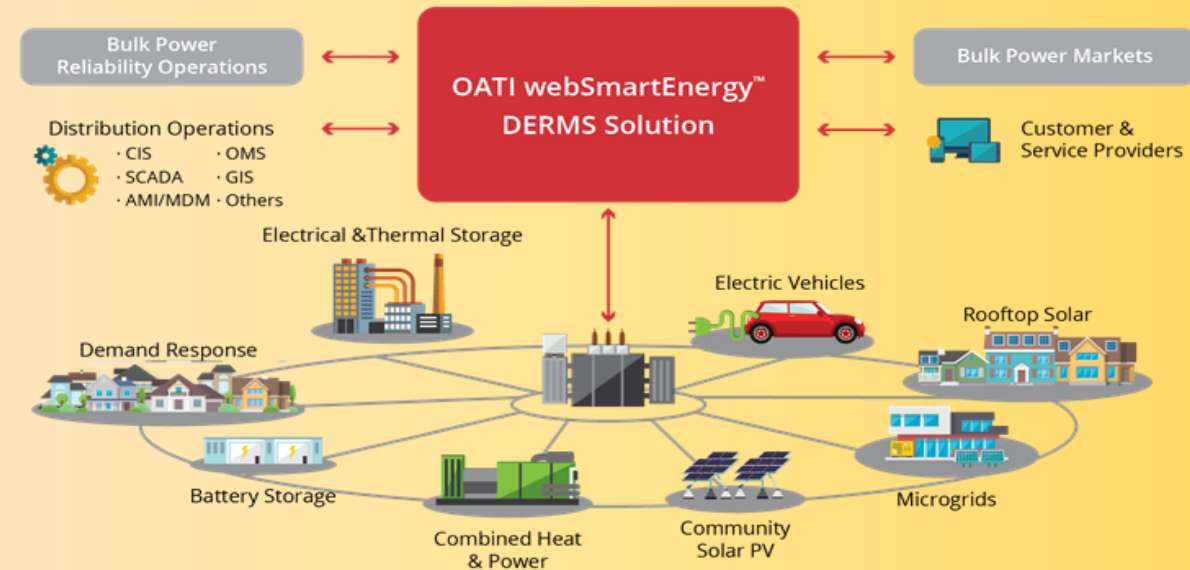
- Η συμμετοχή των τελικών καταναλωτών στη διαδικασία παραγωγής και διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας υλοποιείται με πέντε βασικές στρατηγικές:
 1. Παραγωγή διάσπαρτης ισχύος (Dispersed Power Production),
 2. Εξομάλυνση αιχμών φορτίου (Peak Load Shaving)
 3. Μετατόπιση φορτίου πέρα από τις ώρες αιχμής (Peak Load Shifting)
 4. Περικοπές φορτίου (Load Curtailments)
 5. Βελτίωση της απόδοσης χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας (Improvement of the Electricity Usage Efficiency)

Συνολικά οι παραπάνω στρατηγικές αποτελούν τις λεγόμενες «Τεχνικές διαχείρισης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας – Demand Side Management (DSM)».



Εκμετάλλευση των Κατακεμημένων Ενεργειακών Πόρων

- Οι διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής ενέργειας μπορούν να είναι φωτοβολταϊκοί σταθμοί, μικρές ανεμογεννήτριες, σταθμοί βιομάζας, μονάδες συμπαραγωγής, ακόμη και θερμικές γεννήτριες μικρού μεγέθους, όπως συμπαγείς ατμοστρόβιλοι, κινητήρες ντίζελ και αεριοστρόβιλοι, που συνήθως ανήκουν σε μεγάλο ή μεσαίου μεγέθους βιομηχανικούς ή εμπορικούς καταναλωτές, και χρησιμοποιούνται ως εφεδρικές μονάδες σε περίπτωση διακοπών παροχής ρεύματος.
- Η διεσπαρμένη παραγωγή ενέργειας συμβάλλει στην αυξανόμενη και ασφαλή διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω της ομαλότητας της καμπύλης διακύμανσης παραγωγής ενέργειας, από τη διασπορά μικρών μεμονωμένων μονάδων παραγωγής ενέργειας, σε ευρείες γεωγραφικές περιοχές, με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες.





Προηγμένες συσκευές μέτρησης

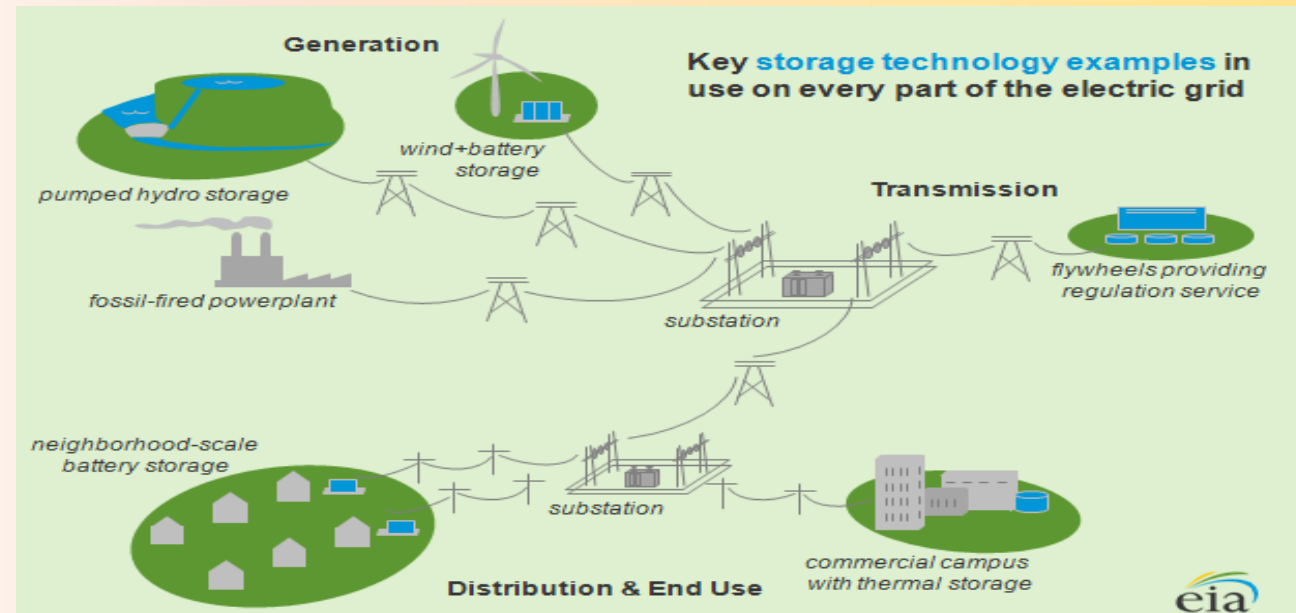
- Οι προηγμένες συσκευές μέτρησης περιλαμβάνουν έξυπνους μετρητές και αυτοματισμούς, με στόχο τη μέτρηση της μεταφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των καταναλωτών ή μεταξύ των καταναλωτών και του χειριστή.
- Οι έξυπνοι μετρητές επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών. Εξασφαλίζουν ακριβείς μετρήσεις και προσφέρουν έλεγχο στους καταναλωτές για τις καταναλώσεις τους.
- Μπορούν να παρέχουν λειτουργίες όπως η ικανότητα αποθήκευσης δεδομένων, μονόδρομη ή αμφίδρομη επικοινωνία, μετρήσεις ποιότητας ισχύος κτλ.
- Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούνται από αισθητήρες. Δίνουν τη δυνατότητα μέτρησης της κατανάλωσης ή της παραγωγής και μηχανισμούς αξιολόγησης της ποιότητας ισχύος.





Αποθήκευση της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας - τεχνολογίες εξομάλυνσης αιχμών φορτίου

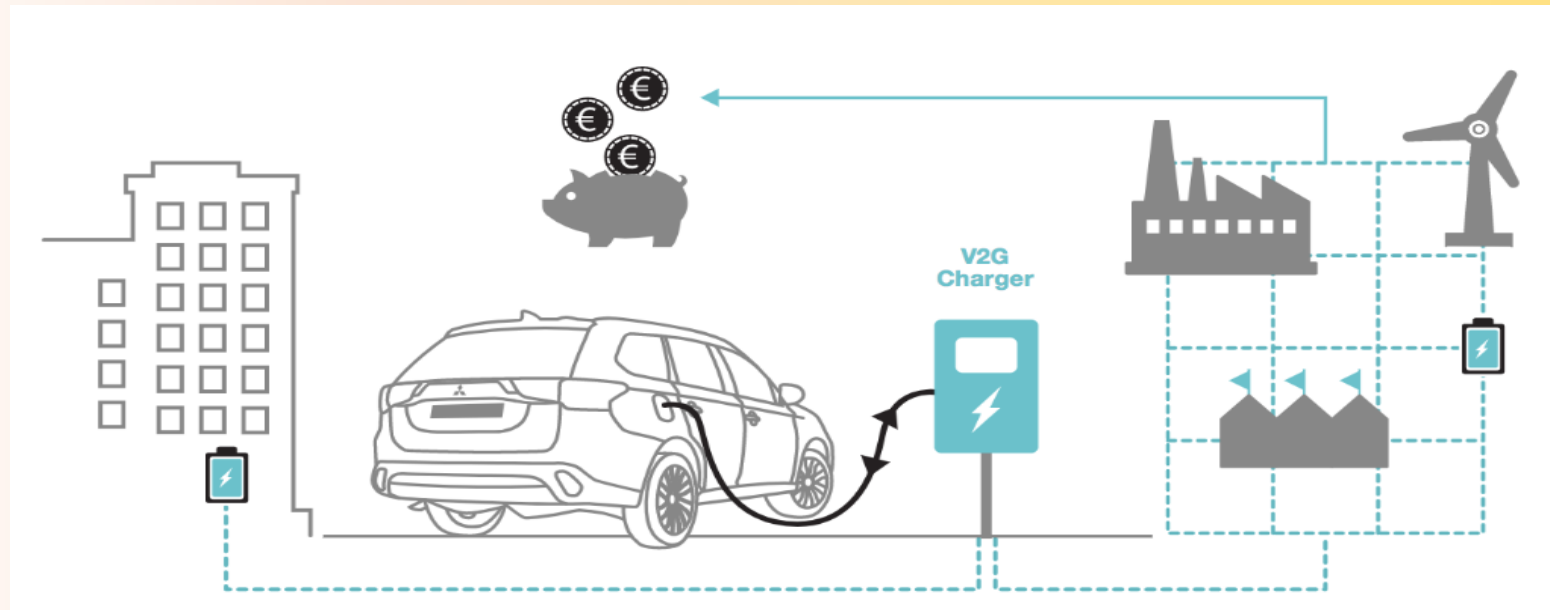
- Εισαγωγή και ενσωμάτωση τεχνολογιών ηλεκτρικής και θερμικής αποθήκευσης και ευέλικτων, διαχειρίσιμων φορτίων μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν για εξομάλυνση αιχμών φορτίου.
- Μπορούν επίσης να εισαχθούν ευέλικτα και διαχειρίσιμα φορτία, ανάλογα με τη διαθέσιμη χωρητικότητα παραγωγής ενέργειας, όπως ηλεκτρικά οχήματα ή μονάδες αφαλάτωσης, προσφέροντας ένα χρήσιμο εργαλείο για αποτελεσματική διαχείριση παραγωγής ενέργειας και βελτίωση της δυναμικής ασφάλειας και σταθερότητας του δικτύου.





Αποθήκευση της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας - Τεχνολογίες εξομάλυνσης αιχμών φορτίου

- Τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs), τα Plug-in υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα (PHEV) ή τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου μπορούν να παραμείνουν συνδεδεμένα στο δίκτυο όταν είναι σταθμευμένα, προσφέροντας την αποθηκευμένη τους ενέργεια στις μπαταρίες, στο σύστημα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή κατά τη διάρκεια περιόδων αιχμής ζήτησης ισχύος. Αυτή η τεχνολογία είναι γνωστή ως Vehicle-to-Grid (V2G).
- Από την πλευρά του ιδιοκτήτη, το κόστος προμήθειας και λειτουργίας των ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να αντισταθμιστεί σημαντικά με τα προγράμματα V2G.





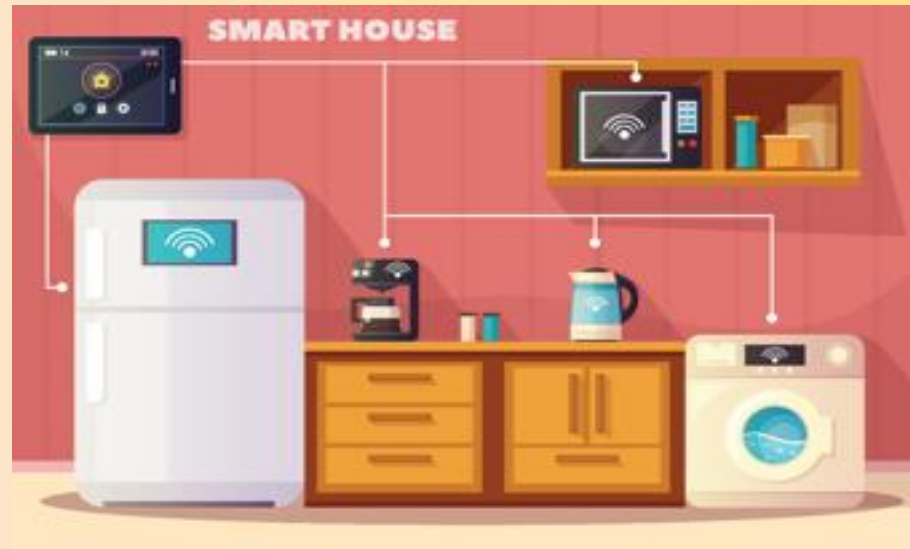
Αποθήκευση της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας - Τεχνολογίες εξομάλυνσης αιχμών φορτίου

- Ειδικά τα ηλεκτρικά οχήματα, λόγω μεγάλης χωρητικότητας των συσσωρευτών τους, είναι ικανά να αποθηκεύουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας τις ώρες που το δίκτυο έχει χαμηλή ζήτηση φορτίων. Τα δίκτυα στα οποία θα επιτρέπεται η αμφίδρομη ροή ισχύος, μπορούν να επωφεληθούν επιπλέον, αγοράζοντας την περίσσια ενέργεια από τα οχήματα, τα οποία εκφορτίζονται στις ώρες με μεγάλη ζήτηση, δίνοντας φορτία στο δίκτυο, αν αυτό κριθεί αναγκαίο. Επιπλέον, οι συσσωρευτές, οι οποίοι έχουν αποσυρθεί από τη λειτουργία διατηρούν την ικανότητα αποθήκευσης μεγάλης χωρητικότητας ενέργειας, ιδιότητα που αναμένεται να παίξει ενεργό ρόλο στην αποθήκευση ισχύος, κάτι που μπορεί να υπολογίζεται και ως εικονική παραγωγή ενέργειας από τους καταναλωτές, οι οποίοι αποκτούν στο χώρο τους ένα παραπάνω εργαλείο για την αποδοτικότερη χρήση των προγραμμάτων διαχείρισης ζήτησης φορτίων.



Έξυπνες συσκευές

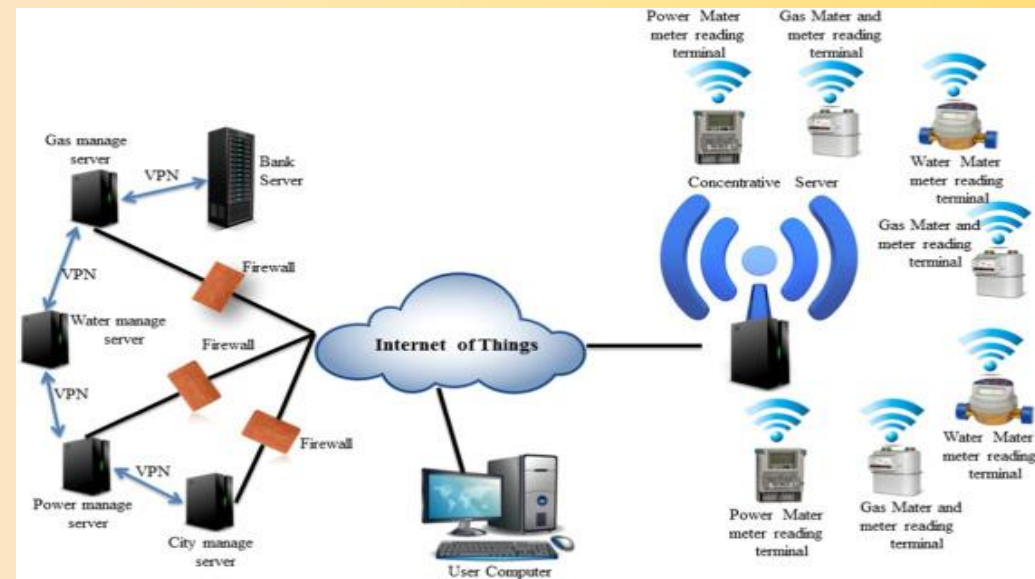
- Οι έξυπνες συσκευές αποτελούν εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας, ικανό να επικοινωνεί απευθείας με το δίκτυο και να εκτελεί πολλές εργασίες και λειτουργίες, έναντι των απαιτήσεων του δικτύου και προς όφελος των τελικών καταναλωτών.
- Τέτοιες εργασίες μπορεί να είναι, για παράδειγμα, η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση συγκεκριμένων, ευέλικτων στη χρήση συσκευών κατά τις περιόδους ζήτησης αιχμής και εκτός αιχμής αντίστοιχα.
- Οι έξυπνες συσκευές, μέσω τεχνολογιών αμφίδρομης επικοινωνίας επιτρέπουν την άμεση πρόσβαση από την πλευρά του χειριστή στον τελικό έλεγχο των φορτίων των καταναλωτών.





Αξιοποίηση του Διαδικτύου

- Οι τεχνολογίες του Διαδικτύου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίβλεψη και τη διαχείριση του έξυπνου δικτύου και από τις δύο πλευρές (καταναλωτές και χειριστές).
- Μέσω προηγμένων, on-line εφαρμογών, οι τελικοί καταναλωτές μπορούν να υποβάλουν τις προσφορές τους σχετικά με τη διαθέσιμη παραγωγή ενέργειας από τις μονάδες παραγωγής τους (π.χ. φωτοβολταϊκοί σταθμοί ή σταθμοί βιομάζας, συσκευές αποθήκευσης κτλ.), ή να δηλώσουν την ικανότητά τους για περικοπές ζήτησης ενέργειας, αποθήκευση ενέργειας κτλ.
- Επιπλέον, μπορούν επίσης να δηλώσουν τον επιλεγμένο πάροχο από τον οποίο αποφασίζουν να αγοράσουν την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών τους, να καθορίσουν την τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, να πληρώσουν για την κατανάλωσή τους κ.λπ.





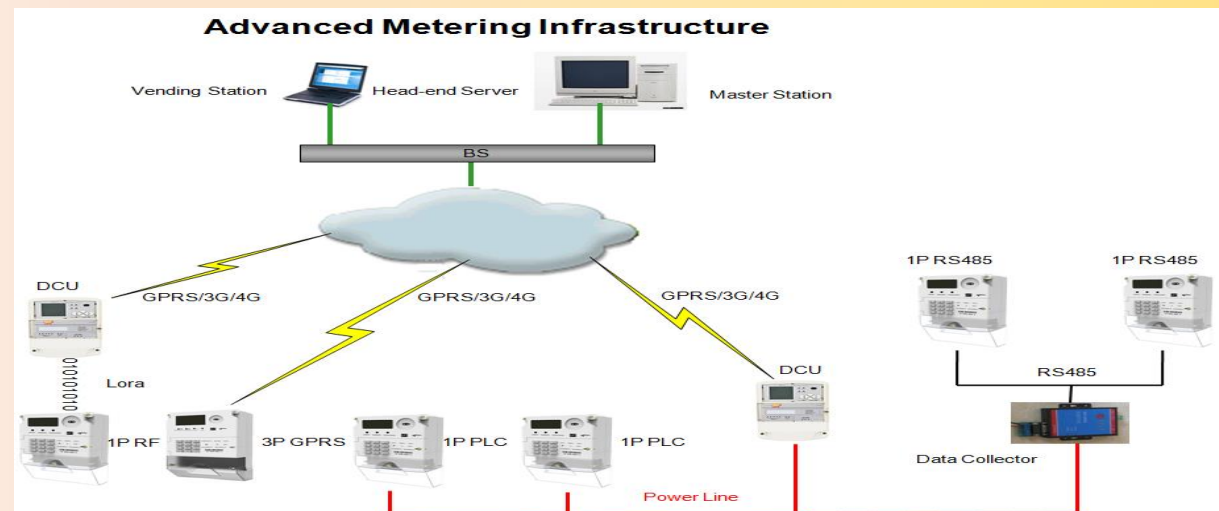
Διαλειτουργικότητα εμπλεκόμενων παραγόντων και έγκαιρη ροή επικοινωνίας

- Μέσα σε ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σύστημα, σε περιβάλλον χονδρικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι πληροφορίες θα πρέπει να μεταφέρονται στον κατάλληλο χρόνο μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων και οι εκτελούμενες λειτουργίες θα πρέπει να εκτελούνται αποτελεσματικά.
- Η διαλειτουργικότητα μεταξύ των εμπλεκόμενων παραγόντων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των έξυπνων δικτύων, του αριθμού και των διαφορετικών τύπων τους.
- Από την άλλη πλευρά, η έγκαιρη μεταφορά δεδομένων και πληροφοριών είναι επίσης απαραίτητη για τη σωστή και επαρκή λειτουργία των έξυπνων δικτύων, καθώς, στην πραγματικότητα, τόσο οι ροές ηλεκτρικής ενέργειας όσο και οι αντίστοιχες τιμές πώλησης και προμήθειας βασίζονται σε αυτές τις πληροφορίες και τον χρόνο παράδοσης στους εμπλεκόμενους αποδέκτες.



Διαλειτουργικότητα εμπλεκόμενων παραγόντων και έγκαιρη ροή επικοινωνίας

- Τα αμφίδρομα δίκτυα επικοινωνίας υψηλής τεχνολογίας εξασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των εμπλεκόμενων παραγόντων στο έξυπνο δίκτυο, με βάση τις αξιόπιστες και έγκαιρες ροές επικοινωνίας μεταξύ τους.
- Μέσα σε αυτή την υποδομή περιλαμβάνονται, οι γραμμές μεταφοράς, οι γραμμές επικοινωνίας, ασύρματα και ενσύρματα δίκτυα και διακομιστές διανομής (συγκεντρωτές).
- Στην πιο αποτελεσματική διάταξη, το δίκτυο επικοινωνίας αναπτύσσεται ακολουθώντας μια τρισδιάστατη δομή, με όλες τις πληροφορίες από τους τελικούς καταναλωτές να συγκεντρώνονται σταδιακά σε έναν κεντρικό διακομιστή ελέγχου και διαχείρισης.



