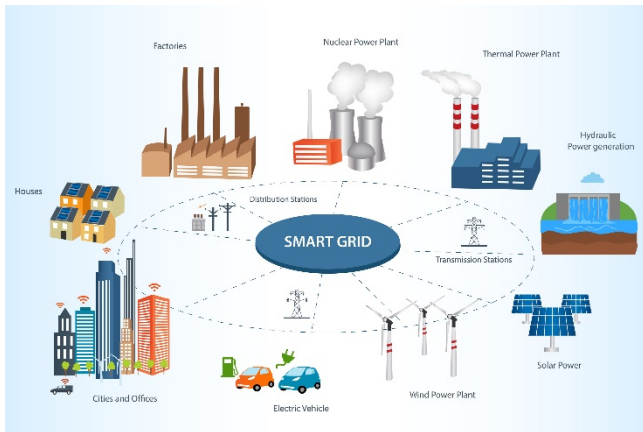


του τμήματος Γ' Ηλεκτρολόγων του 1<sup>ου</sup> ΕΠΑΛ Λιβαδειάς και του εκπαιδευτικού Σιαμανδούρα Σωτήρη,  
υπεύθυνου τομέα Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού του Εργαστηριακού Κέντρου  
Λιβαδειάς.

## Έξυπνα Ηλεκτρικά Δίκτυα

### Το Έξυπνο Ηλ. Δίκτυο

Ίσως έχετε ακούσει για το Smart Grid στις ειδήσεις ή από τον πάροχο ενέργειας σας. Αλλά δεν γνωρίζουν όλοι τι είναι το Δίκτυο, πόσο μάλλον το Ευφυές Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid). "Το δίκτυο" ή «Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς», αναφέρεται στο ηλεκτρικό δίκτυο, ένα δίκτυο γραμμών μεταφοράς, υποσταθμών, μετασχηματιστών και πολλών άλλων στοιχείων που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια από το εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας στο σπίτι ή την επιχείρησή σας. Είναι αυτό στο οποίο συνδέεστε όταν ανοίγετε το διακόπτη των φώτων σας ή ενεργοποιείτε τον υπολογιστή σας. Το σημερινό μας ηλεκτρικό δίκτυο κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1950 και βελτιώθηκε καθώς η τεχνολογία προχωρούσε κάθε δεκαετία. Σήμερα, αποτελείται από 11.300 χιλιόμετρα γραμμών μεταφοράς με 330 Υποσταθμούς Υψηλής τάσης και πάνω από 740 μετασχηματιστές Υ.Τ. έχει συνολική ισχύ πάνω από 55.400 MVA. Αν και το ηλεκτρικό δίκτυο θεωρείται ένα θαύμα της μηχανικής, πρέπει να επεκτείνουμε την ικανότητά του να ανταπεξέρχεται στις προκλήσεις της νέας εποχής. Για να προχωρήσουμε μπροστά, χρειαζόμαστε ένα νέο είδος ηλεκτρικού δικτύου, ένα που θα είναι κατασκευασμένο από τη βάση προς την κορφή για να χειρίζεται σωστά και με επάρκεια το έδαφος του ψηφιακού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και της τεχνολογίας που εξαρτώνται από αυτό - και ένα που μπορεί να αυτοματοποιηθεί και να διαχειριστεί την αυξανόμενη πολυπλοκότητα και τις ανάγκες της ηλεκτρικής ενέργειας στον 21ο Αιώνα.



Σχήμα 1. Τμήματα Ευφυούς Διασυνδεδεμένου Δικτύου Ενέργειας.

Τι κάνει ένα Δίκτυο Διανομής «έξυπνο» ;

Εν ολίγοις, η ψηφιακή τεχνολογία που επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ της υπηρεσίας κοινής ωφέλειας και των πελατών της και η ανίχνευση κατά μήκος των γραμμών μεταφοράς είναι αυτό που κάνει το δίκτυο έξυπνο. Όπως το Διαδίκτυο, το Έξυπνο Δίκτυο θα αποτελείται από χειριστήρια, υπολογιστές, αυτοματισμούς και νέες τεχνολογίες και εξοπλισμό που θα συνεργάζονται, αλλά στην περίπτωση αυτή, αυτές οι τεχνολογίες θα συνεργάζονται με το ηλεκτρικό δίκτυο για να ανταποκρίνονται ψηφιακά στην ταχέως μεταβαλλόμενη ηλεκτρική μας ζήτηση.