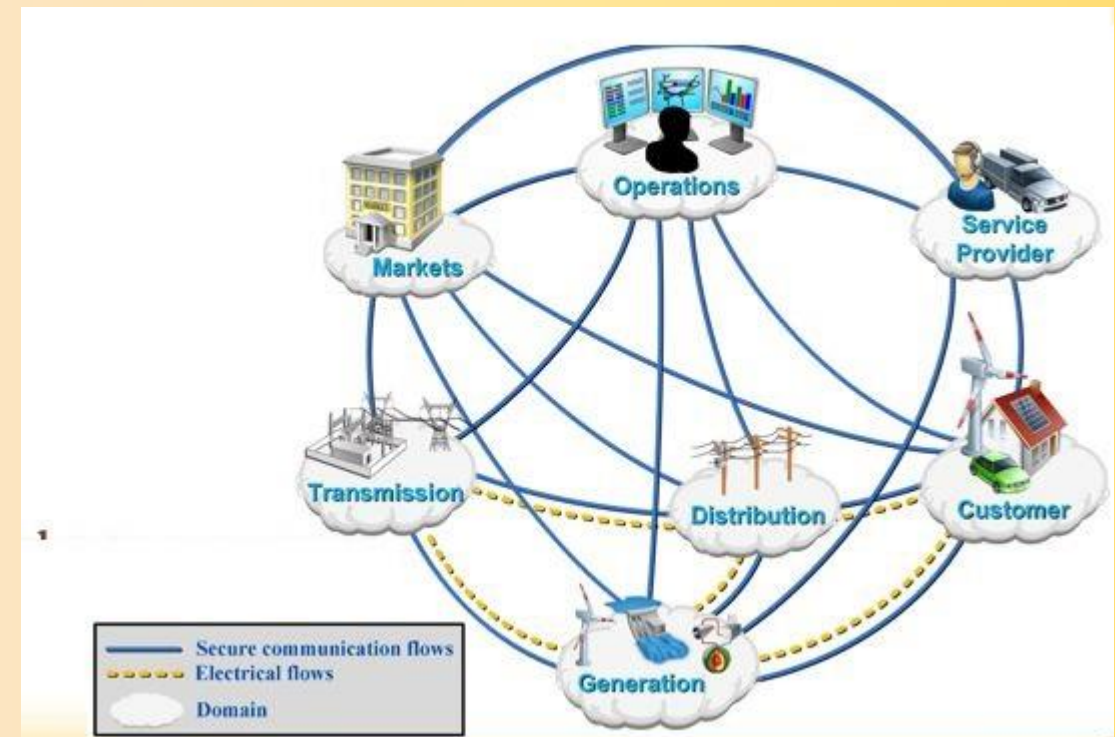


Το εννοιολογικό μοντέλο του Έξυπνου Δικτύου

Ο ρόλος του προτεινόμενου εννοιολογικού μοντέλου είναι να τυποποιήσει τους εμπλεκόμενους φορείς και τους ρόλους τους στα έξυπνα δίκτυα και να προσφέρει μια υψηλού επιπέδου εικόνα του συστήματος, κατανοητή από όλους τους.

Το εννοιολογικό μοντέλο που προτείνεται από το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) των Ηνωμένων Πολιτειών προσδιορίζει επτά διακριτούς τομείς στο έξυπνο δίκτυο:

- Τομέας των πελατών
- Τομέας των αγορών
- Τομέας των παρόχων υπηρεσιών
- Τομέας των λειτουργιών
(Κέντρο Διαχείρισης)
- Τομέας της παραγωγής
- Τομέας της μεταφοράς
- Τομέας της διανομής





Το εννοιολογικό μοντέλο του Έξυπνου Δικτύου

-Αναλυτικά

- Πελάτης (Customer) - Ο τελικός καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να παράγει, να αποθηκεύει και να διαχειρίζεται την ενέργεια. Παραδοσιακά, κατηγοριοποιείται σε τρεις τύπους: οικιακός, εμπορικός και βιομηχανικός.
- Αγορά (Markets) - Συντονίζει τους φορείς εκμετάλλευσης και όλους τους συμμετέχοντες στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Παρέχει ενημέρωση στους εμπλεκόμενους στη διαδικασία.
- Πάροχος υπηρεσιών (Service Provider) - Οι οργανισμοί που παρέχουν υπηρεσίες σε καταναλωτές και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας.
- Κέντρο διαχείρισης (Operations) – Οι διαχειριστές του δικτύου. Εκτελεί λειτουργίες όπως παρακολούθηση, ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, έλεγχο, αναφορές κατάστασης, εποπτεία και λήψεις αποφάσεων.
- Μαζική Παραγωγή ισχύος (Bulk Generation) - Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες ποσότητες.
- Δίκτυο Μεταφοράς ενέργειας (Transmission) - Οι μεταφορείς φορτίων σε μεγάλες αποστάσεις. Το Δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας φροντίζει για τη μεταφορά της ενέργειας από τα κέντρα παραγωγής ως τον τελικό καταναλωτή.
- Δίκτυο Διανομής ενέργειας (Distribution) – Οι διανομείς ηλεκτρικών φορτίων στους καταναλωτές και το αντίστροφο. Το Δίκτυο διανομής μετασχηματίζει (υποβιβάζει τάση) όσες φορές χρειαστεί για τη μεταφορά από τις γραμμές ως τους χρηστές ηλεκτρικής ενέργειας.



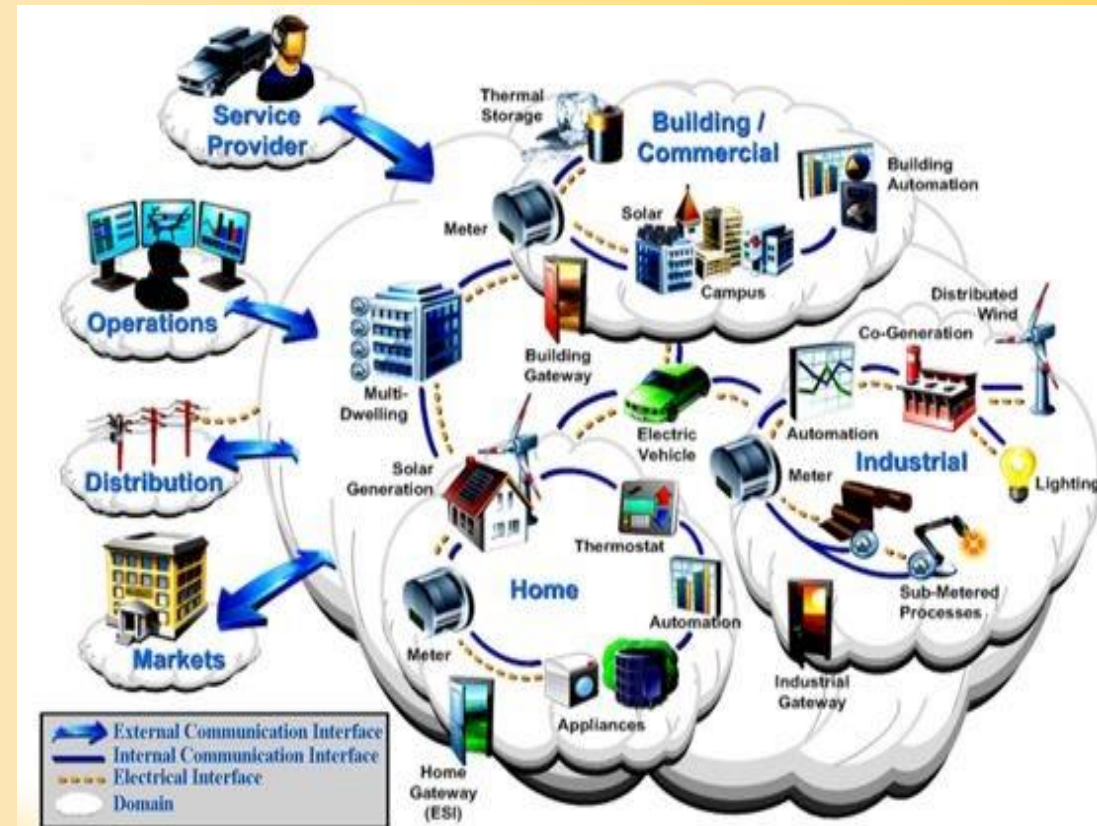
Ο τομέας των Πελατών

Ο τομέας των πελατών αποτελεί τον τομέα βάση του οποίου αναπτύσσεται ολόκληρο το έξυπνο δίκτυο για να εξυπηρετεί και να υποστηρίζει, καθώς αυτός είναι ο τομέας όπου καταναλώνεται η ηλεκτρική ενέργεια.

Συνήθως, τα όρια του τομέα πελατών καθορίζονται από τους μετρητές κοινής ωφέλειας ή τα τοπικά Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας.

Συνολικά προκύπτουν δύο υπό-τομείς:

- Ο οικιακός (<20kW) / εμπορικός τομέας (<200kW)
- Ο βιομηχανικός τομέας (>200 kW).



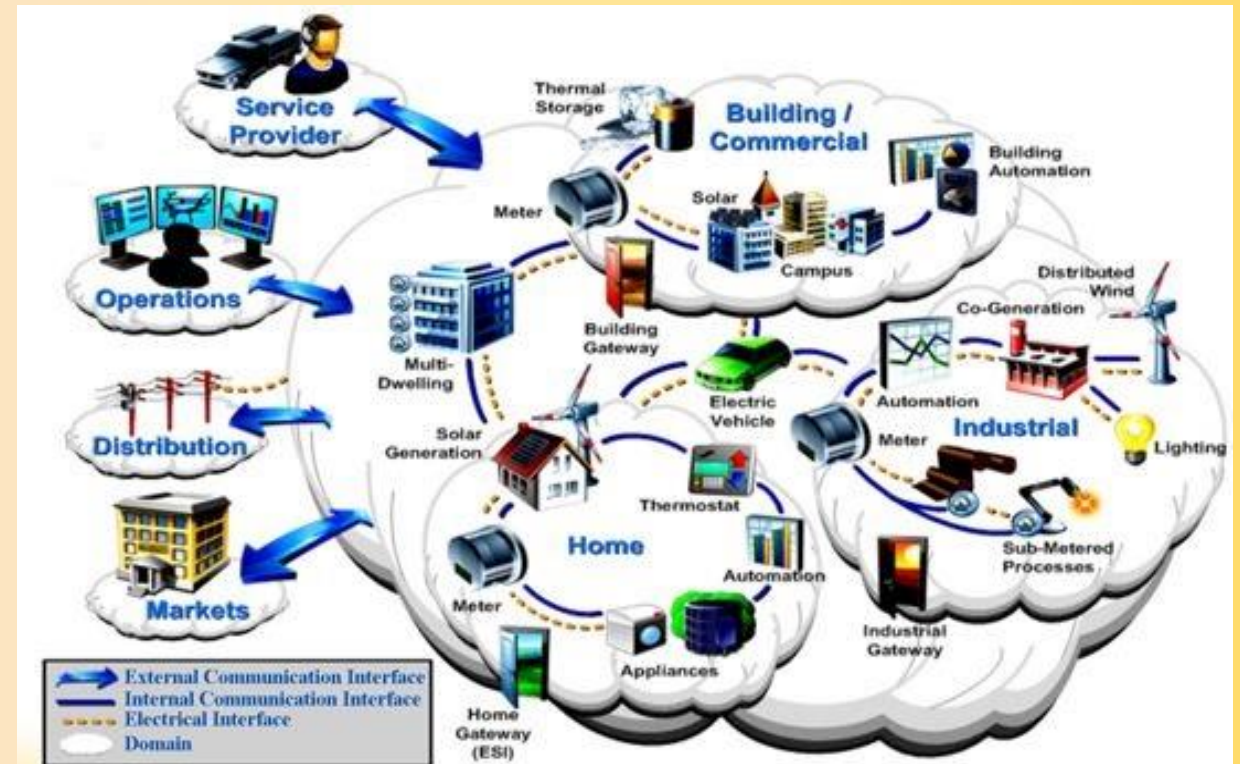


Ο τομέας των Πελατών

Ο τομέας Πελατών έχει άμεση επικοινωνία με τους τομείς των αγορών, των παρόχων υπηρεσιών, της παραγωγής κτλ.

Οι κύριες εργασίες – διαδικασίες που εκτελούνται στο συγκεκριμένο τομέα είναι:

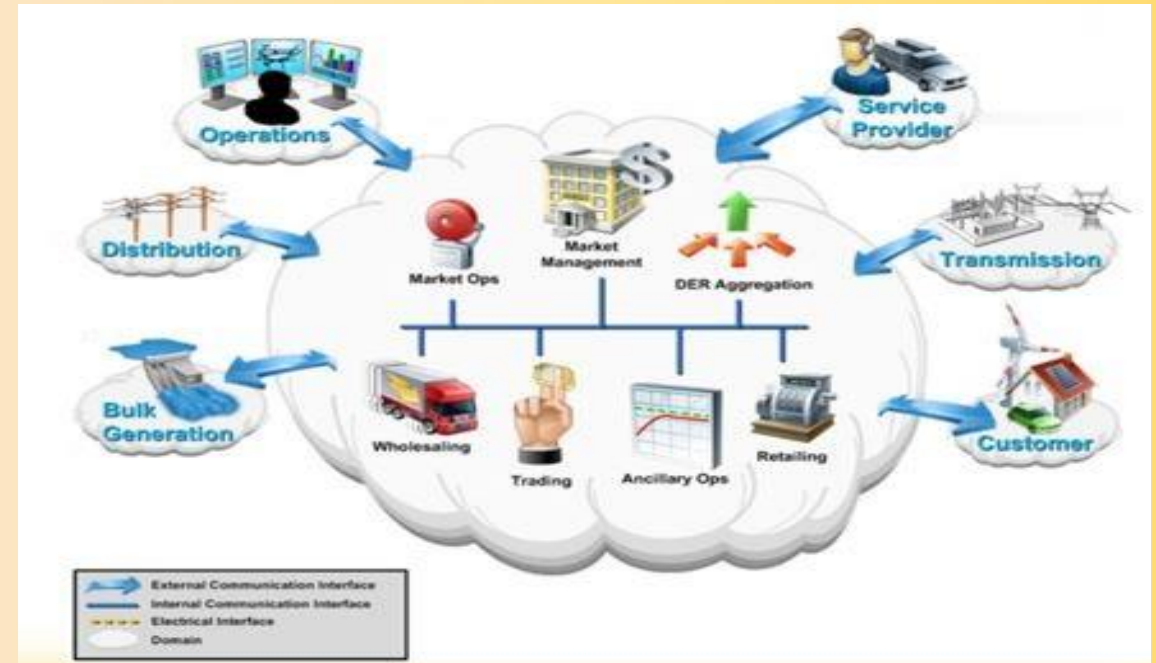
- Αυτοματοποίηση κτιρίων κατοικιών
- Βιομηχανικός αυτοματισμός
- Κατανεμημένη παραγωγή
- Διαδικασίες αποθήκευσης





Ο τομέας των Αγορών

- Ο τομέας των αγορών αποτελεί τον τομέα όπου η ηλεκτρική ενέργεια και οι συναφείς υπηρεσίες αγοράζονται και πωλούνται, σε ένα πλήρως απελευθερωμένο καθεστώς ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που ορίζονται από το ισοζύγιο προσφοράς και ζήτησης για τη διαμόρφωση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για τους τελικούς καταναλωτές.
- Ο τομέας των αγορών διασυνδέεται με όλους τους τομείς του έξυπνου δικτύου.
- Απαιτείται προηγμένη επικοινωνιακή υποδομή, η οποία θα διασφαλίζει έγκαιρες, ασφαλείς, ελεγχόμενες, ανιχνεύσιμες και αξιόπιστες ροές επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων τομέων και του τομέα των αγορών.





Ο τομέας των Παρόχων Υπηρεσιών

Ο ρόλος των εμπλεκόμενων παραγόντων στον τομέα των Παρόχων Υπηρεσιών είναι να υποστηρίζουν τις εκτελούμενες διαδικασίες στη χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας, των διανομέων και των καταναλωτών.

Η παρεχόμενη υποστήριξη μπορεί να αφορά:

- Συμβατικές προσφερόμενες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, όπως η τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας και η διαχείριση των λογαριασμών των καταναλωτών
- Η διαχείριση των νέων υπηρεσιών σε έξυπνα δίκτυα, όπως η κατανεμημένη παραγωγή, η διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης κτλ.

Σε μια γενική προσέγγιση, οι πάροχοι υπηρεσιών αναπτύσσουν και προσφέρουν νέες και καινοτόμες υπηρεσίες για την υποστήριξη των αναδυόμενων ευκαιριών και προκλήσεων που προκύπτουν από τα συνεχώς εξελισσόμενα έξυπνα δίκτυα.



Ο τομέας των Παρόχων Υπηρεσιών

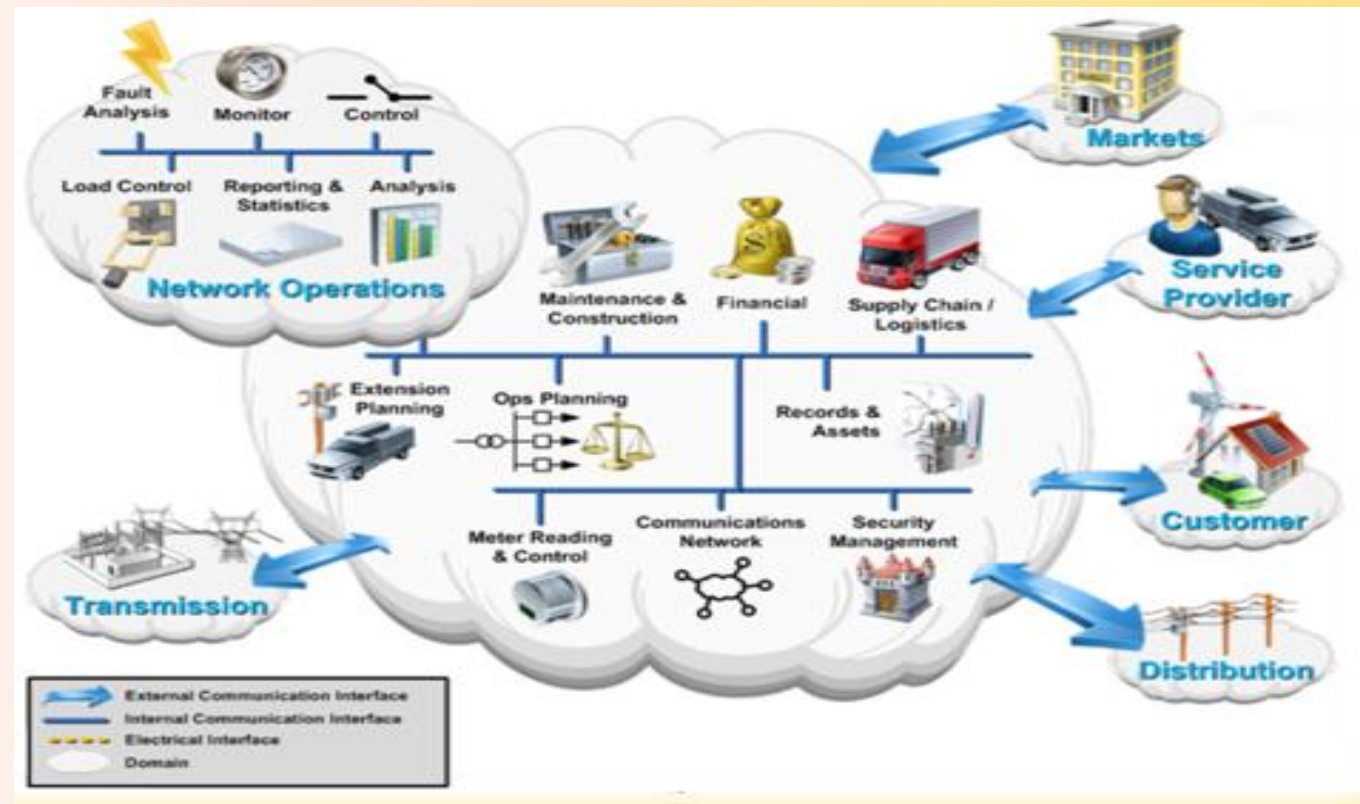
-Κύριες εφαρμογές που εκτελούνται στον τομέα των παρόχων υπηρεσιών

- Διαχείριση των σχέσεων των πελατών μεταξύ τους και με τον χειριστή, τον συνεργάτη κ.λπ., παρέχοντας ένα σημείο επαφής και λύσεις για τυχόν ζητήματα, απορίες και προβλήματα των πιθανών πελατών.
- Εγκατάσταση και συντήρηση της απαιτούμενης υποδομής και των χώρων που χρησιμοποιούνται στη λειτουργία των έξυπνων δικτύων.
- Διαχείριση κτιρίων: παρακολούθηση και έλεγχος της κατανάλωσης ενέργειας και απόκριση σε τυχόν σήματα που αποστέλλονται από τον χειριστή, ελαχιστοποιώντας τυχόν επιπτώσεις στους χρήστες.
- Διαχείριση ενέργειας: παρακολούθηση και διαχείριση προσφερόμενων προϊόντων (παραγωγή ενέργειας, χωρητικότητα αποθήκευσης, βοηθητικές υπηρεσίες κ.λπ.), ίσως από διαφορετικούς παρόχους και σε διαφορετικές τοποθεσίες, και βελτιστοποίηση της λειτουργίας του έξυπνου δικτύου για τους εμπλεκόμενους διαφορετικούς πελάτες, τον χειριστή κ.λπ.
- Χρέωση και διαχείριση λογαριασμών: διαχείριση των πληροφοριών χρέωσης των πελατών, συμπεριλαμβανομένης της παροχής εκκαθαριστικών λογαριασμών, της επεξεργασίας πληρωμών κ.λπ.



Ο τομέας των Λειτουργιών

- Ο κύριος στόχος του τομέα των λειτουργιών είναι η ομαλή λειτουργία του έξυπνου δικτύου.
- Με τη μετάβαση στα έξυπνα δίκτυα, αυτές οι εργασίες μεταφέρονται στους παρόχους υπηρεσιών.





Ο τομέας των Λειτουργιών

-Υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του τομέα των λειτουργιών

- Παρακολούθηση – Έλεγχος: παρακολούθηση της λειτουργίας του έξυπνου δικτύου, συμπεριλαμβανομένης της επίβλεψης της τοπολογίας του δικτύου, των συνθηκών συνδεσιμότητας και φόρτισης (διακοπών και καταστάσεων μεταγωγής), ο έλεγχος της κατάστασης του εξοπλισμού, των υποσταθμών, τοπικός αυτόματος και χειροκίνητος έλεγχος των συστημάτων διανομής κ.λπ.
- Διαχείριση σφαλμάτων: γρήγορη ανίχνευση της θέσης του σφάλματος, αναγνώριση και ταξινόμηση, συντονισμός της αποστολής εργατικού δυναμικού και ενέργειες για άμεση αποκατάσταση. Ανάρτηση πληροφοριών σχετικών με το σφάλμα για τους πελάτες, συλλογή των πιθανών αιτιών και στατιστικές καταγραφές.
- Ανάλυση της λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος, στατιστικά αρχεία με βάση τη λειτουργία σε πραγματικό χρόνο, ανάλυση και συλλογή συμβάντων δικτύου, κατάσταση συνδεσιμότητας, εποχιακή ανάλυση της διακύμανσης της ζήτησης ισχύος, βελτιστοποίηση της προγραμματισμένης συντήρησης του συστήματος.
- Αναφορές και στατιστικές: ετήσιες στατιστικές που αφορούν την παραγωγή, την κατανάλωση καυσίμων και τη διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα ηλεκτρικά συστήματα, ανάλυση ανατροφοδότησης για τις μέσες ετήσιες αποδόσεις και την αξιοπιστία του συστήματος, on-line ανάρτηση ετήσιων τεχνικών δελτίων για τη λειτουργία του συστήματος.



Ο τομέας των Λειτουργιών

-Υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του τομέα των λειτουργιών

- Υπολογισμοί δικτύου: μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και υπολογισμοί των χαρακτηριστικών μεγεθών του δικτύου (ονομαστική συχνότητα και τάση RMS) και αξιολόγηση της ομαλής λειτουργίας, της αξιοπιστίας, της ασφάλειας και της σταθερότητας του συστήματος.
- Σχεδιασμός λειτουργίας: υπολογιστικές προσομοιώσεις της λειτουργίας του έξυπνου δικτύου και προγραμματισμός ενεργειών με βάση τα αποτελέσματα, όπως βραχυπρόθεσμος ή μακροπρόθεσμος σχεδιασμός της λειτουργίας του συστήματος, προγραμματισμός ενεργειών μεταγωγής, προγραμματισμός εισαγωγής ισχύος από γειτονικά δίκτυα για αποφυγή υψηλού κόστους παραγωγής κ.λπ.
- Συντήρηση και κατασκευή: επιθεώρηση, καθαρισμός, ρύθμιση και συντήρηση του εξοπλισμού του ηλεκτρικού συστήματος, σχεδιασμός και οργάνωση της κατασκευής νέων στοιχείων. Επιπλέον κατανομή και χρονοδιάγραμμα των εργασιών συντήρησης και κατασκευής, καταγραφή αρχείων από τεχνικούς πεδίου για εκτελούμενες εργασίες.



Ο τομέας των Λειτουργιών

-Υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του τομέα των λειτουργιών

- Σχεδιασμός επέκτασης: ανάπτυξη μακροπρόθεσμων σχεδίων για την επέκταση του ηλεκτρικού δικτύου με στόχο τη διατήρηση της αξιοπιστίας του συστήματος, σχεδιασμός και καθορισμός των έργων που απαιτούνται για την επέκταση του δικτύου (νέες γραμμές μεταφοράς ή διανομής, τροφοδοσίες, διακόπτες, μετασχηματιστές κ.λπ.), παρακολούθηση του κόστους κατασκευής και της απόδοσης του συστήματος, διαχείριση και προγραμματισμός της κατασκευής.
- Υποστήριξη πελατών: υποστήριξη πελατών για την αγορά, εγκατάσταση και λειτουργία εξοπλισμού παραγωγής, αποθήκευσης ή διαχείρισης ενέργειας, διαχείριση και αντιμετώπιση προβλημάτων λειτουργίας ή δυσλειτουργίας, αναμετάδοση προβλημάτων πελατών και διατήρηση σχετικών αρχείων.



Ο τομέας της Παραγωγής

Το τομέας της παραγωγής συμπεριλαμβανομένου του τομέα των Κατανεμημένων Ενεργειακών Πόρων - Distributed Energy Resources (DER) αποτελεί την κύρια παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για το έξυπνο δίκτυο.

Συνδέεται με τους τομείς μεταφοράς, διανομής ή πελατών.

Μοιράζεται διεπαφές επικοινωνίας με τους τομείς λειτουργιών, αγορών, μεταφοράς και διανομής.

Αυτός ο τομέας περιλαμβάνει όλα όσα έχουν να κάνουν με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως:

- Κεντρικοί συμβατικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής
- Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεγάλου μεγέθους
- Κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας από σταθμούς μικρής κλίμακας.



Ο τομέας της Μεταφοράς

Ο τομέας μεταφοράς περιλαμβάνει την απαιτούμενη τεχνική υποδομή και τις εκτελούμενες εργασίες όσον αφορά τη μεταφορά (ή τη μετάδοση) ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς, που αποτελούν τα σημεία ζεύξης μεταξύ των δικτύων μεταφοράς και διανομής.

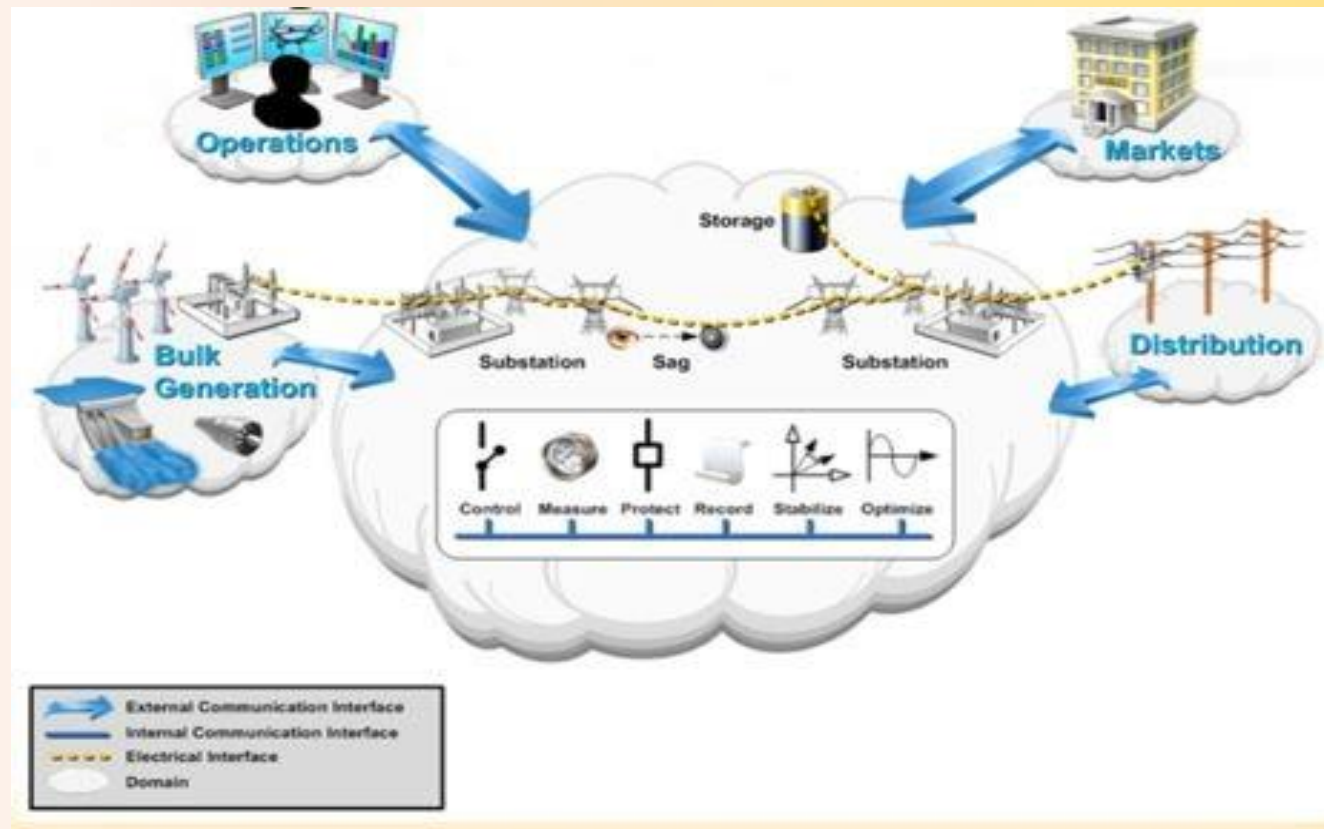
Τυπικά, υπεύθυνες για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία των δικτύων μεταφοράς είναι οι εταιρείες κοινής ωφελείας, γνωστές ως:

- Περιφερειακός Διαχειριστής Μεταφοράς – Regional Transmission Operator (RTO)
- Ανεξάρτητος Διαχειριστής Συστήματος – Independent System Operator (ISO)
- Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς – Transmission System Operator (TSO)



Ο τομέας της Μεταφοράς

Ένα δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από πύργους, γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας κτλ. και συνήθως παρακολουθείται και ελέγχεται διαμέσου ενός συστήματος SCADA που χρησιμοποιεί ένα δίκτυο επικοινωνίας, συσκευές παρακολούθησης πεδίου και συσκευές ελέγχου.





Συστήματα Αυτόματου Εποπτικού Ελέγχου και Πρόσκτησης Δεδομένων (SCADA)

- Τα SCADA αλλιώς αναφέρονται και ως Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών, εφόσον χρησιμοποιούνται στις διατάξεις για απομακρυσμένο έλεγχο των ενεργειακών φορτίων και συλλογή σχετικών στοιχείων. Διαθέτουν αφενός τη δυνατότητα λήψης δεδομένων που σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού αφετέρου τη δυνατότητα αποστολής σημάτων ελέγχου ενεργειακών καταναλώσεων. Τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής πληροφοριών SCADA σε πραγματικό χρόνο συλλέγουν, επεξεργάζονται, απεικονίζουν και αποθηκεύουν δεδομένα.
- Το SCADA συνδέεται με δύο ειδών γραμμές, αφενός με γραμμές μεταφοράς ισχύος, αφετέρου με γραμμές διακίνησης δεδομένων. Ανάμεσα σε όλα χρησιμοποιεί διαδικτυακές επικοινωνίες, για σύνδεση με καταναλώσεις ισχύος, χρησιμοποιώντας υπολογιστές ή τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (Programmable Logic Controller, PLC) ή ελεγκτές αναλογικού ολοκληρωτικού διαφορικού ελέγχου (Proportional Integral Derivative Controller, PID). Υπάρχει δε μεγάλη πληθώρα διαφόρου επιπέδου συστημάτων SCADA.



Ο τομέας της Διανομής

Ο τομέας διανομής αποτελεί την ηλεκτρική διασύνδεση μεταξύ του τομέα της μεταφοράς και του τομέα των πελατών.

Περιλαμβάνει τα σημεία μέτρησης για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τις γραμμές του δικτύου διανομής, τους υποσταθμούς μέσης έως χαμηλής τάσης και τυχόν υφιστάμενες κατανεμημένες μονάδες αποθήκευσης και παραγωγής.

Τα ηλεκτρικά συστήματα διανομής ανάλογα με τη δομή τους μπορεί να είναι:

- Ακτινωτά (η πιο συνηθισμένη)
- Κυκλικά
- Δικτυωτά



Τεχνικές διαχείρισης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (DSM)

Οι τεχνικές διαχείρισης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας – Demand Side Management (DSM) περιλαμβάνουν οποιαδήποτε ενέργεια εκτελείται από την πλευρά της ζήτησης ενός ηλεκτρικού συστήματος και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του έξυπνου δικτύου.

Η DSM στοχεύει να βελτιώσει την ευελιξία, την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα του έξυπνου δικτύου, οδηγώντας επίσης σε επακόλουθη μείωση του κόστους παραγωγής, εφαρμόζοντας ενέργειες από την πλευρά της ζήτησης, απευθείας από τους ίδιους τους καταναλωτές ή από τον χειριστή του δικτύου, φυσικά με την έγκριση και τη συναίνεση των καταναλωτών.

«Η DSM αναφέρεται σε αλλαγές στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με τα συνήθη καταναλωτικά πρότυπα, ως απόκριση στις αλλαγές στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας με την πάροδο του χρόνου. Στοχεύει επίσης σε χαμηλότερη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους υψηλών τιμών χονδρικής αγοράς ή όταν η αξιοπιστία του συστήματος τίθεται σε κίνδυνο»



Τεχνικές διαχείρισης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (DSM)

Πρακτικά, οι τελικοί καταναλωτές καλούνται ή παρακινούνται από τον φορέα εκμετάλλευσης να τροποποιήσουν – προσαρμόσουν το προφίλ κατανάλωσης ισχύος τους σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες λειτουργίας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να:

- Διευκολύνουν την παραγωγή ισχύος του ηλεκτρικού συστήματος, δεδομένου ορισμένων πολύ συγκεκριμένων παραμέτρων λειτουργίας, όπως η διαθέσιμη συνολική δυναμικότητα παραγωγής, η διατήρηση της δυναμικής ασφάλειας του συστήματος, το ειδικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κ.λπ.
- Επιτύχουν για τον εαυτό τους χαμηλότερο κόστος προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, εκμεταλλευόμενοι προκαθορισμένα οικονομικά κίνητρα που δίνονται από τους παρόχους ή να διεκδικήσουν χαμηλές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας σε μια πλήρως απελευθερωμένη αγορά.



Διαμεσολαβητές DSM

Οι διαδικασίες DSM μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε απευθείας μεταξύ των καταναλωτών και της υπηρεσίας κοινής ωφέλειας, είτε μέσω ενός ενδιάμεσου φορέα.

Σε μια πιο ευέλικτη και αποτελεσματική προσέγγιση, στις απελευθερωμένες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, οι καταναλωτές οργανώνονται σε ομάδες από μεσάζοντες, οι οποίοι παίζουν το ρόλο των εκπροσώπων των καταναλωτών στο δίκτυο κοινής ωφέλειας.

Οι συγκεκριμένοι διαμεσολαβητές είναι γνωστοί ως:

- Πάροχοι υπηρεσιών περιορισμού παροχής ενέργειας - Curtailments Service Providers (CSP), καθώς συμβάλλουν στη μείωση της ζήτησης ενέργειας
- Συγκεντρωτές Πελατών Λιανικής - Aggregators of Retail Customers (ARC), αφού συγκεντρώνουν τους πελάτες σε ομάδες
- Πάροχοι απόκρισης ζήτησης - Demand Response Providers (DRP)



Τα προφίλ των πελατών

-Κατηγορίες Πελατών

Εμπορίου και Βιομηχανίας Μεγάλης Κλίμακας	Εμπορίου και Βιομηχανίας Μικρής Κλίμακας
<ul style="list-style-type: none">• Συνήθως διαθέτουν τις πιο προηγμένες τεχνολογίες για τον έλεγχο των φορτίων (που σχετίζονται με την κατασκευή και τον έλεγχο της διαδικασίας)• Μπορούν να συμμετέχουν σε αγορές ηλεκτρικής ενέργειας (χονδρικής ή λιανικής)	<ul style="list-style-type: none">• Τα κύρια φορτία διαμορφώνονται σε συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού, κλιματισμού και φωτισμό• Διαθέτουν εξοπλισμό παραγωγής είτε για εφεδρική ενέργεια έκτακτης ανάγκης, είτε για βοηθητική ισχύ, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διεσπαρμένη παραγωγή



Τα προφίλ πελατών

-Κατηγορίες Πελατών

Οικιακών Εφαρμογών	Μεμονωμένα plug-in ηλεκτρικά οχήματα
<ul style="list-style-type: none">• Χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρούς και περιορισμένους τύπους φορτίων• Στην πραγματικότητα δεν έχουν κίνητρο να επενδύσουν πολλά για να διαχειριστούν την ηλεκτρική τους χρήση• Συμμετέχουν κυρίως σε προγράμματα άμεσου ελέγχου φορτίου• Περαιτέρω συμμετοχή αναμένεται στο εγγύς μέλλον, χάρη στην ανάπτυξη νέων προτύπων και τεχνολογιών, όπως η προηγμένη υποδομή μέτρησης	<ul style="list-style-type: none">• Αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό νέο φορτίο στα υπάρχοντα συστήματα διανομής και η διάδοσή τους θα υποστηρίξει τη μετατόπιση φορτίου πέρα από τις ώρες αιχμής



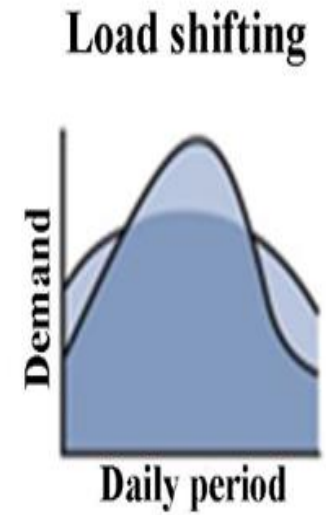
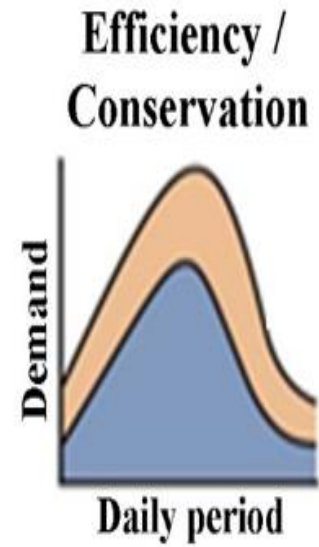
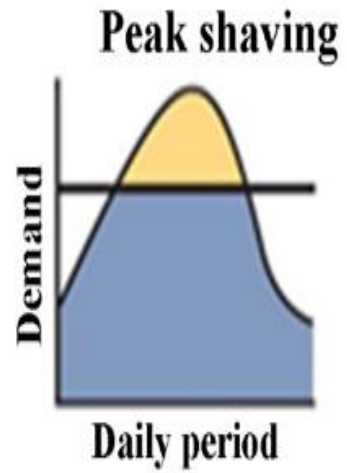
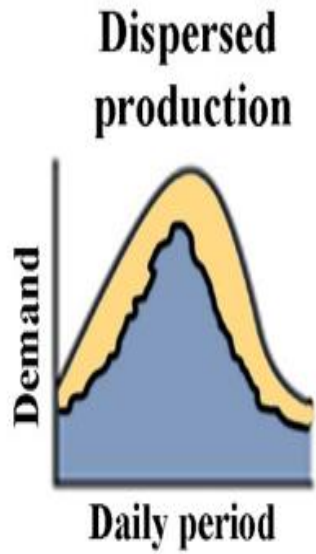
Στρατηγικές DSM

-Η διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης περιλαμβάνει τις εξής στρατηγικές

- Εξομάλυνση αιχμών φορτίου ή μετατόπιση του φορτίου πέρα από τις ώρες αιχμής και αναφέρεται στη μείωση της χρήσης των φορτίων κατά τη διάρκεια των υψηλών περιόδων ζήτησης. Αυτό μπορεί να καθυστερήσει την ανάγκη για πρόσθετη παραγωγή. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι η μείωση τόσο της ζήτησης αιχμής όσο και της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η εξομάλυνση αιχμών φορτίου μπορεί να επιτευχθεί με άμεσο έλεγχο των συσκευών των πελατών.
- Εξοικονόμηση ενέργειας: Αναφέρεται στη μείωση της κατανάλωσης από τους καταναλωτές. Υπάρχει καθαρή μείωση τόσο στη ζήτηση όσο και στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Η στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να εφαρμοστεί παροτρύνοντας τους πελάτες να χρησιμοποιούν συσκευές περισσότερο ενεργειακά αποδοτικές.
- Περικοπές φορτίου: Αναφέρεται στη μείωση της κατανάλωσης φορτίου με τη θέληση των τελικών καταναλωτών.
- Διάσπαρτη παραγωγή: Αναφέρεται στη μικρής κλίμακας διάσπαρτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μεγάλο αριθμό τελικών χρηστών, οι οποίοι γίνονται ταυτόχρονα και οι ίδιοι παραγωγοί. Η διάσπαρτη παραγωγή, η οποία πραγματοποιείται σε λειτουργία net-metering, οδηγεί σε ανάλογη μείωση του καθαρού φορτίου για τους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.



Στρατηγικές DSM





Κατανεμημένη Παραγωγή Ενέργειας

Η παραγωγή διασκορπισμένης ενέργειας αναφέρεται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από διασκορπισμένες μονάδες μικρού μεγέθους, που ανήκουν στους καταναλωτές ή σε μεμονωμένους παραγωγούς.

Αυτές οι διασκορπισμένες μονάδες περιλαμβάνουν συνήθως φωτοβολταϊκούς σταθμούς, μικρές ανεμογεννήτριες, σταθμούς βιομάζας, μονάδες συνδυασμένης θερμότητας και ισχύος (CHP) και ακόμη και θερμικές γεννήτριες μικρού μεγέθους.

Τέτοιοι μικρού μεγέθους σταθμοί μπορούν να υλοποιηθούν με δύο εναλλακτικά κίνητρα:

- Επιστροφή χρημάτων στους παραγωγούς για την ηλεκτρική ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο, βάσει εναλλακτικών πολιτικών τιμολόγησης: προκαθορισμένες, σταθερές και εγγυημένες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας (καθεστώς feed-in-tariff) ή ποικίλες τιμές, που καθορίζονται βάσει προσφορών που δημοσιεύονται στο διαδίκτυο από παραγωγούς εντός των απελευθερωμένων αγορών χοντρικής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Λειτουργία net-metering.



Μετατόπιση Κατανάλωσης Ενέργειας

-Η μετατόπιση κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί εναλλακτικά με δύο τρόπους:

- Άμεση μετατόπιση της χρήσης συγκεκριμένων, εύκαμπτων φορτίων από τις περιόδους ζήτησης αιχμής στις περιόδους ζήτησης εκτός αιχμής: πλυντήρια, σιδέρωμα, ακόμη και μαγείρεμα και ρύθμιση εσωτερικού χώρου, με προψύξη ή προθέρμανση των κλιματιζόμενων χώρων σε περιόδους χαμηλής ζήτησης ισχύος, ή με την εισαγωγή ενεργών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης με χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας του μέσου εργασίας και συνεχή λειτουργία
- Χρήση συσκευών αποθήκευσης ενέργειας. Η εξομάλυνση αιχμών φορτίου DSM βασίζεται στην εισαγωγή μικρού μεγέθους, διάσπαρτων συσκευών αποθήκευσης ενέργειας (π.χ. ηλεκτροχημικές μπαταρίες) από τους καταναλωτές. Η ηλεκτρική ενέργεια απορροφάται από το δίκτυο κατά τις περιόδους χαμηλής ζήτησης ενέργειας και χαμηλών τιμών προμήθειάς της, προκειμένου να εγχέεται πίσω στο δίκτυο κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης ισχύος.



Περικοπή Φορτίου

Ο περιορισμός ενέργειας αναφέρεται στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των τελικών χρηστών, ανεξάρτητα από τις ενεργειακές τους ανάγκες, σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και μετά από σχετικό αίτημα του χειριστή ή ενός συγκεντρωτή.

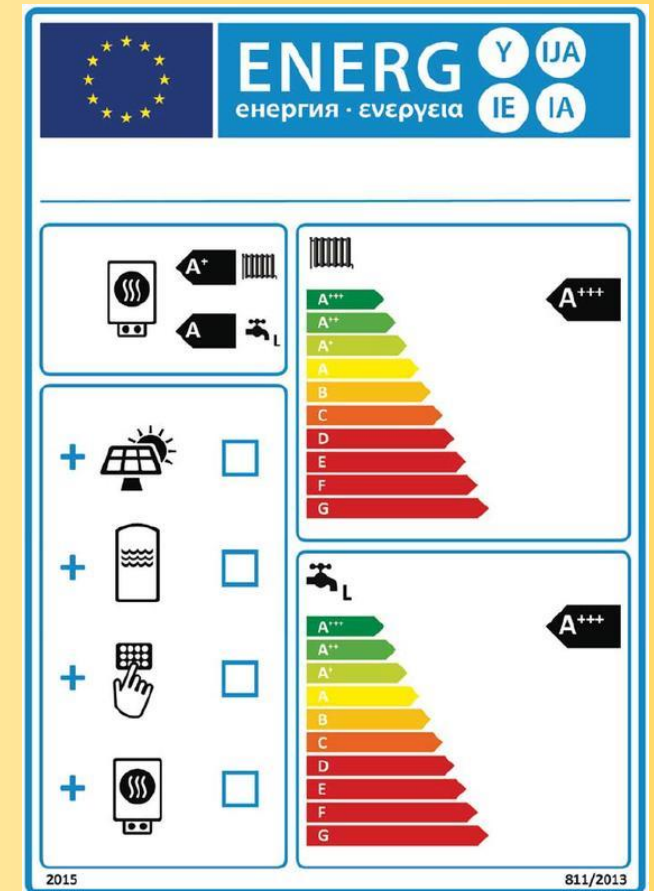
Αυτή η στρατηγική μπορεί να υλοποιηθεί με δύο κυρίως εναλλακτικές προσεγγίσεις και προγράμματα:

- Προγράμματα DLC: Βασίζονται σε συμφωνίες μεταξύ της υπηρεσίας κοινής ωφέλειας και των καταναλωτών που ορίζουν τους όρους και τις προϋποθέσεις, υπό τις οποίες η εταιρεία κοινής ωφέλειας ή ένας συνεργάτης μπορεί να ελέγχει και να διαχειρίζεται εξ αποστάσεως τη χρήση συγκεκριμένων ηλεκτρικών συσκευών. Η DLC εφαρμόζεται κυρίως για τον έλεγχο της χρήσης των συσκευών φωτισμού και της λειτουργίας του εξοπλισμού θέρμανσης και, δευτερευόντως, άλλων τύπων καταναλώσεων, όπως ψυγεία, καταψύκτες και αντλίες.
- Έξυπνα προγράμματα τιμολόγησης: Η έξυπνη τιμολόγηση αναφέρεται στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους υψηλής της τιμολόγησης. Οι καταναλωτές είναι ελεύθεροι να προσαρμόσουν την κατανάλωσή τους με βάση την τιμολογιακή πολιτική που εφαρμόζει η εταιρεία κοινής ωφέλειας, προκειμένου να επιτύχουν τελικά τη χαμηλότερη δυνατή τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις ανάγκες τους.