Ποιές οι βασικές λειτουργίες ενός Smart Grid;

Το Έξυπνο Δίκτυο αντιπροσωπεύει μια άνευ προηγουμένου ευκαιρία να μεταφερθεί η ενεργειακή βιομηχανία σε μια νέα εποχή αξιοπιστίας, διαθεσιμότητας και αποτελεσματικότητας που θα συμβάλει στην οικονομική και περιβαλλοντική μας υγεία. Κατά τη μεταβατική περίοδο, θα είναι κρίσιμο να πραγματοποιηθούν δοκιμές, βελτιώσεις τεχνολογίας, εκπαίδευση των καταναλωτών, ανάπτυξη προτύπων και κανονισμών και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ

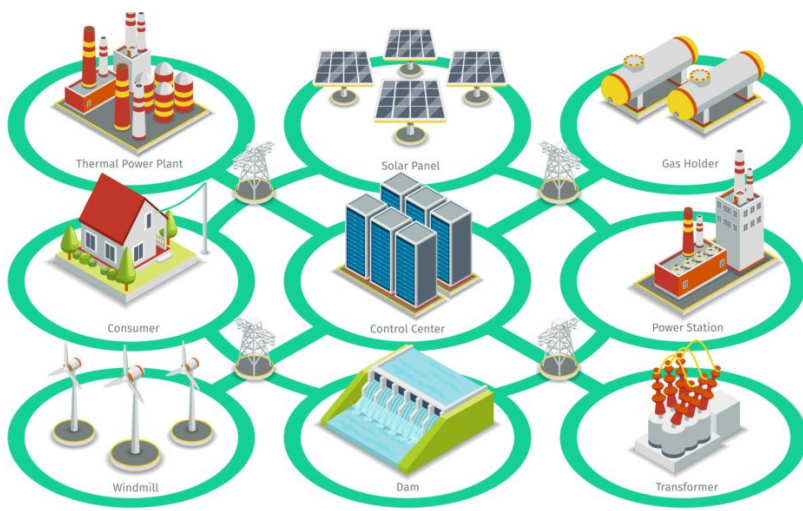
έργων, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα οφέλη που οραματιζόμαστε από το Έξυπνο Δίκτυο θα γίνουν πραγματικότητα. Τα οφέλη που σχετίζονται με το Smart Grid περιλαμβάνουν:

1. Πιο αποτελεσματική μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας
2. Ταχύτερη αποκατάσταση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας μετά από διακοπές ρεύματος
3. Μειωμένο κόστος λειτουργίας και διαχείρισης για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και, τελικά, χαμηλότερο κόστος ενέργειας για τους καταναλωτές
4. Μειωμένη ζήτηση αιχμής, η οποία θα συμβάλει επίσης στη μείωση των τελών ηλεκτρικής ενέργειας
5. Αυξημένη ενοποίηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεγάλης κλίμακας
6. Καλύτερη ενοποίηση των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πελάτη-ιδιοκτήτη, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας
7. Βελτιωμένη ασφάλεια και ταχύτερη χρήση Συστημάτων Εφεδρείας .
8. Πλήρες αυτόνομο σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης
9. Δυνατότητα συνεχούς εισαγωγής νέων ψηφιακών υπηρεσιών

Σήμερα, μια διακοπή ρεύματος, μπορεί να έχει αποτέλεσμα ντόμινο—μια σειρά αστοχιών (blackout, brownout) που μπορεί να επηρεάσουν τις τράπεζες, τις επικοινωνίες, την κυκλοφορία, την ασφάλεια και άλλους νευραλγικούς τομείς. Αυτή είναι μια ιδιαίτερη απειλή το χειμώνα, όταν οι οικιακοί καταναλωτές μπορούν να μείνουν χωρίς θερμότητα. Ένα πιο έξυπνο δίκτυο θα προσθέσει ανθεκτικότητα στο ηλεκτρικό μας σύστημα και θα το κάνει καλύτερα προετοιμασμένο για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης όπως ισχυρές καταιγίδες, σεισμοί, μεγάλες ηλιακές εκλάμψεις και τρομοκρατικές επιθέσεις. Λόγω της αμφίδρομης διαδραστικής του ικανότητας, το Έξυπνο Δίκτυο θα επιτρέψει την αυτόματη αλλαγή δρομολόγησης όταν ο εξοπλισμός αστοχεί ή συμβαίνουν διακοπές. Αυτό θα ελαχιστοποιήσει τις διακοπές λειτουργίας και θα ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις όταν συμβούν. Όταν συμβεί διακοπή ρεύματος, οι τεχνολογίες Smart Grid θα ανιχνεύσουν και θα απομονώσουν τις διακοπές, περιορίζοντας τις προτού γίνουν διακοπές ρεύματος μεγάλης κλίμακας.