Ενεργειακή Απόδοση

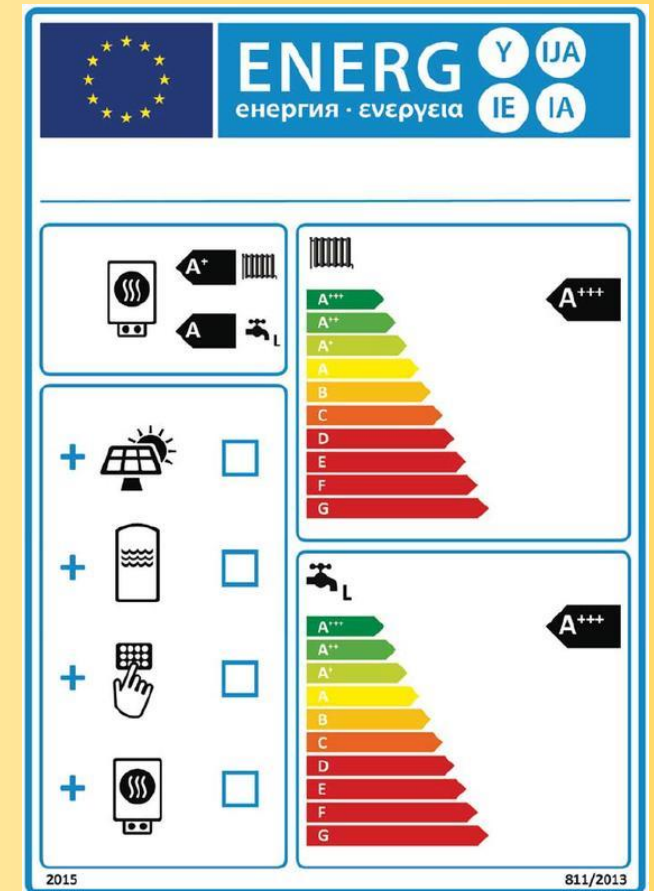
- Τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν τεχνολογικά μέτρα που παράγουν τα ίδια ή καλύτερα επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών (π.χ. για φωτισμό, ισχύ κινητήρα κ.λπ.) χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια.
- Ανάλογα με το χρόνο χρήσης του εξοπλισμού, τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης μπορούν να επιφέρουν σημαντικές μειώσεις στη ζήτηση αιχμής.
- Τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης συνεπάγονται ότι, χωρίς τροποποίηση της πρακτικής λειτουργίας και, προκειμένου να μειωθεί η χρήση ενέργειας, νέες συσκευές που χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια θα πρέπει να αντικαταστήσουν τις αναποτελεσματικές συσκευές των υπαρχόντων καταναλωτών.
- Προκειμένου να ωθήσουν τους πελάτες να αποκτήσουν, να εγκαταστήσουν και να υιοθετήσουν μέτρα ενεργειακής απόδοσης στις εγκαταστάσεις τους, τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης προσφέρουν οικονομικά κίνητρα και υπηρεσίες.





Ενεργειακή Απόδοση

- Οι υπερσύγχρονες οικιακές συσκευές όχι μόνο προσφέρουν υψηλότερη απόδοση, αλλά παρουσιάζουν επίσης μια σειρά από καινοτόμα χαρακτηριστικά για την προσέγγιση υψηλότερης εξοικονόμησης ενέργειας και τη διευκόλυνση της αποτελεσματικής λειτουργίας του δικτύου.
- Πρόκειται για τις λεγόμενες «έξυπνες συσκευές», με λειτουργίες παρακολούθησης και ελέγχου, που επιτρέπουν την επικοινωνία με άλλες συσκευές, έξυπνους μετρητές και Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας.
- Το κύριο χαρακτηριστικό λειτουργίας αυτών των συσκευών που τις χαρακτηρίζει ως έξυπνες συσκευές είναι η χρήση ενός έξυπνου αλγορίθμου διαχείρισης που στοχεύει στη βελτιστοποίηση του φορτίου τους στο ηλεκτρικό σύστημα, σύμφωνα με τα σήματα που λαμβάνονται από το βοηθητικό πρόγραμμα.





Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Tesla PowerWall

Η νέα οικιακή μπαταρία της Tesla ονομάζεται Powerwall και αποτελεί τη νέα πρότασή της, ικανή να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες τους για περίπου οκτώ ώρες. Όπως ανακοίνωσε ο ιδρυτής της Tesla, πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο «θα μπορούσε να φέρει την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο ο κόσμος καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια».

Η εταιρεία, ευρέως γνωστή για τα ηλεκτροκίνητα οχήματά της, στοχεύει πλέον στην χρήση της τεχνογνωσίας της με πυρήνα την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και σε άλλους τομείς.

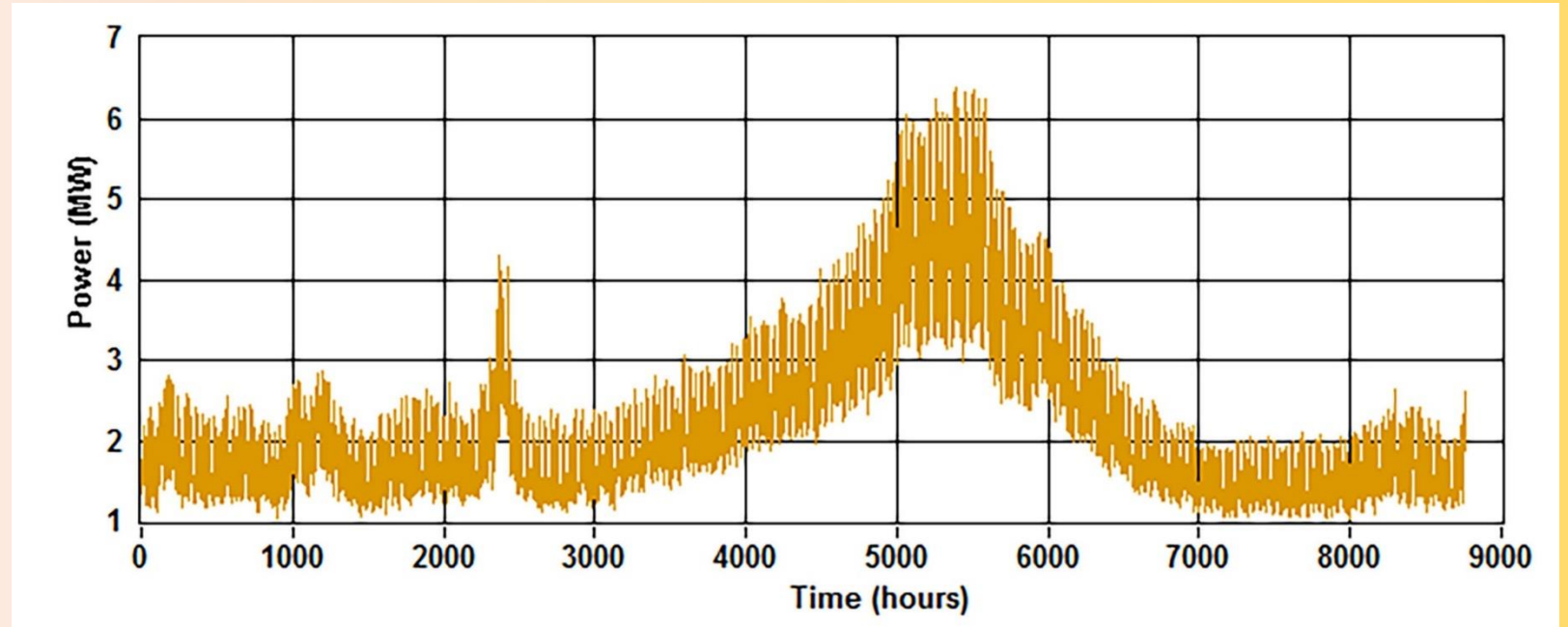
Η μπαταρία θα φορτίζει κατά τη διάρκεια της ημέρας, αποθηκεύοντας ηλιακή ενέργεια από φωτοβολταϊκά πάνελ ή άλλες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, την οποία θα προσφέρει αργότερα σε νοικοκυριά και μικρές επιχειρήσεις. Ακόμα όμως και αν δεν διαθέτει κάποιος φωτοβολταϊκά, η μπαταρία είναι σε θέση να αποθηκεύει ενέργεια κατά τις ώρες που το ρεύμα είναι φθινό (π.χ. βράδυ) και να τις διοχετεύει στο σπίτι στις ώρες αιχμής που το ρεύμα είναι ακριβό.

Η μπαταρία μεγέθους περίπου ενός τετρ. μέτρου, μπορεί, κατά την εταιρεία, να εγκατασταθεί εύκολα τόσο σε εξωτερικούς, όσο και σε εσωτερικούς χώρους της κατοικίας ή του γραφείου. Η Powerball αξίας 3.000 δολαρίων (δηλαδή περίπου 2.670 ευρώ) είναι ικανή να προσφέρει ενέργεια που αγγίζει τις 7 κιλοβατώρες, δηλαδή περίπου το $\frac{1}{4}$ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός μέσου νοικοκυριού.



Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Η περίπτωση της Σίφνου



Ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας: 18.858 MWh

Μέγιστη Ετήσια ζήτηση ισχύος: 6,37MW



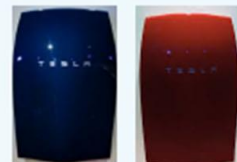
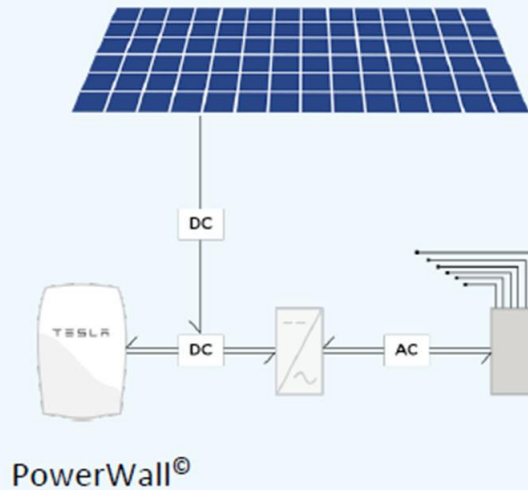
Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Η περίπτωση της Σίφνου

Ας υποθέσουμε ότι 200 από τις 800 οικογένειες στο νησί εγκαθιστούν μια Tesla PowerWall 5kW / 14kWh. Αυτό θα δώσει συνολική ισχύ εκφόρτισης 1MW και χωρητικότητα αποθήκευσης 2,8MWh.

An Example: Tesla PowerWall[®] - 10kWh units for homes

Roof-top solar panel or similar

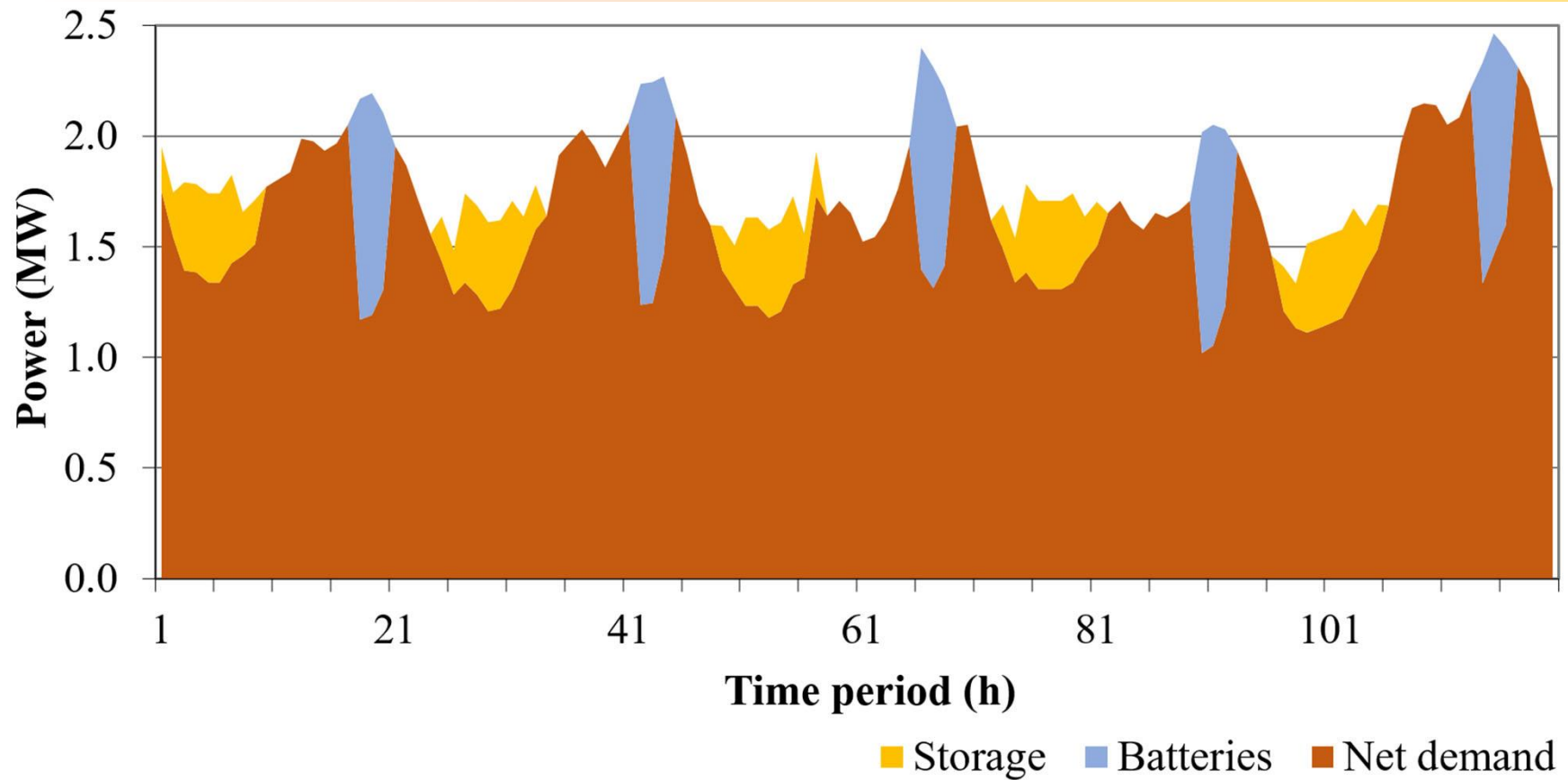


- Balancing solar energy
- Energy security
- Off-grid solutions



Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Η περίπτωση της Σίφνου



Με τη νυχτερινή φόρτιση, τα φορτία αιχμής σε περιόδους υψηλής ζήτησης μπορούν να μειωθούν κατά 1MW, δηλαδή τουλάχιστον 15% κατά την περίοδο αιχμής ζήτησης, για 2.8 ώρες ημερησίως.



Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Η περίπτωση της Σίφνου

- Εάν υποθέσουμε 80% βάθος εκφόρτισης μπαταριών και 90% συνολική απόδοση κύκλου φόρτισης – εκφόρτισης, τότε η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μια μονάδα μπαταρίας θα είναι: $(0,8 \times 0,9 \times 14 \text{ kWh/ημέρα}) \times 365 \text{ ημέρες/έτος} = 3,679 \text{ kWh/έτος}$.
- Εάν η μετατόπιση αιχμής φορτίου στη Σίφνο επιβραβεύεται με έκπτωση 50% στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος (0.085€/kWh), τότε το ετήσιο οικονομικό όφελος θα είναι: $3,679 \text{ kWh/έτος} \times 0,085 \text{ €/kWh} = 312,7 \text{ €/έτος}$
- Ωστόσο, με το κόστος προμήθειας περίπου 5.600 €, η περίοδος απόσβεσης του συνολικού κόστους της προμήθειας θα είναι: $5.600 \text{ €} / 312,7 \text{ €/έτος} = 17,9 \text{ έτη}$.
- Το συνολικό απαιτούμενο κεφάλαιο θα είναι 1.120.000 €.



Παράδειγμα Μετατόπισης Αιχμής Φορτίου

-Η περίπτωση της Σίφνου

- Με προβλέψιμη διάρκεια ζωής της μπαταρίας ιόντων λιθίου στα 10 χρόνια, η παραπάνω υπολογιζόμενη χρονική περίοδος πρακτικά σημαίνει ότι η επένδυση δεν θα επιστραφεί ποτέ.
- Εάν το κόστος των μπαταριών ιόντων λιθίου πέσει στα 100 €/kWh, τότε με συνολικό κόστος προμήθειας 1.400 €, η περίοδος απόσβεσης μειώνεται στα 4,5 χρόνια.





Παράδειγμα Διάσπαρτης Παραγωγής

-Τι είναι το Net metering?

Το Net metering (αυτοπαραγωγή) είναι η διοχέτευση της τοπικά παραγόμενης ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές (φωτοβολταϊκά συνήθως) στο Δίκτυο, ενώ η καταναλισκόμενη απορροφάται επίσης από το Δίκτυο. Έτσι το Δίκτυο χρησιμοποιείται ουσιαστικά για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας, η οποία μέσω του συμψηφισμού ο οποίος γίνεται στο τέλος μιας περιόδου μέτρησης (ένα έτος, συνήθως) καταναλώνεται τοπικά. Η ιδανική εγκατεστημένη ισχύς απαιτεί προσεκτικό υπολογισμό αρκετών παραμέτρων ώστε να καταστεί βιώσιμη μια εγκατάσταση Net Metering.



Παράδειγμα Διάσπαρτης Παραγωγής

Η πιο δημοφιλής προσέγγιση διάσπαρτης παραγωγής είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ σε στέγες.

Ένα κοινό κόστος εγκατάστασης φωτοβολταϊκών είναι 1.000€/kW.

Για ένα τυπικό νοικοκυριό στην Ελλάδα με:

- Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 12 kWh ημερησίως, δηλαδή 4.380 kWh ετησίως
- Υποθέτοντας ετήσιο, τελικό συντελεστή δυναμικότητας 16,5% (σταθερή εγκατάσταση)

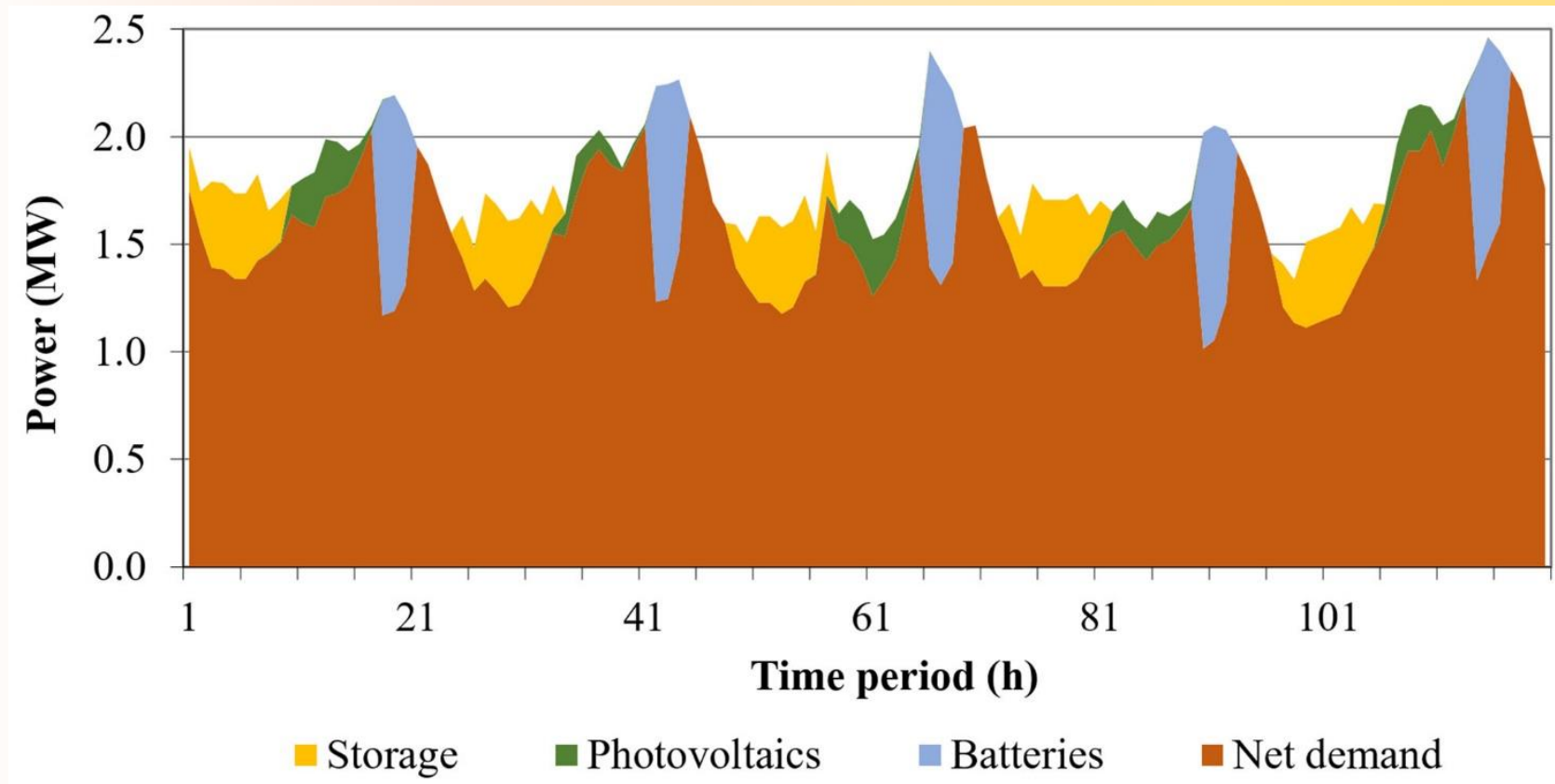
η απαιτούμενη ονομαστική ισχύς ενός φωτοβολταϊκού σταθμού για ίση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι 3 kW, συνεπαγόμενο συνολικό κόστος εγκατάστασης 3.000€.

Με την εγκατάσταση 3kW σε λειτουργία net-metering, η ετήσια μείωση του κόστους προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας για ένα τυπικό νοικοκυριό στην Ελλάδα υπολογίζεται χονδρικά στα 500€, υποδηλώνοντας μια περίοδο απόσβεσης περίπου 6 ετών.



Παράδειγμα Διάσπαρτης Παραγωγής

Στην περίπτωση της Σίφνου, εάν 200 κατοικίες εγκαταστήσουν στις στέγες τους φωτοβολταϊκό σταθμό 3 kW (συνολικά 600 kW), πρακτικά θα υπάρξει άλλη μια εξομάλυνση αιχμών φορτίου κατά τη διάρκεια της ημέρας.





Net Metering

- Από τον Ιανουάριο του 2015, που υπεγράφη η υπουργική απόφαση για την αυτοπαραγωγή ενέργειας με φωτοβολταϊκά (net metering), τίθεται σε ισχύ το πρόγραμμα γνωστό σε όλο τον κόσμο και ως net metering σύμφωνα με το οποίο τοποθετούνται φωτοβολταϊκά σε ένα κτίριο, η παραγωγή των οποίων αφαιρείται από την κατανάλωση του χρήστη.
- Ο συμψηφισμός με αυτοπαραγωγή είναι ενεργειακός (σε kWh) και γίνεται ετησίως με σύμβαση διάρκειας 25 ετών για αυτό και ονομάζεται συχνά αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό από φωτοβολταϊκά συστήματα.



Τι είναι η Αυτοπαραγωγή Ενέργειας

- Η έννοια της αυτοπαραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά υφίσταται σε πολλές χώρες με τον όρο net metering.
- Στην Ελλάδα από τον Οκτώβριο του 2013 τίθεται σε ισχύ η δυνατότητα για αυτοπαραγωγή ενέργειας ή αυτοκατανάλωση ή ιδιοκατανάλωση ενέργειας σε κάθε κτίριο (κατοικία ή επιχείρηση) με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φβ, ανεμογεννήτριες).
- Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση για την αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό από φωτοβολταϊκά συστήματα του Ιανουαρίου 2015 τίθεται όριο 20kWp σε όλα τα κτίρια (10kWp για τα μη-διασυνδεδεμένα νησιά του Αιγαίου) ή το ήμισυ της συμφωνημένης ισχύος, ανοίγοντας έτσι το παράθυρο για έργα αυτοπαραγωγής μεγαλύτερης ισχύος.

-Τι είναι το kWp (kilowatt peak of a system)?

kWp είναι η μέγιστη ισχύς ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ή πίνακα. Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών έχουν βαθμολογία σε κιλοβάτ αιχμής (kWp) που είναι ο ρυθμός με τον οποίο παράγουν ενέργεια σε μέγιστη απόδοση, όπως μια ηλιόλουστη μέρα το απόγευμα.

- Μπορεί να εγκαταστήσει φβ για αυτοπαραγωγή ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό από φωτοβολταϊκά συστήματα οποιοσδήποτε ιδιοκτήτης κατοικίας ή επιχείρησης με μετρητή της ΔΕΗ στο όνομά του ή ενοικιαστής του χώρου.

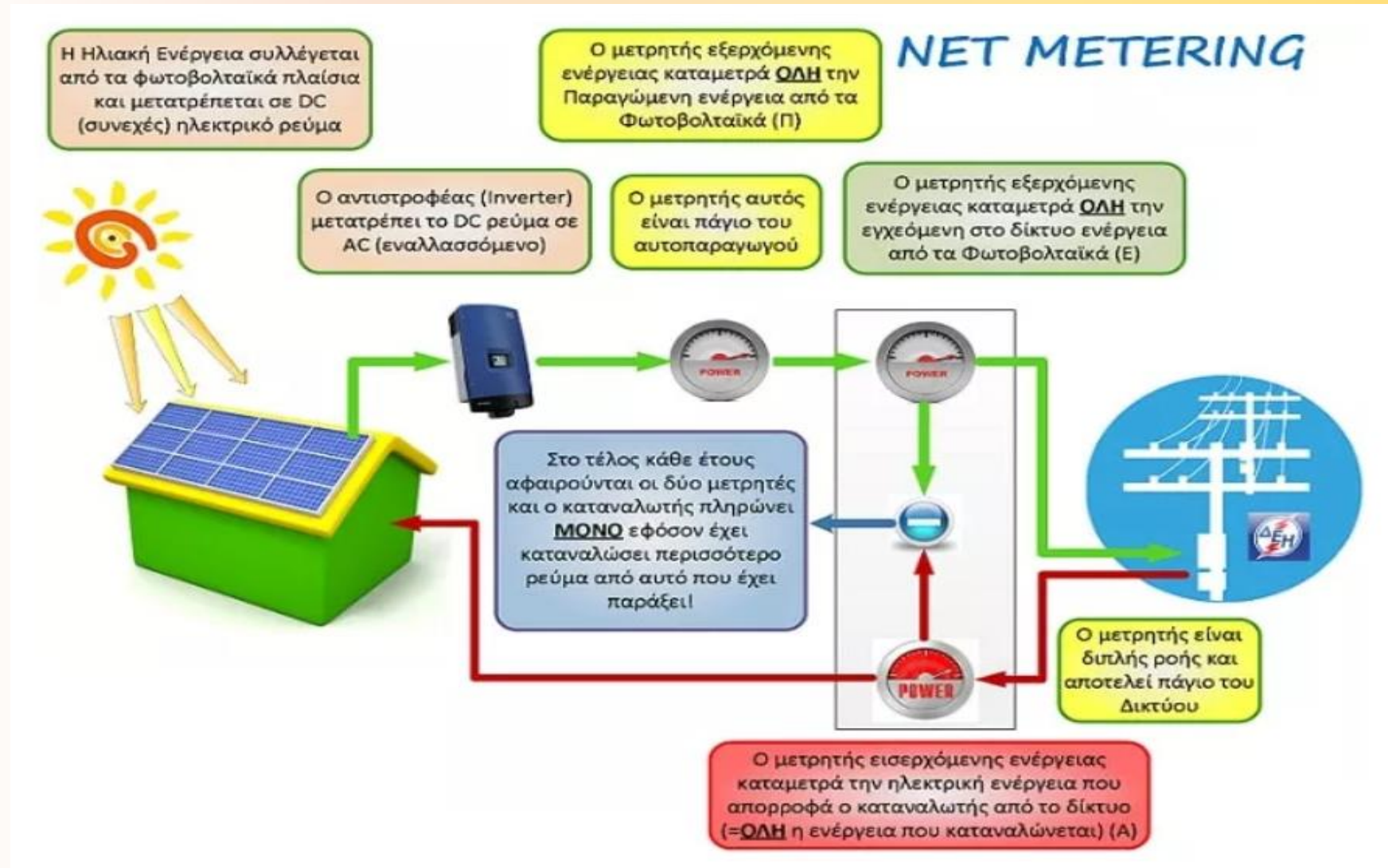


Net Metering

- Το κάθε σύστημα αυτοπαραγωγής ενέργειας πρέπει να αντιστοιχίζεται σε ένα και μόνο μετρητή ενώ δύνανται να τοποθετηθούν περισσότερα του ενός συστήματα αυτοπαραγωγής σε μία πολυκατοικία. Σε περίπτωση τοποθέτησης συστήματος από έναν εκ των ιδιοκτητών απαιτείται έγγραφη συναίνεση από τους υπόλοιπους ιδιοκτήτες.
- Τα συστήματα αυτοπαραγωγής ενέργειας είναι διασυνδεδεμένα με το δημόσιο δίκτυο (ΔΕΗ) συστήματα στα οποία γίνεται ενεργειακός συμψηφισμός παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας (σε αντίθεση με τα γνωστά διασυνδεδεμένα φβ με ταρίφα στα οποία γίνεται λογιστικός συμψηφισμός σε ευρώ €).
- Με απλά λόγια ο αυτοπαραγωγός ρεύματος με φωτοβολταϊκά παράγει την ενέργεια που χρειάζεται με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών και την καταναλώνει απευθείας στο κτίριό του την ίδια στιγμή. Το κτίριο παραμένει διασυνδεδεμένο με το δίκτυο δημόσιου ηλεκτρισμού. Όταν δεν του αρκεί η ενέργεια αντί να έχει συσσωρευτές, όπως με ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό, παίρνει από το δίκτυο.
- Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών για αυτοπαραγωγή, η περίσσεια ενέργειας κατά της διάρκειας της ημέρας διοχετεύεται στη ΔΕΗ και ο καταναλωτής ουσιαστικά "την ξαναπαίρνει πίσω" κατά τη διάρκεια της βραδιάς ή όταν την χρειαστεί εντός ενός έτους.
- Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται το κόστος των μπαταριών (το πιο φθαρτό τμήμα ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού), οι οποίες είναι το τμήμα εκείνο ενός αυτόνομου συστήματος που θέλει αντικατάσταση γρηγορότερα και έχει τεράστιο κόστος.

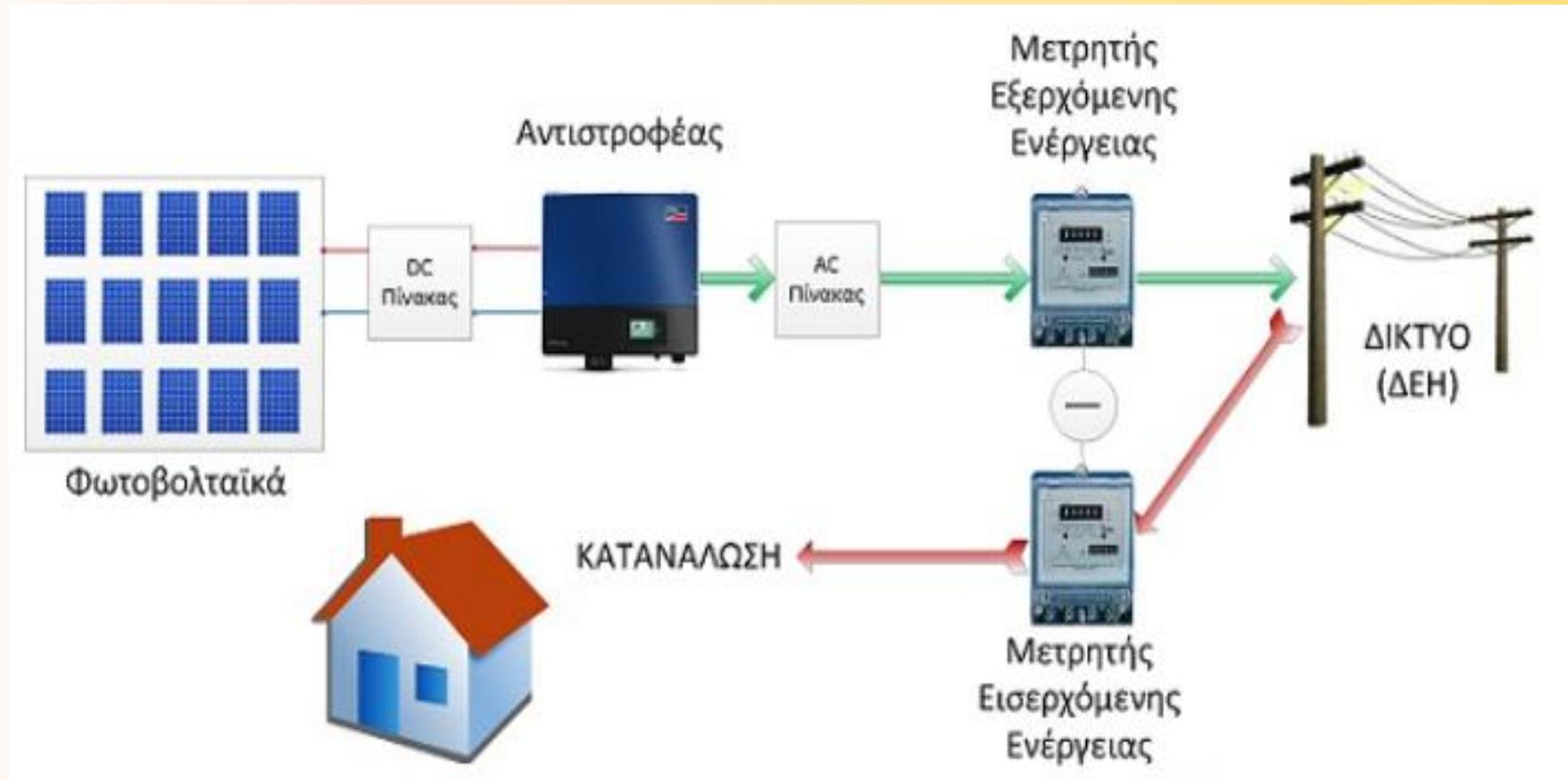


Σχηματικό Διάγραμμα του Net Metering





Net Metering





Net Metering





Net Metering

- Η μέτρηση θα γίνεται με μετρητής διπλής κατεύθυνσης όπως μέχρι τώρα με τα οικιακά διασυνδεδεμένα φβ. Ο χρήστης για παράδειγμα σε ένα έτος θα έχει καταναλώσει 4000kWh και το φβ αυτοπαραγωγής θα έχει παράξει 3000kWh. Σε αυτή την περίπτωση ο καταναλωτής θα πληρώσει τη διαφορά των δύο μετρητών ήτοι 1000kWh.
- Ένα φωτοβολταϊκό αυτοπαραγωγής ενέργειας κατασκευάζεται όπως ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό. Αποτελείται από τα φβ πλαίσια που παράγουν συνεχή τάση και έναν αντιστροφέα που μετατρέπει την τάση σε εναλλασσόμενη έτοιμη για χρήση.
- Η αυτοπαραγωγή ρεύματος με φωτοβολταϊκά αποτελεί την καλύτερη λύση για εξάλειψη του κόστους ρεύματος για νοικοκυριά και επιχειρήσεις ενώ μπορεί να εξαλείψει και το κόστος θέρμανσης-κλιματισμού αν συνδυαστεί κατάλληλα με μία αντλία θερμότητας για παράδειγμα.



Οικονομικά Στοιχεία

Οικιακό τιμολόγιο		Εμπορικό τιμολόγιο Γ21	
Ετήσια κατανάλωση (kWh)	4.500	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	10.000
Χρέωση ενέργειας (Ανταγωνιστικές χρεώσεις, €/kWh)	0,1059	Χρέωση ενέργειας (Ανταγωνιστικές χρεώσεις, €/kWh)	0,1021
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Μεταφοράς, €/kWh)	0,0059	Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Μεταφοράς, €/kWh)	0,0058
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Διανομής, €/kWh)	0,0224	Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Διανομής, €/kWh)	0,0228
Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€/kWh)	0,0070	Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€/kWh)	0,0182
ΕΦΚ (€/kWh)	0,0022	ΕΦΚ (€/kWh)	0,0050
Ειδικό Τέλος 5%	0,0004	Ειδικό Τέλος 5%	0,0004
ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	0,0275	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	0,0313
Λοιπές επιβαρύνσεις (€/kWh)	0,0005	Λοιπές επιβαρύνσεις (€/kWh)	0,0005
ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)	0,1717	ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)	0,1861
ΦΠΑ	0,0223		
ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)	0,1940		

Πηγή: Hellenic



Υπολογισμός Φωτοβολταϊκού Net Metering

Ο υπολογισμός ενός φωτοβολταϊκού συμπληφισμού net metering είναι σχετικά απλώς αφού θα πρέπει να συγκεντρωθούν οι καταναλώσεις των τελευταίων ετών ώστε να καθοριστεί το μέγεθος του φωτοβολταϊκού που θα παράξει την ενέργεια αυτή (ίσως και λίγο μεγαλύτερο υπολογίζοντας μελλοντικές αυξήσεις στη ζήτηση ενέργειας).

-Παράδειγμα υπολογισμού

Αν υποθέσουμε κατοικία που καταναλώνει 12.000 kWh ετησίως και στην περιοχή (ανάλογα με σκιάσεις, προσανατολισμούς, κλίσεις κλπ) ένα φωτοβολταϊκό παράγει 1500 kWh ετησίως ανά kWp τότε απαιτούνται 8kWp για τον μηδενισμό της κατανάλωσης.

$$12.000 \text{ kWh} / 1500 \text{ kWh} = 8 \text{ kWp}$$

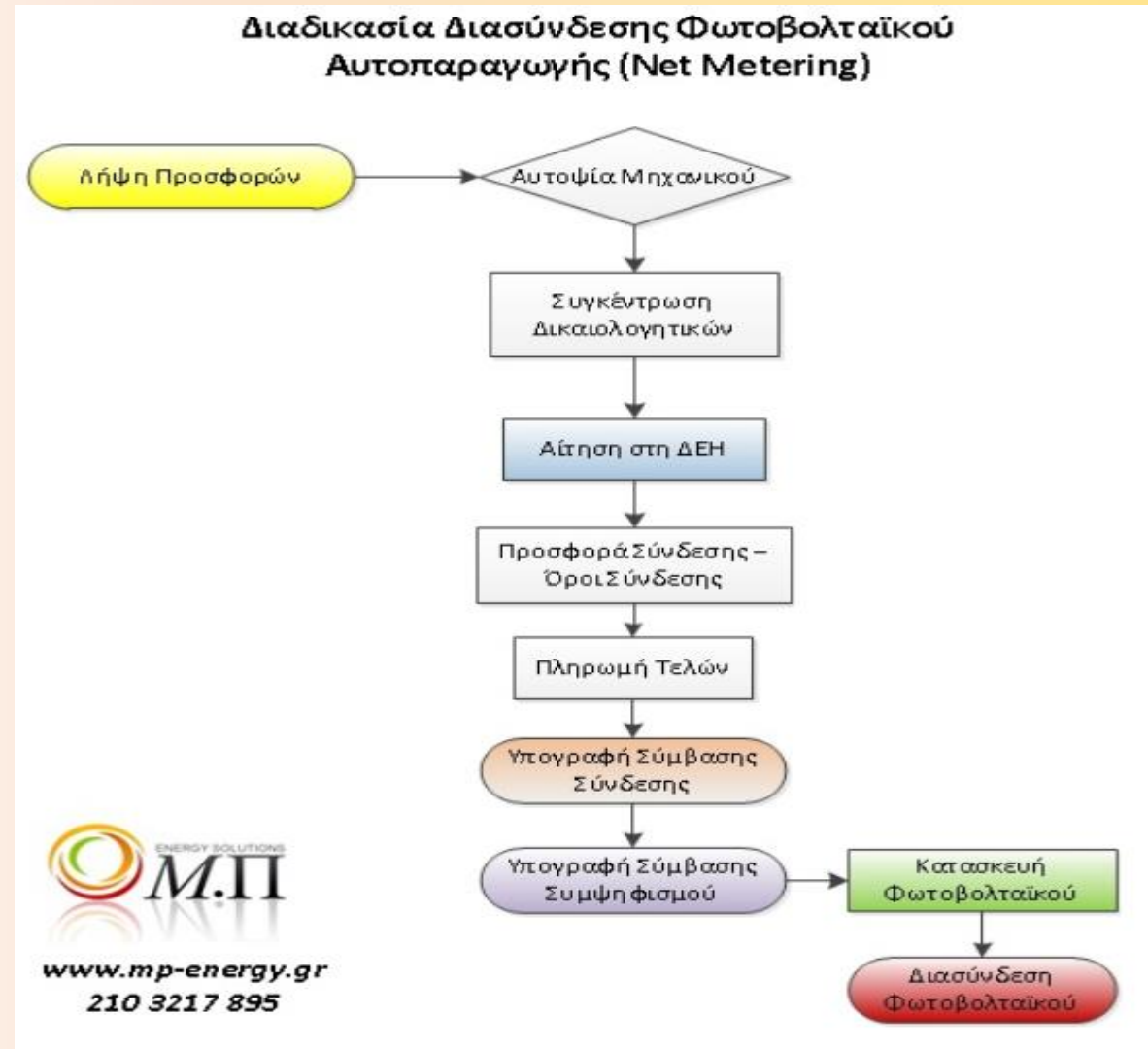


Διαδικασία – Δικαιολογητικά για Net Metering





Διαδικασία – Δικαιολογητικά για Net Metering





Διαδικασία – Δικαιολογητικά για Net Metering

- Για την κατάθεση της αίτησης για net metering στον ΔΕΔΔΗΕ απαιτούνται συνοπτικά τίτλοι ιδιοκτησίας του ακινήτου (ή μισθωτήριο) και έγγραφη βεβαίωση από τους υπόλοιπους συνιδιοκτήτες ότι επιτρέπουν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού από τον ενδιαφερόμενο (σε περίπτωση π.χ. πολυκατοικίας).
- Όσον αφορά τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για την κατάθεση αίτησης πέραν του εντύπου της αίτησης, αυτά συνοψίζονται στον διπλανό πίνακα. Συνοπτικά αναφέρουμε ότι κυρίως απαιτείται η απόδειξη νόμιμης χρήσης (τίτλοι ιδιοκτησίας ή μισθωτήριο) και η έγγραφη άδεια των συνιδιοκτητών).
- Τα υπόλοιπα έγγραφα είναι τεχνικές εκθέσεις, σχέδια και φυλλάδια ή υπεύθυνες δηλώσεις μηχανικού που αφορούν τον εγκαταστάτη του συστήματος.
- Ο ΔΕΔΔΗΕ μετά την αίτηση πρέπει σε 1 μήνα να στείλει την προσφορά σύνδεσης, η οποία ισχύει για 3 μήνες. Μέσα στο 3μηνο ο ενδιαφερόμενος καταθέτει δικαιολογητικά και αίτηση για Σύμβαση Συμψηφισμού η οποία καταρτίζεται από το ΔΕΔΔΗΕ εντός 15νθημέρου. Στη συνέχεια κατασκευάζεται το φωτοβολταϊκό net metering και κατατίθεται αίτηση ενεργοποίησης.

Δικαιολογητικά για αίτηση Φωτοβολταϊκού Net Metering	
✓	Τίτλοι Ιδιοκτησίας (συμβόλαιο με μεταγραφή σε υποθηκοφυλακείο ή μισθωτήριο)
✓	Οικοδομική άδεια ή Στοιχεία νομιμότητας κτιρίου
✓	Τελευταίος λογαριασμός ΔΕΗ (υποχρεωτικά εξοφλημένος)
✓	Υπεύθυνες δηλώσεις ενδιαφερόμενου
✓	Έγγραφη άδεια συνιδιοκτητών (Απόφαση Γεν. Συνέλευσης ή υπεύθυνες δηλώσεις)
✓	Κάτοψη δώματος-στέγης-εδάφους με φωτοβολταϊκά
✓	Μονογραμμικό Σχέδιο φωτοβολταϊκού
✓	Τεχνικά Φυλλάδια φωτοβολταϊκών πλαισίων - αντιστροφών
✓	Υπεύθυνες δηλώσεις Μηχανικού



Νομοθεσία Net Metering - Σύνοψη

-Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (Νόμος για αυτοπαραγωγή - Υπουργική Απόφαση net metering - Εγκύκλιοι και πληροφοριακό υλικό από ΔΕΗ) για το net metering:

- Μέγιστο όριο είναι τα 20kWp ή το μισό της συμφωνημένης ισχύος για το διασυνδεδεμένο σύστημα με άνω όριο τα 500kW
- Μέγιστο όριο τα 5kWp για μονοφασικό μετρητή (ειδιάλλως πρέπει να γίνει επαύξηση)
- Μέγιστο όριο τα 10kWp (μέγιστο όριο 20kWp - μισό συμφωνημένης ισχύος) στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα (νησιά) εκτός από Κρήτη (20kW - 50kW άνω όριο)
- Σε Πελοπόννησο, Άνδρο, Τήνο και Νότια Εύβοια καταργείται (7/6/19) το άνω όριο τα 20kWp
- Επιτρέπεται πλέον (2019) η χρήση μπαταριών στο net metering (ώστε να βελτιώνεται ο ταυτοχρονισμός παραγωγής - κατανάλωσης)
- Μπορεί να το εγκαταστήσει και ο μισθωτής ενός ακινήτου (ή μετά από δωρεάν παραχώρηση)
- Η καταμέτρηση και ο συμψηφισμός γίνεται σε κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό και η διαφορά ενέργειας πιστώνεται στον επόμενο συμψηφισμό για 3 χρόνια (2019)
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε μία πολυκατοικία περισσότερα συστήματα του ενός
- Κάθε φωτοβολταϊκό net metering πρέπει να αντιστοιχίζεται σε ΕΝΑ και μόνο μετρητή



Νομοθεσία Net Metering - Σύνοψη

- Μπορεί να τοποθετηθεί σε στέγη-δώμα ή κήπο-έδαφος ακόμη και σε όμορο χωράφι
- Προς το παρόν μπορούν να τοποθετηθούν μόνο φωτοβολταϊκά (σύντομα και ανεμογεννήτριες)
- Πρέπει να έχουν εξοφληθεί όλοι οι λογαριασμοί ΔΕΗ
- Το κόστος στη ΔΕΗ είναι κάτω από 400€ έως 55kWp
- Επαύξηση λειτουργούντος συστήματος μετά από νέα αίτηση και προσφορά σύνδεσης
- Μπορεί ένα φωτοβολταϊκό με ταρίφα να μετατραπεί σε φωτοβολταϊκό net metering με νέα σύνδεση
- ΔΕΝ επιτρέπεται στον ίδιο μετρητή να αντιστοιχίζονται περισσότερα του ενός φωτοβολταϊκά (πχ φωτοβολταϊκό με ταρίφα και net metering)
- Δεν υπάρχει περιορισμός κατά άτομο των φωτοβολταϊκών με net metering που μπορεί να έχει
- Σε εργοταξιακές παροχές δεν μπορεί να γίνει συμψηφισμός με net metering καθώς δεν θεωρούνται μόνιμες



Πως γίνεται ο συμψηφισμός Net Metering

Ο αυτοπαραγωγός net metering χρεώνεται την διαφορά Απορροφώμενης (Α) - Εγχεόμενη (Ε) ενέργεια εφόσον είναι θετική (αν είναι αρνητική δεν χρεώνεται - το περίσσευμα μετά την τριετία από την ενεργοποίηση το "χαρίζει").

Έτος	Τετράμηνο	Ποσότητες ενέργειας (kWh)						
		Απορροφώμενη (Α)	Εγχεόμενη (Ε)	Συμψηφιζόμενη (N=A-E)	Χρεωστέα	Πιστούμενη διαφορά	Παραγόμενη (Π)	Κατανάλωση (Κ= Α+Π-Ε)
1 ^ο	A	1500	900	600	600	0	1500	2100
	B	700	1500	-800	0	800	2300	1500
	Γ	1000	800	200	0	600	1300	1500
2 ^ο	A	1200	1000	200	0	400	1400	1600
	B	800	1500	-700	0	1100	2400	1700
	Γ	1100	900	200	0	900	1300	1500
3 ^ο	A	1300	1000	300	0	600	1500	1800
	B	1000	1400	-400	0	1000	2500	2100
	Γ	1200	900	300	0	700	1400	1700
ΤΡΙΕΤΙΑ		9800	9900	-100	0	0	15600	15500

Μετρούμενα μεγέθη

Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ



Όρια Ισχύος Φωτοβολταϊκού Net Metering

-Περιορισμοί στην ισχύ του φωτοβολταϊκού net metering για το διασυνδεδεμένο σύστημα

Διασυνδεδεμένο Σύστημα				
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο Μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) Παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς ΦΒ συστήματος Αυτοπαραγωγής Net Metering (kWp)	
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα	ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ
Χαμηλή τάση	03 Μονοφασικό	8 kVA	5 kWp	5 kWp
	05 Μονοφασικό	12 kVA	5 kWp	5 kWp
	1	15 kVA	15 kWp	15 kWp
	2	25 kVA	20 kWp	25 kWp
	3	35 kVA	20 kWp	35 kWp
	4	55 kVA	27,5 kWp	55 kWp
	5	85 kVA	42,5 kWp	85 kWp
	6	135 kVA	67,5 kWp	100 kWp
7	250 kVA	100 kWp	100 kWp	
Μέση τάση	-	-	100% * Συμφωνημένη Ισχύ και μέχρι 1.000 kWp	100% * Συμφωνημένη Ισχύ και μέχρι 1.000 kWp



Όρια Ισχύος Φωτοβολταϊκού Net Metering

-Περιορισμοί στην ισχύ του φωτοβολταϊκού net metering για το μη διασυνδεδεμένο σύστημα

Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα Νησιά-Κρήτη-Ρόδος							
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο Μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) Παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς ΦΒ συστήματος Αυτοπαραγωγής – Net Metering (kWp)				
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα			ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ Κοινοφελούς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπού	
			Κρήτη	Ρόδος	Λοιπά ΜΔΝ	Κρήτη Ρόδος	Λοιπά ΜΔΝ
Χαμηλή τάση	03 Μονοφασικό	8 kVA	5 kWp	5 kWp	5 kWp	5 kWp	5 kWp
	05 Μονοφασικό	12 kVA	5 kWp	5 kWp	5 kWp	5 kWp	5 kWp
	1	15 kVA	15 kWp	10 kWp	10 kWp	15 kWp	15 kWp
	2	25 kVA	20 kWp	12,5 kWp	12,5 kWp	25 kWp	25 kWp
	3	35 kVA	20 kWp	17,5 kWp	17,5 kWp	35 kWp	35 kWp
	4	55 kVA	27,5 kWp	27,5 kWp	20/27,5* kWp	55 kWp	55 kWp
	5	85 kVA	42,5 kWp	42,5 kWp	20/42,5* kWp	85 kWp	85 kWp
	6	135 kVA	67,5 kWp	67,5 kWp	20/50* kWp	100 kWp	100 kWp
7	250 kVA	100 kWp	100 kWp	20/50* kWp	100 kWp	100 kWp	
Μέση τάση	-	-	100 kWp	100 kWp	20/50* kWp	100% *Συμφωνημένη Ισχύ και μέχρι 300 kWp	100 kWp

* Το μεγαλύτερο μέγεθος αφορά στα συμπλέγματα Κω, Λέσβου, Θήρας, Χίου και Σάμου



Απόσβεση Net Metering

- Η απόσβεση ενός συστήματος net metering είναι ανάλογα με το μέγεθος του κάτω από 8-9 χρόνια και αντίστοιχα η απόδοση της επένδυσης ξεπερνά το 20%! Όσο πιο μεγάλο είναι ένα φωτοβολταϊκό net metering τόσο μικρότερο είναι το κόστος του ανά kWp (λόγω οικονομίας κλίμακος) και για το λόγο αυτό τα κτίρια με μεγάλες καταναλώσεις ευνοούνται περισσότερο από το σύστημα συμψηφισμού.

Κόστος και Απόδοση Φωτοβολταϊκών Net Metering

Ισχύς Φ/Β (kWp)	Κόστος +ΦΠΑ (€)	Ετήσια Ενέργεια (kWh)	Εκτίμηση Απόδοσης (σε €)
2 kWp	3.000€+ΦΠΑ	3.000 kWh	300-400€
3 kWp	4.000€+ΦΠΑ	4.500 kWh	400-500€
4 kWp	5.000€+ΦΠΑ	6.000 kWh	600-800€
5 kWp	5.500€+ΦΠΑ	7.500 kWh	800-1.000€
6 kWp	6.500€+ΦΠΑ	9.100 kWh	900-1.100€
7 kWp	7.500€+ΦΠΑ	10.600 kWh	1.100-1.300€
8 kWp	8.000€+ΦΠΑ	12.200 kWh	1.300-1.500€
9 kWp	9.000€+ΦΠΑ	13.700 kWh	1.400-1.800€
10 kWp	10.000€+ΦΠΑ	15.500 kWh	1.600-2.000€
12 kWp	11.000€+ΦΠΑ	18.000 kWh	1.800-2.200€
15 kWp	15.000€+ΦΠΑ	23.000 kWh	2.300-2.700€
20 kWp	18.000€+ΦΠΑ	31.000 kWh	3.000-3.500€
40 kWp	36.000€+ΦΠΑ	62.000 kWh	6.000-7.000€



Εφαρμογές Net Metering

-Για κατοικία

Ένα σπίτι (100τμ) με κατανάλωση 5.000kWh και αντλία θερμότητας με κατανάλωση 3.000kWh (ετησίως) θα πλήρωνε στη ΔΕΗ 1.900€. Με ένα φωτοβολταϊκό net metering 5kWp με κόστος κάτω από 8.000€ (με ΦΠΑ) θα εκμηδενίσει το κόστος ρεύματος (1000€ μείωση). Η απόσβεση θα γίνει σε λιγότερο από 9 χρόνια! Απόδοση επένδυσης 12.5%!

Ακόμη και μία μικρή κατοικία με ενεργειακές ανάγκες κάτω από 3.000kWh και κόστος ηλεκτρισμού περίπου 400€ ετησίως, με ένα σύστημα net metering 2kWp κόστους περίπου 4.000€ θα αποσβέσει την επένδυσή της σε λιγότερο από 10 χρόνια.

-Για ξενοδοχείο

Σε ένα παράδειγμα μικρής επιχείρησης (ξενοδοχείο) που εγκαθιστά ένα σύστημα net metering ισχύος 20kWp με κόστος 18.000€+ΦΠΑ, τότε το ξενοδοχείο θα μειώσει κατά τουλάχιστον 30.000kWh ετησίως τους λογαριασμούς της, δηλαδή περισσότερο από 3.500€ εξοικονόμηση. Αν ληφθεί υπόψιν ότι η δαπάνη εκπίπτει κατά ποσοστό 19% (2020) τότε η απόσβεση της επένδυσης αγγίζει τα 5 έτη.

Σε κάθε περίπτωση δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα φωτοβολταϊκά και μετά από 25 χρόνια θα λειτουργούν εξίσου καλά, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι το κεφάλαιό μας θα παραμένει δικό μας να το αξιοποιήσουμε κατά το συμφέρον μας (είτε προσθέτοντας μπαταρίες και φτιάχνοντας ένα αυτόνομο σύστημα ηλεκτροδότησης, είτε συνεχίζοντας τη σύμβαση αυτοπαραγωγής).



Εφαρμογές Net Metering

-Για κατοικία

Ενα σπίτι (150-200τμ) με κατανάλωση ρεύματος 7.000kWh ετησίως και αντλία θερμότητας με κατανάλωση 9.000kWh ετησίως θα πλήρωνε ΔΕΗ μόνο για ρεύμα περίπου 3.700€. Τοποθετώντας ένα φβ αυτοπαραγωγής ισχύος 10kWp θα παράξει 16.000kWh (μηδενίζοντας το λογαριασμό της ΔΕΗ του) με κόστος εγκατάστασης μόλις 14.000€ (με ΦΠΑ, με εγκατάσταση). Απόσβεση αρχικού κεφαλαίου 4 χρόνια! Απόδοση επένδυσης 27% για πάνω από 30 χρόνια!



Πλεονεκτήματα Net Metering

- Η κατανάλωση γίνεται κοντά στην παραγωγή μειώνοντας τις απώλειες στα καλώδια
- Ο ιδιώτης ή ο επαγγελματίας δεν εξαρτάται από το κράτος για να επιδοτηθεί και εν τέλει να πληρωθεί για την επένδυσή του
- Τα ελληνικά νοικοκυριά μπορούν να ξεχάσουν το κόστος ρεύματος μια για πάντα
- Όσες αυξήσεις και αν κάνει η ΔΕΗ δεν υπάρχει επιβάρυνση.
- Η χώρα μας απαλλάσσεται από ενεργειακές εξαρτήσεις - κόστη.
- Μειώνονται οι εκπομπές CO₂
- Ελαχιστοποιείται η περιβαλλοντική επιβάρυνση περιοχών κοντά σε εργοστάσια παραγωγής ρεύματος με λιγνίτη



Συμμετοχή Πελατών

- Τα προγράμματα DSM είναι ομάδες μέτρων ή κινήτρων που ορίζονται από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ή τους χειριστές του δικτύου, με στόχο την παρακίνηση και την τόνωση των τελικών καταναλωτών να συμμετάσχουν σε μία ή περισσότερες στρατηγικές DSM, χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες τεχνολογίες.
- Τα κύρια οφέλη για τους τελικούς καταναλωτές μπορεί να είναι η εξοικονόμηση χρημάτων και η αύξηση του ελέγχου και της ευαισθητοποίησης σχετικά με τη δική τους παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Επιπλέον, θα μπορούσαν επίσης να παρακινηθούν από το αίσθημα ευθύνης τους ώστε να συμβάλουν στη βελτιωμένη αξιοπιστία του ηλεκτρικού συστήματος με πιο αποτελεσματική παραγωγή και διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας.



Εμπόδια ενάντια στη συμμετοχή των πελατών

-Αρκετές παράμετροι μπορεί να αποθαρρύνουν τους πελάτες να συμμετάσχουν σε προγράμματα DSM:

- Η συνήθειά τους να ενεργούν αποκλειστικά ως παθητικοί καταναλωτές, σε συνδυασμό ίσως με τα υπερφορτωμένα καθημερινά τους προγράμματα και την έλλειψη χρόνου
- Η αβεβαιότητα συμμετοχής τους σε προγράμματα ανταπόκρισης τιμών και την αντίστοιχη οικονομική βιωσιμότητα, στα πλαίσια της χονδρικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι είναι συνηθισμένοι στην ασφάλεια των σταθερών τιμών προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξαρτήτως κλίμακας και ημερήσιας ή εποχιακής διακύμανσης του προφίλ κατανάλωσης ενέργειας
- Η έλλειψη εξοικείωσης, ειδικά για τους ηλικιωμένους καταναλωτές, με τις σύγχρονες τεχνολογίες



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

Οι τιμές προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας ποικίλλουν ανάλογα με το χρόνο και οι πελάτες παρακινούνται να μεταφέρουν την κατανάλωσή τους σε περίοδο χαμηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας.

- Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να καθορίζονται εκ των προτέρων σε προκαθορισμένες χρονικές περιόδους ή μπορεί να ποικίλλουν δυναμικά ανάλογα με τη χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της μέρας, τη συγκεκριμένη ημέρα της εβδομάδας ή την εποχή του έτους, σε σχέση με το διαμορφωμένο υπόλοιπο μεταξύ της διαθέσιμης παραγωγικής ικανότητας ισχύος, τη ζήτηση ισχύος και το υπάρχον όριο αποθέματος.
- Σε περίπτωση δυναμικής μεταβολής τιμολόγησης, οι τιμές μπορούν να καθορίζονται σε ημερήσια ή ωριαία βάση, δηλαδή μία ημέρα ή μία ώρα νωρίτερα, ή ακόμη και σε πραγματικό χρόνο και οι πελάτες καλούνται να αντιδρούν αντίστοιχα στη διακύμανση των τιμών του ρεύματος.
- Ανεξάρτητα από την τιμολογιακή πολιτική, οι πελάτες προφανώς θα πληρώνουν υψηλότερες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης ισχύος και χαμηλότερες τιμές σε περιόδους εκτός αιχμής.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

Η ομάδα προγραμμάτων απόκρισης της ζήτησης που βασίζεται σε τιμή (price-based) περιλαμβάνει τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας, στα οποία οι χρεώσεις διαμορφώνονται σε συνάρτηση με τη μέση τιμή της κιλοβατώρας. Η απόκριση των καταναλωτών σε αυτά τα προγράμματα δεν είναι υποχρεωτική. Όταν οι χρεώσεις σε διαφορετικές ώρες της ημέρας απέχουν μεταξύ τους σημαντικά, οι πελάτες παρακινούνται να προσαρμόσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, αποφεύγοντας τις περιόδους με υψηλή τιμή. Τα price-based προγράμματα αποτελούν δυναμικά προγράμματα, με συνέπεια οι πελάτες να καλούνται περιοδικά να τροποποιούν τις προτιμήσεις τους. Η ενημέρωση πραγματοποιείται τακτικά συνήθως μέσω χρονοδιαγραμμάτων με την εικόνα των χρεώσεων σε διαφορετικές περιόδους. Η συμμετοχή σε προγράμματα βασισμένα στην τιμή είναι εθελοντική. Δεν παρέχουν κίνητρα ή επιβάλλουν κυρώσεις παρά μόνο προσφέρουν διαφορετικές τιμές ενέργειας σε διαφορετικές ώρες της ημέρας και οι χρεώσεις είναι υψηλότερες σε ώρες με μεγάλη ζήτηση και χαμηλότερες σε ώρες με μικρότερη ζήτηση.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

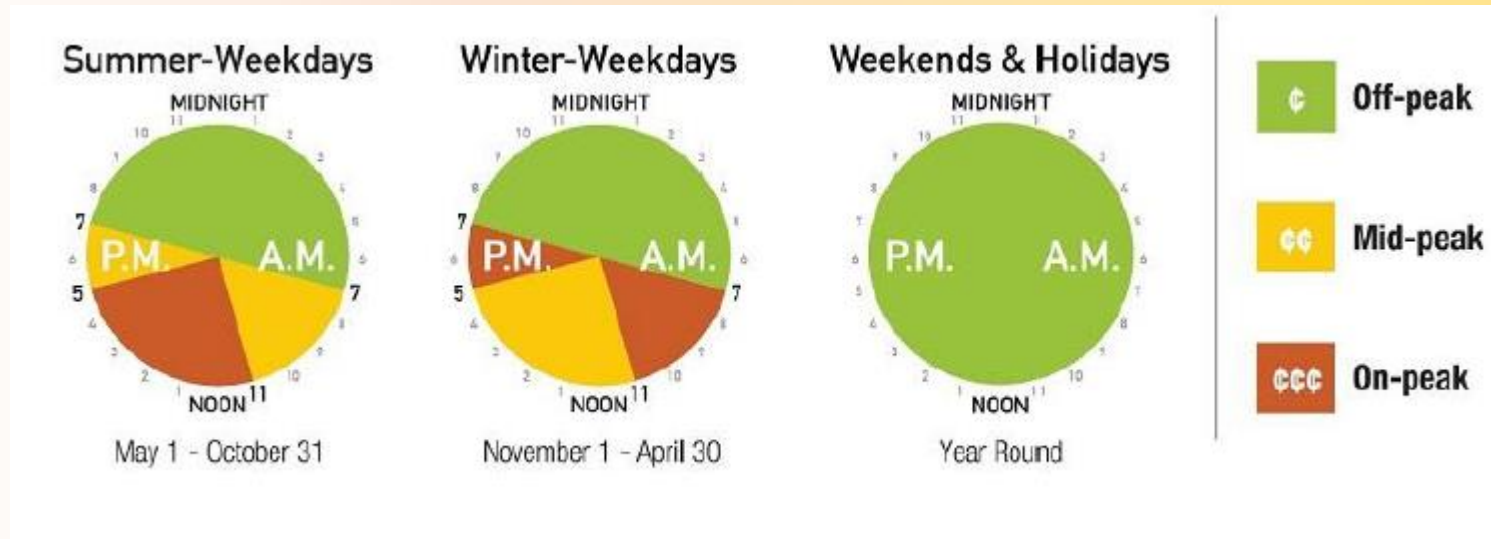
Τρεις εναλλακτικές επιλογές τιμολόγησης είναι διαθέσιμες:

- Τιμολόγηση Χρονολογικής Ζώνης – Time of Use rates (ToU): Σε τιμολόγηση τύπου TOU η μέρα χωρίζεται σε διάφορες περιόδους με διαφορετική προκαθορισμένη χρέωση κατά τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου. Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε μία περίοδο ανακοινώνονται εκ των προτέρων και σπάνια ενημερώνονται περισσότερο από μερικές φορές ετησίως. Η TOU στοχεύει απλά να παροτρύνει τον καταναλωτή να μετατοπίζει το χρόνο που καταναλώνει από τις ώρες αιχμής (On-Peak) σε ώρες μη-αιχμής (Off-Peak). Ως αποτέλεσμα της μετατόπισης της κατανάλωσης από την πλευρά του χρήστη σε ώρες εκτός αιχμής, ο χρήστης θα αγοράζει ενέργεια με χαμηλότερο κόστος, ακόμη και αν η συνολική κατανάλωση παραμείνει η ίδια. Πέρα από την ημερήσια διακύμανση τιμών υπάρχει διακύμανση λόγω εποχής του χρόνου ή της ημέρας της εβδομάδας. Οι τιμές δεν ακολουθούν σε πραγματικό χρόνο τις στιγμιαίες μεταβολές της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά, αλλά τη μέση τιμή της σε μια μεγάλη χρονική περίοδο, με το σκοπό να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σταθερές. Αυτού του τύπου η τιμολόγηση είναι στατική. Απευθύνεται σε καταναλωτές που δύνανται να μετατοπίζουν τη ζήτηση τους σε φορτία σε συγκεκριμένες, συνήθως βράδυνες ώρες. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται τόσο από βιομηχανικούς όσο και από τους οικιακούς πελάτες.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:



Υπάρχουν τρεις διαφορετικές χρεωστικές περιόδους, οι οποίες σχετίζονται με τη χρονική περίοδο ανάλογα με τη εποχή (Χειμερινή – Θερινή) και τη μέρα (Καθημερινή - Αργία). Οι τιμολογιακές ζώνες χωρίζονται σε τρεις ζώνες διαφορετικής αιχμής: τη ζώνη εκτός αιχμής (Off-Peak) με πράσινο χρώμα, τη ζώνη μέσης ζήτησης (Mid-Peak) με κίτρινο χρώμα και τη ζώνη αιχμής (On-Peak) με κόκκινο χρώμα.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

- Τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο – Real Time Pricing (RTP): είναι περισσότερο δυναμική μέθοδος τιμολόγησης. Οι ωριαίες χρεωστικές τιμές χονδρικής πώλησης αντανακλούν αναλογικά χρεώσεις στους πελάτες σε πραγματικό χρόνο. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές εφαρμογές της RTP. Στην πρώτη οι ωριαίες τιμές της επόμενης ημέρας καθορίζονται και ανακοινώνονται στους πελάτες μια μέρα νωρίτερα (day before). Στη ενδοημερήσια RTP, οι τιμές είναι διαθέσιμες μόνο μερικές ώρες πριν (hour before). Στον τελευταίο τύπο, καθορίζεται ένα χρονολογικό προφίλ αναφοράς κατανάλωσης για τους πελάτες. Οι αποκλίσεις από τον αρχικό στόχο είτε αυτές αφορούν της αύξηση είτε αφορούν τη μείωση χρεώνονται επιπλέον. Για τη βασική κατανάλωση RTP λειτουργεί στα πρότυπα της TOU, αλλά όταν ο πελάτης ξεπεράσει το όριο της βασικής κατανάλωσης πληρώνει το επιπλέον κόστος σε τιμές της RTP. Σε αντίθετη περίπτωση αν ο χρήστης καταναλώσει λιγότερο θα ανταμειφθεί με επιστροφή χρημάτων ή κάποια έκπτωση στο λογαριασμό του. Λόγω των δυναμικών τιμών των ωριαίων διακυμάνσεων, τα τιμολόγια RTP απαιτούν την ανάπτυξη προηγμένων υποδομών επικοινωνίας και αυτοματισμών. Βάσει αυτού του τύπου τιμολόγησης είναι δυνατόν να πετύχει ο πελάτης την καλύτερη τιμή, αλλά και ταυτόχρονα, επειδή το ρίσκο μεταβιβάζεται από τον προμηθευτή στον πελάτη υπάρχει κίνδυνος για πολύ μεγάλες χρεώσεις. Η RTP απευθύνεται σε πελάτες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν την κατανάλωση τους ή αγοράζουν περιστασιακά μικρές ποσότητες ενέργειας με οικονομικό κόστος.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

Παράδειγμα τιμολόγησης RTP με τρία κλιμάκια:

Για μηνιαία κατανάλωση μέχρι έως 1600 κιλοβατώρες η τιμή είναι 0,17588€/kWh, για κατανάλωση μεγαλύτερη από τα 1600 και λιγότερη από 2000 κιλοβατώρες η τιμή διαμορφώνεται στις 0,18518€/kWh, ενώ για κατανάλωση μεγαλύτερη των 2000 κιλοβατώραων η τιμή ανεβαίνει στα 0,21985€.



Προγράμματα DSM

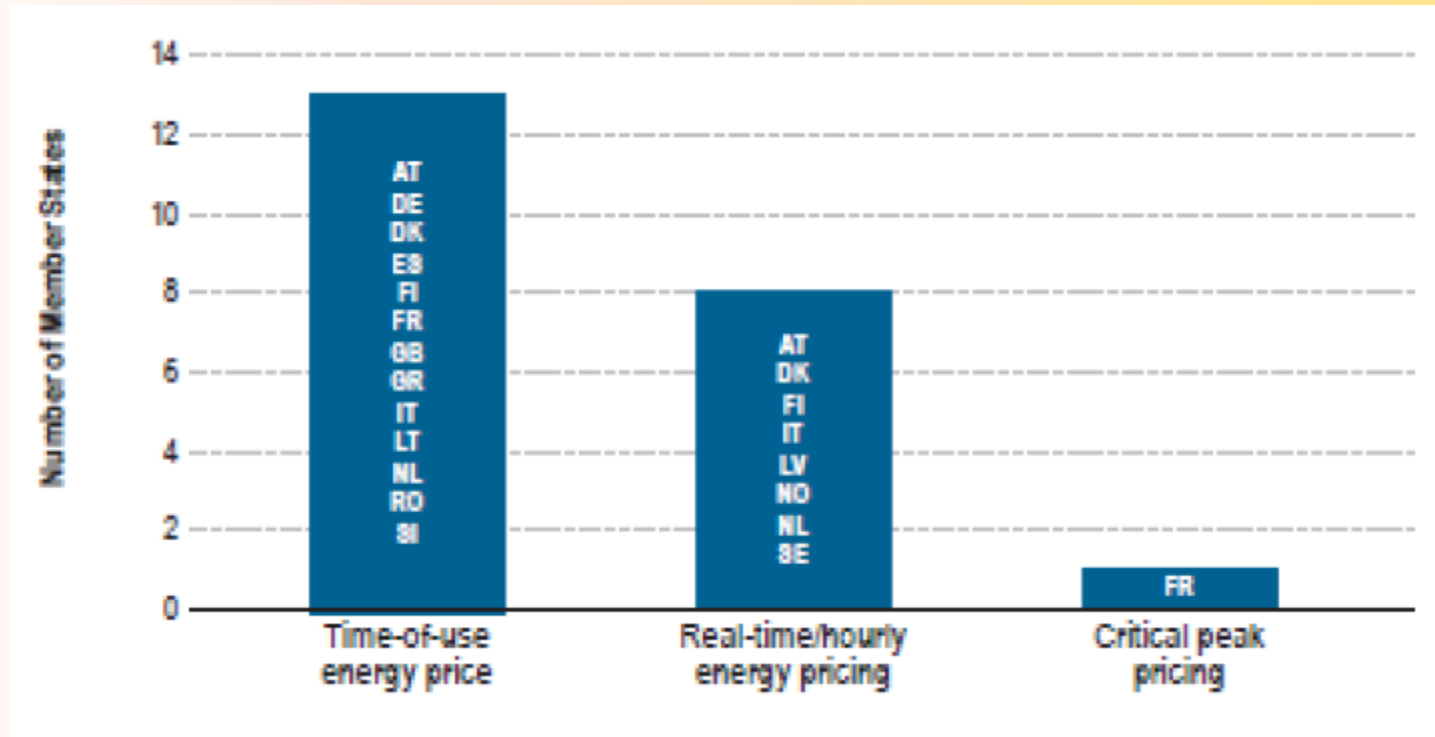
- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:

- Critical Peak Pricing (CPP): Στην CPP στις ώρες αιχμής οι πελάτες επιβαρύνονται με προκαθορισμένες χρεώσεις πολύ αυξημένες σε σχέση με κανονική μέγιστη τιμή της χρέωσής της αγοράς. Για τις υπόλοιπες ώρες του εικοσιτετράωρου, η κατανάλωσή τους κοστολογείται με μία βασική χρέωση, κατά κανόνα τύπου ΤΟΥ. Οι χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες θα εφαρμοστεί αυξημένη τιμή δεν είναι προσυμφωνημένες. Ο πελάτης ενημερώνεται από την προηγούμενη μέρα αν αναμένεται η αυξημένη χρέωση, ενώ ο μέγιστος αριθμός των ημερών της συμμετοχής ορίζεται με το συμβόλαιο. Οι χρήστες κερδίζουν έκπτωση στη τιμή μονάδας σε ώρες εκτός αιχμής. Οι χρεώσεις της τιμολόγησης αιχμής ακολουθούν τις ώρες αιχμής του συστήματος και όχι της ζήτησης. Ως ώρες αιχμής ορίζονται οι περίοδοι μεγάλης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που απειλούν την ομαλή ροή των φορτίων και την ασφάλεια του συστήματος. Στα προγράμματα τιμολόγησης αιχμής υπάρχουν πολλές παραλλαγές στο ποσό σταθερή δυναμική ενημέρωση μπορεί να έχουν οι πελάτες από πριν για το πότε θα συμβούν οι κρίσιμες χρεώσεις.



Προγράμματα DSM

- 1. Προγράμματα DSM βάσει ποσοστού ή τιμών:



Ο περισσότερο διαδεδομένος τύπος σύμβασης είναι η TOU τιμολόγηση και χρησιμοποιείται από τα δεκατρία κράτη ανάμεσα τους και η Ελλάδα.



Προγράμματα DSM

- 2. Προγράμματα DSM κινήτρων:

- Η ομάδα προγραμμάτων DR βασισμένα σε κίνητρα (incentive-based) περιλαμβάνει τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας, στα οποία οι χρεώσεις διαμορφώνονται σε συνάρτηση με την τρέχουσα κατάσταση του δικτύου. Τα προγράμματα αυτής της κατηγορίας βασίζονται σε κίνητρα που προσφέρουν οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στους καταναλωτές.
- Τα κίνητρα που παρέχονται ή λειτουργούν συμπληρωματικά προς την κανονική τιμολόγηση ή είναι ανεξάρτητα από το ποσοστό της προσαύξησης στην κανονική τιμή, μπορούν να είναι σταθερά αλλά και χρονικά μεταβαλλόμενα. Το σύνολο των κινήτρων και οι όροι διατυπώνονται σε συμβόλαια.
- Στην περίπτωση που ο διαχειριστής του δικτύου ζητήσει τη μείωση φορτίου ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να συμμορφωθεί, σε αντίθετη περίπτωση προβλέπεται καταβολή αντίστοιχης ρήτρας.
- Αυτά τα σήματα μπορούν να σταλθούν μετά από μια ποικιλία συμβάντων, όπως η συμφόρηση του δικτύου σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο, αύξηση του κόστους παραγωγής, θέματα ασφάλειας και σταθερότητας του δικτύου κ.λπ.



Προγράμματα DSM

- 2. Προγράμματα DSM κινήτρων:

Τα πιο τυπικά προγράμματα αυτής της κατηγορίας είναι:

- Πρόγραμμα απευθείας ελέγχου φορτίου - Direct Load Control (DLC): Η τιμολόγηση απευθείας ελέγχου φορτίου (DLC) προτιμάται τόσο από τους βιομηχανικούς και τους εμπορικούς καταναλωτές όσο και από τους οικιακούς καταναλωτές, οι οποίοι δεν έχουν πρόβλημα να μειώσουν ή να σταματήσουν την κατανάλωση, κατόπιν έκτακτης ενημέρωσης. Οι συμβάσεις DLC τιμολόγησης επιτρέπουν στους διαχειριστές ενεργειακών φορτίων την άμεση δημιουργία, την αποστολή στον πελάτη συμβάντων και ακολούθως την άμεση απενεργοποίηση των συσκευών των πελατών τους με προγράμματα άμεσου ελέγχου φορτίου DLC. Οι καταναλωτές επιτρέπουν στους διαχειριστές φορτίων να προβούν σε απομακρυσμένη διακοπή τροφοδοσίας σε μερικές συσκευές τους, που δεν έχουν ανάγκη συνεχούς λειτουργίας, όπως τα συστήματα κλιματισμού, τους θερμοσίφωνες, τις αντλίες σε πισίνες, κλπ. Η συμμετοχή σε αυτά τα προγράμματα είναι υποχρεωτική και η εκτέλεση της διακοπής από το διαχειριστή είναι άμεση.
- Πρόγραμμα επείγουσας απόκρισης - Emergency Demand Response Programs (EDRP): Τα συγκεκριμένα προγράμματα δίνουν, σε κρίσιμες περιόδους για τη λειτουργία του δικτύου, κίνητρα στους πελάτες μέσω ανταμοιβών και ποινών (όχι αναγκαία), ώστε να μειώσουν την κατανάλωση.



Προγράμματα DSM

- 2. Προγράμματα DSM κινήτρων:

- Πρόγραμμα αγοράς χωρητικότητας - Capacity Market Programs (CMP): απευθύνονται σε πελάτες που μπορούν να εξασφαλίζουν συγκεκριμένες ποσότητες μείωσης φορτίου, δηλαδή εμπορικούς και βιομηχανικούς. Οι πελάτες λαμβάνουν την προειδοποίηση για το συμβάν λίγες ώρες (ή μόλις λίγα λεπτά) πριν το συμβεί το συμβάν. Οι ποινές για τη μη ανταπόκριση σε αυτά τα προγράμματα είναι αυστηρές.
- Πρόγραμμα αγοράς βοηθητικών υπηρεσιών - Ancillary Services Market Programs (ACMP): οι πελάτες λαμβάνουν πληρωμές από τον διαχειριστή του δικτύου προκειμένου να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας κατόπιν αιτήματος για την υποστήριξη της ασφαλούς λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος. Κατά μία έννοια, αυτό υποκαθιστά την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών.



Προγράμματα DSM

- 2. Προγράμματα DSM κινήτρων:

- Πρόγραμμα διακοπής/μεταφοράς - Curtailable/ Interruptible (I/O): ενεργοποιούνται σε περιόδους με αυξημένη ζήτηση και πολλές φορές ο χρήστης καλείται λίγη ώρα πριν το συμβάν να απενεργοποιήσει ένα μέρος από τις καταναλώσεις του. Τα διακοπτόμενα προγράμματα προσφέρουν στους πελάτες προκαταβολικά οικονομικά κίνητρα. Λειτουργούν με βάση τις περικοπές ως ποσοστό του συνόλου της κατανάλωσης ή σε κάποιο συγκριμένο μέρος του ηλεκτρικού φορτίου. Ανάμεσα στα κίνητρα για τις περικοπές ενεργειακής ζήτησης συμπεριλαμβάνονται εκπτώσεις στην τιμή του ρεύματος και επιστροφή χρημάτων. Σε περίπτωση μη αποδοχής των DR events σε προσυμφωνημένα επίπεδα κατανάλωσης από τον πελάτη προβλέπονται κυρώσεις. Η τιμολογιακή πολιτική των Curtailable/ Interruptible προγραμμάτων είναι το κίνητρο, που υποχρεώνει τους καταναλωτές κάθε φορά που θα τους ζητηθεί να μειώνουν τα φορτία σε κάποια προκαθορισμένα επίπεδα. Συνδέονται με την ποσότητα του διακοπτόμενου φορτίου και για αυτό το λόγο απευθύνονται κυρίως σε πελάτες με μεγάλη κατανάλωση, βιομηχανικούς ή εμπορικούς, που έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντική ποσότητα ενεργειακής κατανάλωσης χωρίς να σταματήσει η λειτουργία των εγκαταστάσεων τους.



Οφέλη DSM για το Κέντρο Διαχείρισης

- Εξοικονόμηση λογαριασμών για πελάτες που συμμετέχουν σε προγράμματα DSM:

Χρηματική εξοικονόμηση στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αύξησης της ενεργειακής απόδοσης, περικοπή φορτίου, διάσπαρτη παραγωγή ή μετατόπιση φορτίου ή άμεσες πληρωμές κινήτρων από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στους πελάτες για την εφαρμογή στρατηγικών DSM.

- Εξοικονόμηση λογαριασμών για πελάτες που δεν συμμετέχουν σε προγράμματα DSM:

Η μετατόπιση φορτίου ή οι περικοπές φορτίου, ειδικά κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης, μπορεί να οδηγήσουν στην εξάλειψη της λειτουργίας των γεννητριών αιχμής και σε μειωμένες απαιτήσεις για τη συντήρηση εφεδρικού εξοπλισμού, με τελικό αποτέλεσμα το χαμηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Εαν αυτή η μείωση κόστους μεταφερθεί ως μείωση της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, οι καταναλωτές που δεν συμμετέχουν σε προγράμματα DSM ενδέχεται να επωφεληθούν με μείωση στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας.



Οφέλη DSM για το Κέντρο Διαχείρισης

- Οφέλη αξιοπιστίας για όλους τους πελάτες:

Βελτιωμένη αξιοπιστία σημαίνει μειωμένη πιθανότητα για διακοπές τροφοδοσίας και άλλα απρόβλεπτα, υψηλότερη ποιότητα ισχύος και καλύτερη απόδοση του συστήματος.

Όλα αυτά μπορούν ενδεχομένως να συνεπάγονται μειωμένες πιθανότητες απώλειας εισοδήματος, για βιομηχανικούς και εμπορικούς καταναλωτές και μια σειρά κοινωνικών οφελών για όλους τους πολίτες.

- Απόδοση αγοράς:

Το DSM αυξάνει την ανταγωνιστικότητα της χονδρικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και βελτιώνει την ευελιξία και την αποτελεσματικότητα του συστήματος προσφέροντας περισσότερες επιλογές για τη διατήρηση της ισορροπίας ζήτησης και προσφοράς ενέργειας και για τη διαχείριση κρίσιμων γεγονότων.

Πρακτικά, οι αυξημένες επιλογές για άμεση ή έμμεση (μείωση φορτίου) παραγωγής σε έξυπνα δίκτυα μειώνουν τη συγκέντρωση παραγωγής, δυσκολεύουν τις συμπαιγνίες και συμβάλλουν στην αποφυγή της υπερίσχυσης ενεργειακών μονοπωλίων στην αγορά.



Οφέλη DSM για το Κέντρο Διαχείρισης

- Βελτιωμένη ασφάλεια και απόδοση του συστήματος:

Παρέχονται περισσότερες επιλογές στον χειριστή του συστήματος για να αντιμετωπίσει τα ζητήματα σταθερότητας και ασφάλειας.

Για τον ίδιο λόγο, οι στρατηγικές DSM μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως εναλλακτικά μέσα παροχής βοηθητικών υπηρεσιών για διαχειριστές συστημάτων, όπως ισοζύγιο ενεργού και αέργου ισχύος, ρύθμιση συχνότητας και διόρθωση συντελεστή ισχύος.

Οι στρατηγικές DSM μπορούν να συμβάλουν σε μειωμένες απώλειες μετάδοσης ισχύος, μέσω των δικτύων μεταφοράς ή διανομής, και να δράσουν σαν ένα άλλο μέσο αύξησης της απόδοσης του ηλεκτρικού συστήματος.

Το DSM συμβάλλει στην αποφυγή διακοπών σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ή συμφόρησης στο δίκτυο μεταφοράς ή διανομής.



Οφέλη DSM για το Κέντρο Διαχείρισης

- Επέκταση συστήματος:

Το DSM μπορεί να συμβάλει με διάφορους τρόπους στην εξομάλυνση της ημερήσιας ζήτησης ενέργειας και στη μείωση των αιχμών ζήτησης ενέργειας.

Δεδομένου ότι τα ηλεκτρικά συστήματα κατασκευάζονται και διαστασιοποιούνται για την μέγιστη αναμενόμενη ζήτηση ισχύος, αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αναβολή ή ακόμη και την ακύρωση νέων επενδύσεων για την κατασκευή και την ανάπτυξη πρόσθετης υποδομής στις εγκαταστάσεις παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του ηλεκτρικού συστήματος, χωρίς να επηρεάζεται η αξιοπιστία και η επάρκεια του συστήματος.



Συσκευές ελέγχου και DSM: Διακόπτες και έξυπνοι θερμοστάτες

Οι συσκευές ελέγχου για στρατηγικές DSM μπορούν να είναι αυτόνομες ηλεκτρονικές συσκευές ή ενσωματωμένες σε Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας – Energy Management Systems (EMS).

Οι συσκευές ελέγχου φορτίου αποτελούνται από τεχνολογίες όπως διακόπτες ελέγχου φορτίου και έξυπνους θερμοστάτες.

Οι διακόπτες ελέγχου φορτίου χρησιμοποιούνται για τον απομακρυσμένο έλεγχο συγκεκριμένων φορτίων τελικής χρήσης όπως κινητήρες, εξοπλισμός φωτισμού κ.λπ. και συνδέονται με το βοηθητικό δίκτυο μέσω συστημάτων επικοινωνίας.

Οι έξυπνοι θερμοστάτες ελέγχονται εξ αποστάσεως από το βοηθητικό πρόγραμμα ή/και τον πελάτη και επιτρέπουν τον προγραμματισμό διακυμάνσεων στις ρυθμίσεις θερμοκρασίας με πιο ήπιο έλεγχο αντί της χρήσης συσκευών ενεργοποίησης-απενεργοποίησης.





Συσκευές ελέγχου και DSM: Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας

Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (EMS) προγραμματίζονται με βάση κάποιους κανόνες (rules) να κάνουν τον έλεγχο φορτίων, την απενεργοποίηση ή ενεργοποίηση ή ακόμα και τη ρύθμιση της παρεχόμενης ισχύος σε χαμηλότερα επίπεδα, ώστε να ενεργοποιείται η λειτουργία εξοικονόμησης ενέργειας. Όταν το συμβάν λήξει το EMS θα λάβει αντίστοιχο σήμα και θα ενεργοποιήσει την κανονική λειτουργία.

Τα EMS μπορούν να προσφέρουν έναν αυτόματο τρόπο διαχείρισης όλων των τύπων φορτίων σε απομακρυσμένη κατανάλωση, όπως φωτισμό, κινητήρες, κλιματισμό, καθώς και τις μονάδες παραγωγής και αποθήκευσης διάσπαρτης ηλεκτρικής ενέργειας, μετά από εντολές ή αιτήματα που αποστέλλονται και λαμβάνονται από το βοηθητικό πρόγραμμα ή τον συγκεντρωτή .





Συσκευές ελέγχου και DSM: Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας

Ο αυτόματος έλεγχος του ηλεκτρικού φορτίου συνεπάγεται ότι η κατανάλωση προσαρμόζεται σε σχέση με τα λαμβανόμενα σήματα ή αιτήματα, χωρίς την ανθρώπινη δράση.

Για παράδειγμα, το EMS θα προχωρήσει σε μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση που ληφθεί αυξημένη τιμή ρεύματος ή σήμα έκτακτης ανάγκης.

Αντίστοιχα, θα ξεκινήσει διαδικασίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας εάν η τιμή του ρεύματος πέσει κάτω από ένα μέγιστο αποδεκτό και προκαθορισμένο όριο.

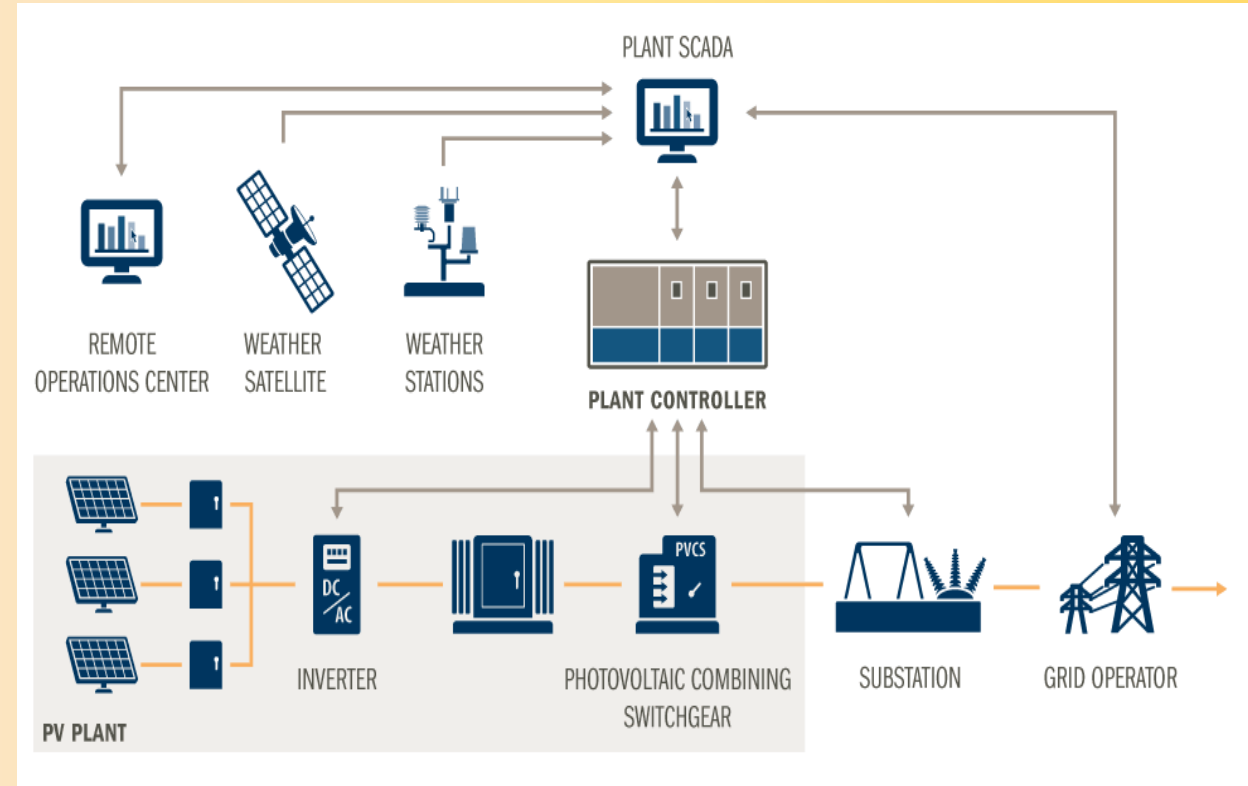




Συσκευές ελέγχου και DER: Ηλεκτρονικά Ισχύος

Τα ηλεκτρονικά ισχύος περιλαμβάνονται στους μετατροπείς που συνοδεύουν και υποστηρίζουν την ασφαλή διεύθυνση μονάδων παραγωγής μικρού μεγέθους, όπως φωτοβολταϊκοί σταθμοί ή μικρές ανεμογεννήτριες, προσφέροντας επιλογές για αυτόνομη ή συνδεδεμένη στο δίκτυο λειτουργία.

Αυτές οι συσκευές αποτελούν το σημείο επαφής μεταξύ της μονάδας κατακεκομημένης παραγωγής και του δικτύου, παρέχοντας άμεσο έλεγχο στη λειτουργία και τη διαχείριση της μονάδας.

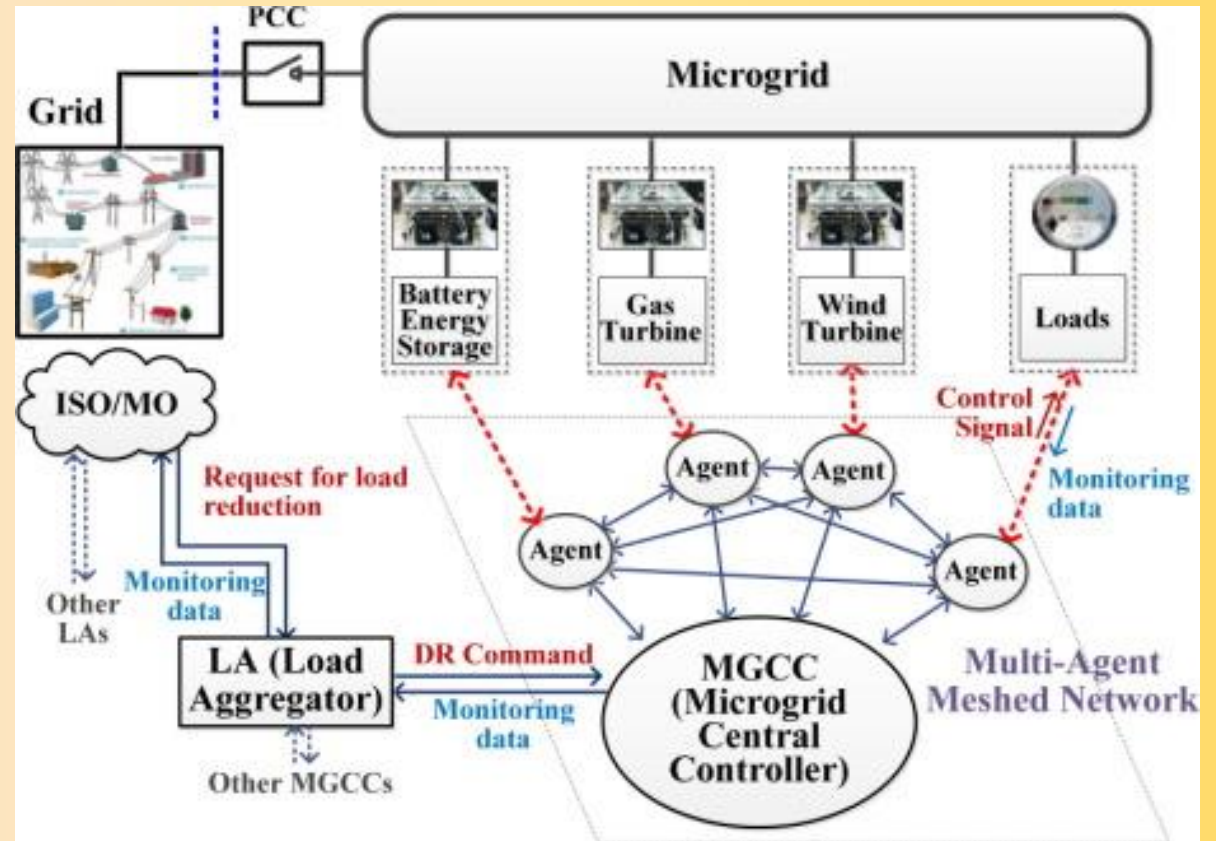




Συσκευές ελέγχου και DER: Συστήματα πολλαπλών πρακτόρων – Multi-Agent Systems (MAS)

Τα συστήματα πολλαπλών πρακτόρων (MAS) αποτελούν πρακτικά αποκεντρωμένα συστήματα ελέγχου, υποκαθιστώντας τα κεντρικά συστήματα ελέγχου σε τοπική κλίμακα, επειδή δεν είναι δυνατός ο κεντρικός χειρισμός μεγάλου αριθμού καταναμημένων μονάδων παραγωγής.

Τα MAS σχεδιάζονται και προσαρμόζονται αντίστοιχα στις ανάγκες ενός τοπικού δικτύου μικρής κλίμακας με αυξημένη παραγωγή ενέργειας από καταναμημένες μονάδες.





Συσκευές ελέγχου και DER: Προηγμένα συστήματα διαχείρισης σφαλμάτων – Advanced Fault Management Systems (AFMs)

- Τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης σφαλμάτων υλοποιούνται με το συντονισμό τοπικού αυτοματισμού και παρακολούθησης, τοπικά ελεγχόμενους διακόπτες και ρελέ προστασίας.
- Πρώτο βήμα των AFM: η επιθεώρηση της κανονικής λειτουργίας των έξυπνων δικτύων και η εφαρμογή των διαγνωστικών του συστήματος.
- Δεύτερο βήμα των AFM: ο έγκαιρος εντοπισμός τυχόν βλαβών ή δυσλειτουργιών στα ηλεκτρικά συστήματα.
- Τρίτο βήμα των AFM: η αντίδραση μετά την εμφάνιση βλάβης ενός συστήματος, η οποία συνήθως μπορεί να είναι η απομονωμένη λειτουργία ενός ειδικά επιλεγμένου τμήματος του δικτύου, το οποίο μπορεί να εξυπηρετήσει ευαίσθητους και σημαντικούς καταναλωτές (π.χ. νοσοκομεία).



Συστήματα παρακολούθησης: Έξυπνοι μετρητές

- Η κεντρική συσκευή που πρέπει να διαθέτει κάθε χρήστης του ευφυούς δικτύου είναι ο έξυπνος μετρητής (Smart Meter), ο οποίος αποτελεί μια ψηφιακή συσκευή καταγραφής της κατανάλωσης φορτίων που αποστέλλει πληροφορίες στον προμηθευτή. Ένας SM μετράει με ακρίβεια την πραγματική ισχύ κατανάλωσης και ενημερώνει τον πελάτη για την κατανάλωση της κάθε συσκευής του. Διαθέτει επίσης τη διεπαφή για τη λήψη σημάτων από τον προμηθευτή, επιτρέποντας την αμφίδρομη μεταξύ τους επικοινωνία, η οποία μπορεί να είναι είτε ενσύρματη, μέσω γραμμών ισχύος διανομής και μεταφοράς ρεύματος (Power Line Communication και Distribution Line Communication) είτε ασύρματη (κινητή τηλεφωνία, ZigBee, ISMRF, Wi-Fi, Ad-hoc, Z-Wave, κ.λπ). Η ενσωματωμένη πύλη που διαθέτουν επιτρέπει τη διασύνδεση τόσο με το οικιακό δίκτυο όσο και με το διαδίκτυο. Ανάμεσα στα σήματα που λαμβάνουν συμπεριλαμβάνονται τα DR (Demand Response) μηνύματα, αναβαθμίσεις, σήματα διακοπής και ενεργοποίησης φορτίων.
- Οι έξυπνοι μετρητές ενσωματώνουν αισθητήρες πραγματικού χρόνου. Συνήθως περιέχουν συστήματα παρακολούθησης ποιοτικών χαρακτηριστικών της τάσης και κυκλώματα προειδοποίησης.





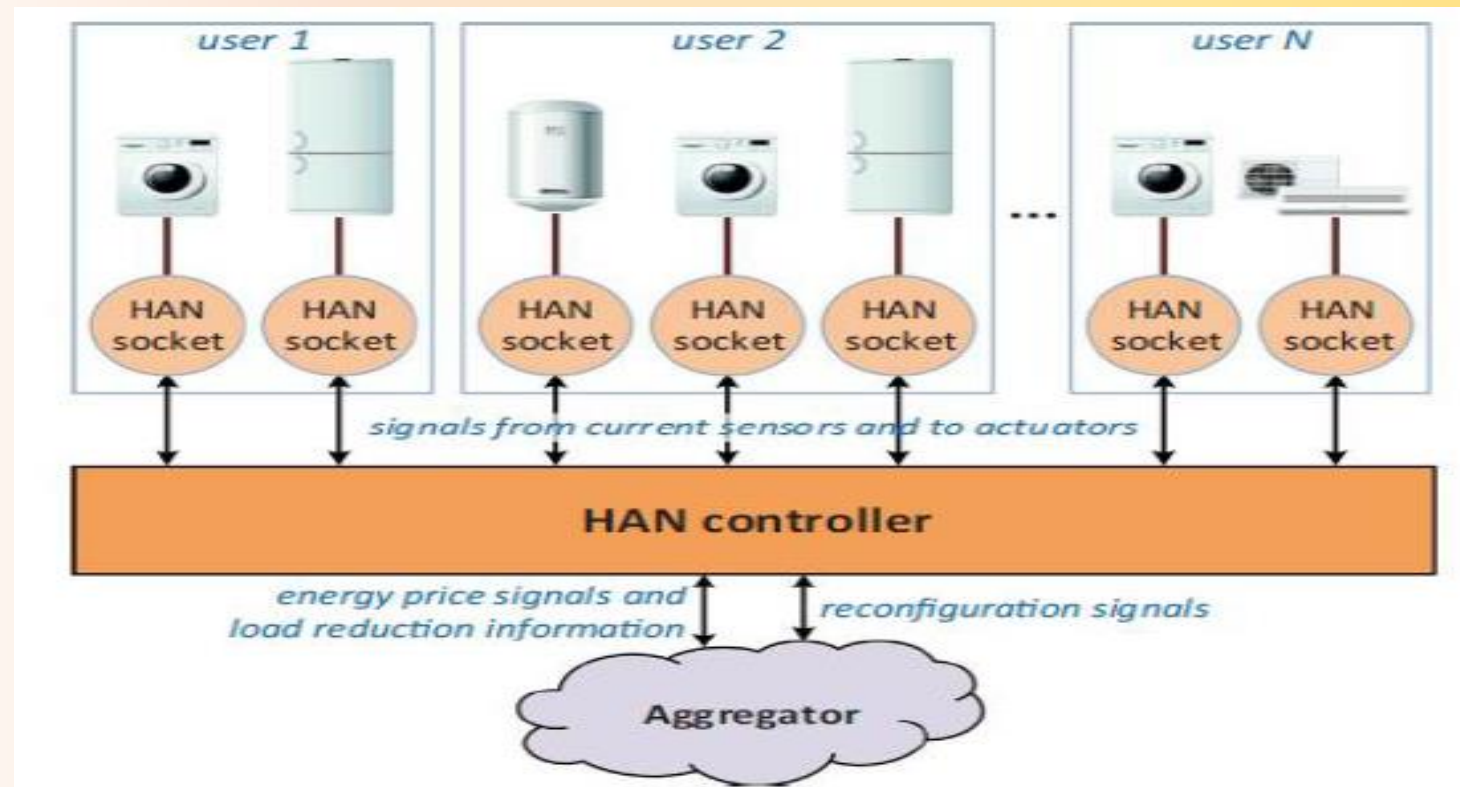
Συστήματα παρακολούθησης: Έξυπνοι μετρητές

- Έχει δρομολογηθεί σταδιακή αντικατάσταση όλων των παλαιών αναλογικών μετρητών με ψηφιακού τύπου μετρητές. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στόχος των κρατών μελών ως την αρχή του έτους 2020 ήταν οι έξυπνοι μετρητές να αποτελούν τουλάχιστον 80% των συνδέσεων. Στην Ελλάδα ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) έχει ξεκινήσει τη διαδικασία για την αντικατάσταση 170.000 αναλογικών μετρητών με ηλεκτρονικούς μετρητές.
- Ένας έξυπνος μετρητής, μετά από αντίστοιχη εντολή, έχει τη δυνατότητα να συνδέει ή να αποσυνδέει τις καταναλώσεις του χρήστη. Αυτή τη λειτουργία εκμεταλλεύεται η διαχείριση της ζήτησης. Ο ενσωματωμένος μικροελεγκτής διαθέτει αυτόνομη τροφοδοσία για μερικά έτη και τα ενσωματωμένα στοιχεία μνήμης είναι ικανά να αποθηκεύουν όλα τα χρήσιμα δεδομένα.
- Η απλή λειτουργία απομακρυσμένης ανάγνωσης μέτρησης (AMR) επιτρέπει ανά πάσα στιγμή την ανάγνωση πληροφοριών από το μετρητή μέσω των υπαρχόντων καναλιών επικοινωνίας, ενώ, όπου διατίθεται η βελτιωμένη τεχνολογία προηγμένης μετρητικής υποδομής (AMI), παρέχονται περισσότερες δυνατότητες ανίχνευσης διαταραχών, μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων, άμεση συλλογή ποιοτικών στατιστικών δεδομένων, που είναι προτιμότερη για τη διαχείριση της ζήτησης.



Συστήματα παρακολούθησης: Έξυπνοι μετρητές

- Για να μπορεί ο μετρητής να αναλάβει το ρόλο του ελεγκτή των οικιακών συσκευών, είναι απαραίτητη η δημιουργία οικιακού δικτύου (HAN). Το οικιακό δίκτυο αποτελείται από τα δυο βασικά στοιχεία, τον ελεγκτή και τις ηλεκτρονικές υποδοχές-διακόπτες (sockets). Όλες οι υποδοχές διαθέτουν αισθητήρες και μπορούν να ενεργοποιήσουν ή να απενεργοποιήσουν τις συσκευές κατόπιν σήματος από τον ελεγκτή.





Συστήματα παρακολούθησης: Έξυπνοι μετρητές

- Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούνται από μια ηλεκτρονική συσκευή εξοπλισμένη με σύνδεσμο επικοινωνίας.
- Μετρούν για συγκεκριμένα, προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, συνήθως ωριαίες περιόδους, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών και, πιθανώς, άλλες παραμέτρους κατανάλωσης και τα σχετικά μεγέθη, και μεταφέρουν αυτά τα δεδομένα, μέσω του δικτύου επικοινωνίας, στο δίκτυο και σε κάθε άλλο εμπλεκόμενο φορέα.
- Οι ίδιες πληροφορίες μπορούν επίσης να κοινοποιηθούν σε συσκευές τελικού χρήστη, έτσι ώστε οι τελικοί καταναλωτές να ενημερώνονται για τα δικά τους πρότυπα κατανάλωσης και το προκύπτον κόστος.
- Οι μελλοντικοί έξυπνοι μετρητές θα πρέπει επίσης να ενσωματώνουν μετρητές ποιότητας ισχύος.

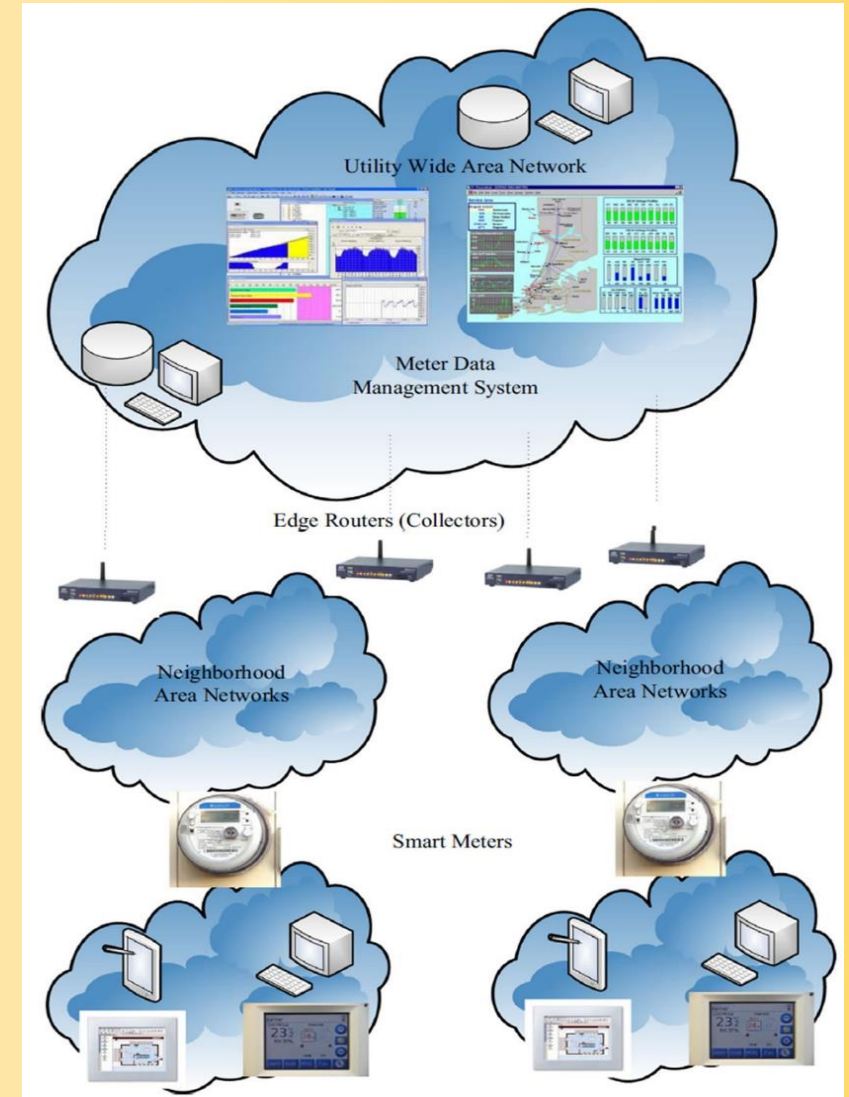


Συστήματα παρακολούθησης: Advanced Metering Infrastructure (AMI)

Η Προηγμένη Υποδομή Μέτρησης – Advanced Metering Infrastructure (AMI) υποδηλώνει ένα σύστημα που, κατόπιν αιτήματος ή με προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, μετρά, εξοικονομεί και αναλύει τη χρήση ενέργειας, λαμβάνοντας πληροφορίες από συσκευές όπως μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας διάφορα μέσα επικοινωνίας.

Ένα δίκτυο AMI αποτελείται από μια σειρά από ολοκληρωμένες τεχνολογίες και εφαρμογές:

- Έξυπνοι μετρητές
- Δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN)
- Οικιακά (τοπικά) δίκτυα (HAN)
- Συστήματα διαχείρισης δεδομένων μετρητών (MDMS)
- Λειτουργικές πύλες
- Συστήματα για ενσωμάτωση δεδομένων σε πλατφόρμες εφαρμογών λογισμικού (Meter Data Management Systems - MDMS)
- Γειτονικά Δίκτυα (NAN)





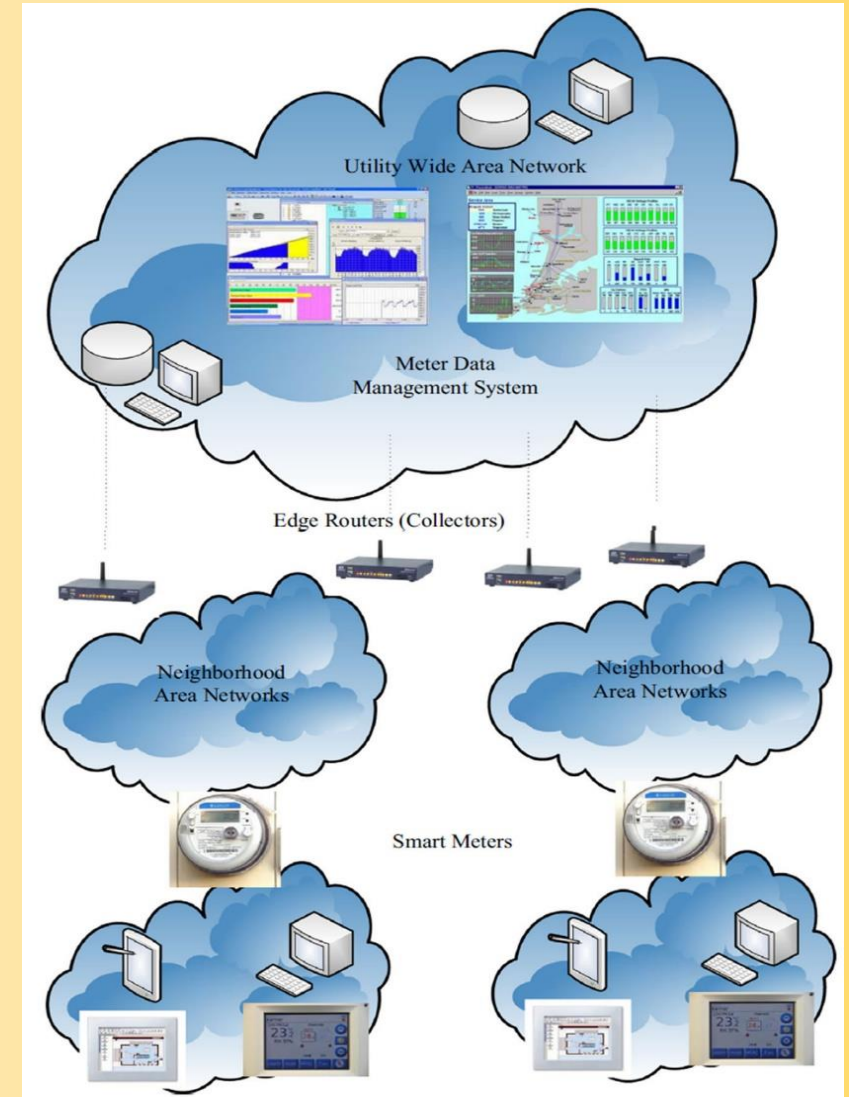
Συστήματα παρακολούθησης: Advanced Metering Infrastructure (AMI)

Σε επίπεδο καταναλωτή, οι έξυπνοι μετρητές μεταφέρουν δεδομένα τόσο στον χρήστη όσο και στον πάροχο υπηρεσιών.

Το οικιακό δίκτυο συλλέγει αυτόματα δεδομένα από συσκευές μέτρησης σχετικές με το νερό, το αέριο, τη θερμότητα, τον ηλεκτρισμό και τα προωθεί στον χειριστή.

Τα γειτονικά δίκτυα είναι δίκτυα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων μετρητών από HAN.

Το MDMS είναι μια βάση δεδομένων που εκτελεί επικύρωση, επεξεργασία και εκτίμηση των δεδομένων AMI προκειμένου να εγγυηθεί ότι τα δεδομένα είναι ακριβή και πλήρη.





Συστήματα επικοινωνίας

- Τα συστήματα επικοινωνίας είναι απαραίτητα για τη μεταφορά σημάτων μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων σε ένα έξυπνο δίκτυο.
- Στην πραγματικότητα, όλες οι στρατηγικές και οι διαδικασίες έξυπνου δικτύου καθορίζονται με τη διαθεσιμότητα των απαιτούμενων εγκαταστάσεων δικτύου επικοινωνιών.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες μεταφοράς δεδομένων, από απλές τηλεφωνικές γραμμές και ραδιοφωνικά μέσα έως ασύρματα δίκτυα (GSM, Διαδίκτυο) και ενσύρματα δίκτυα, όπως οπτικές ίνες και επικοινωνίες γραμμής ισχύος – Power Line Communications (PLC).
- Τα δίκτυα επικοινωνίας μπορούν να αναπτυχθούν με βάση μονόδρομες ή αμφίδρομες συσκευές επικοινωνίας.



Συστήματα επικοινωνίας

-Μονόδρομες συσκευές επικοινωνίας

- Εξαιρετικά οικονομικά αποδοτικές και απλές στη χρήση.
- Δεν επιτρέπουν την παρακολούθηση και την επαλήθευση των DSM με μεγάλη ακρίβεια.

-Συσκευές αμφίδρομης επικοινωνίας, οι οποίες, ακόμη πιο ακριβές, επιτρέπουν στα βοηθητικά προγράμματα να

- Λαμβάνουν ακριβέστερη παρακολούθηση και επαλήθευση των DSM, καθώς το βοηθητικό πρόγραμμα μπορεί επίσης να μετρήσει άμεσα τη συμμετοχή κάθε πελάτη στη μείωση του φορτίου κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος σε σχεδόν πραγματικό χρόνο
- Διαχειρίζονται τη διακοπτόμενη παραγωγή χρησιμοποιώντας το DSM σε συνδυασμό με άλλους πόρους, για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών.



Οφέλη από τα Έξυπνα Δίκτυα

- Κίνητρα για τελικούς καταναλωτές: οι τελικοί καταναλωτές λαμβάνουν μια σειρά κινήτρων είτε οικονομικά είτε ενεργειακά, με στόχο να τροποποιήσουν το προφίλ κατανάλωσης ενέργειας, προκειμένου να συμβάλουν στη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ενέργειας.
- Προηγμένη κατανεμημένη παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας: οι επιλογές που προσφέρει η αμφίδρομη επικοινωνία AMI επιτρέπουν αποτελεσματικές λειτουργίες διαχείρισης και ελέγχου των μονάδων κατανεμημένης παραγωγής και αποθήκευσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξανόμενη και ασφαλέστερη διείσδυση ΑΠΕ, την αποτελεσματική μετατόπιση φορτίου/εξομάλυνση αιχμών φορτίου και την ενίσχυση της ευελιξίας και της αξιοπιστίας του συστήματος.
- Προσφέρονται νέα προϊόντα και υπηρεσίες για τους τελικούς καταναλωτές, ενώ δημιουργούνται νέες ευκαιρίες στην αγορά για τρίτους. Για παράδειγμα, οι καταναλωτές μπορούν να επιλέξουν διάφορες υπηρεσίες που προσφέρονται από διαφορετικούς παρόχους, ενώ ιδιώτες επενδυτές καλούνται να αναλάβουν τη διαχείριση ανεξάρτητων μεταβλητών του δικτύου (π.χ. ενέργεια, χωρητικότητα, τοποθεσία, χρόνος, ρυθμός αλλαγής και ποιότητα).



Οφέλη από τα Έξυπνα Δίκτυα

- Βελτιωμένη ποιότητα ισχύος και ασφαλής λειτουργία: όλες οι εμπλεκόμενες λειτουργίες σε ένα έξυπνο δίκτυο οδηγούν σε ένα κοινό αποτέλεσμα: τη βελτίωση της δυναμικής ασφάλειας, σταθερότητας και ποιότητας ισχύος του συστήματος. Οποιοδήποτε πιθανό σφάλμα συστήματος μπορεί να αντιμετωπιστεί με μια ομάδα εναλλακτικών ενεργειών. Επιπλέον, η διάγνωση του συστήματος που εφαρμόζεται με συστήματα Advance Fault Management επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση συμβάντων, σφαλμάτων και δυσλειτουργιών, όπως κεραυνών, υπερτάσεων, σφάλματα γραμμής κτλ.
- Βελτιστοποιημένη αξιοποίηση περιουσιακών στοιχείων: βελτιστοποιείται η χρήση των διαθέσιμων περιουσιακών στοιχείων σε ένα έξυπνο δίκτυο, όσον αφορά την αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική λειτουργία. Η προηγμένη διαχείριση στην κατανεμημένη παραγωγή, η αποθήκευση, η λειτουργία των V2G κ.λπ. συμβάλλουν στην εξάλειψη των συμφορήσεων του δικτύου και στην ελαχιστοποίηση των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.



Οφέλη από τα Έξυπνα Δίκτυα

- **Ανθεκτικότητα:** τα έξυπνα δίκτυα παρουσιάζουν αυξημένη ανθεκτικότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η συνολική δομή και η ιδέα λειτουργίας του έξυπνου δικτύου επιτρέπει την απομόνωση των εσφαλμένων στοιχείων, ενώ το υπόλοιπο σύστημα μπορεί να συνεχίσει την κανονική λειτουργία του.
- **Χαμηλότερο κόστος παραγωγής και συντήρησης για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας:** μείωση της ζήτησης ισχύος αιχμής, αυξανόμενες επιλογές για βοηθητικές υπηρεσίες από την πλευρά των καταναλωτών, υψηλότερη συνολική απόδοση του συστήματος, μείωση των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας κ.λπ., συμβάλλουν, από κοινού, στη μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης του ηλεκτρικού συστήματος.
- **Χαμηλότερο κόστος και τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για τους τελικούς καταναλωτές:** το μειωμένο ειδικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και η συμμετοχή των τελικών καταναλωτών στις αγορές χονδρικής ηλεκτρικής ενέργειας θέτουν τη βάση και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για να διεκδικήσουν και να προσεγγίσουν χαμηλότερες τιμές προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.



Εμπόδια των Έξυπνων Δικτύων

Όπως σε κάθε νέα, αναδυόμενη τεχνολογία, η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων αντιμετωπίζει ορισμένα πολύ συγκεκριμένα εμπόδια, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε πέντε κύριες κατηγορίες:

- Ανεπαρκής ενημέρωση των πιθανών εμπλεκόμενων παραγόντων (ιδιαίτερα των πελατών)
- Επιπλέον απαιτούμενο κόστος για νέες υποδομές, εξοπλισμό κ.λπ
- Έλλειψη πλήρους και επαρκούς νομοθετικού πλαισίου
- Συνεχώς επικαιροποιημένα πρότυπα και οδηγίες
- Απαιτούμενες εγκαταστάσεις ασφάλειας που θα διασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία του έξυπνου δικτύου, τόσο όσον αφορά τα φυσικά περιουσιακά στοιχεία όσο και τις ηλεκτρονικές, on-line ηλεκτρολογικές και οικονομικές συναλλαγές.