Οι νέες τεχνολογίες θα βοηθήσουν επίσης να διασφαλιστεί ότι η ανάκτηση του δικτύου ενέργειας θα επαναληφθεί γρήγορα και στρατηγικά μετά από μια έκτακτη ανάγκη—π.χ. δρομολογώντας την ηλεκτρική ενέργεια πρώτα στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, το Έξυπνο Δίκτυο θα εκμεταλλευτεί περισσότερο τις γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας (μπαταρίες δικτύου, γεωθερμικά συστήματα, υδροηλεκτρικά) που ανήκουν σε πελάτες για να παράγει ενέργεια όταν δεν είναι διαθέσιμη από επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Συνδυάζοντας αυτούς τους πόρους «κατανεμημένης γενιάς», μια κοινότητα θα μπορούσε να διατηρήσει το κέντρο υγείας, την πυροσβεστική, τους φωτεινούς σηματοδότες, το τηλεφωνικό σύστημα και το παντοπωλείο της σε λειτουργία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, το Έξυπνο Δίκτυο είναι ένας τρόπος αντιμετώπισης μιας γερασμένης ενεργειακής υποδομής που πρέπει να αναβαθμιστεί ή να αντικατασταθεί. Είναι και ένας τρόπος αντιμετώπισης της ενεργειακής απόδοσης, για να ευαισθητοποιηθούν οι καταναλωτές σχετικά με τη σύνδεση μεταξύ χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και περιβάλλοντος. Και είναι ένας τρόπος για να φέρουμε αυξημένη εθνική ασφάλεια στο ενεργειακό μας σύστημα—χρησιμοποιώντας μεγαλύτερες ποσότητες εγχώριας ηλεκτρικής ενέργειας που είναι πιο ανθεκτική σε φυσικές καταστροφές και επιθέσεις (Ενεργειακή Πληροφορική).

Το έξυπνο αυτό δίκτυο (Smart Grid) χρησιμοποιεί μοντέρνα ψηφιακή τεχνολογία και προχωρημένους ICT Αλγορίθμους για τον ευφυή έλεγχο της ροής ενέργειας. Σε συνδυασμό με τα συστήματα έξυπνων μετρητών, το δίκτυο εποπτεύει αυτόματα την ενεργειακή κατανάλωση, βάση IT διαδικασιών Ενεργειακής Πληροφορικής.



Σχήμα 2. Μέρη του δικτύου διανομής ενέργειας.

### Παροχή ελέγχου στους καταναλωτές

Το Smart Grid δεν αφορά μόνο στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Αφορά και τον τελικό καταναλωτή που μπορούμε να του δώσουμε τις πληροφορίες και τα εργαλεία που χρειάζεται για να κάνει επιλογές σχετικά με τη λελογισμένη και αποδοτική χρήση της ενέργειας. Εάν διαχειρίζεστε ήδη δραστηριότητες όπως η προσωπική τραπεζική από τον υπολογιστή του σπιτιού σας, φανταστείτε να διαχειρίζεστε την ηλεκτρική ενέργεια με παρόμοιο τρόπο. Ένα πιο έξυπνο δίκτυο διανομής θα επιτρέψει ένα άνευ προηγουμένου επίπεδο συμμετοχής των καταναλωτών στη διαμόρφωση προς τα κάτω των τιμών και στην ποιότητα των υπηρεσιών. Για παράδειγμα, δεν θα χρειάζεται πλέον να περιμένετε το μηνιαίο αντίγραφο σας για να μάθετε πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνετε. Με ένα πιο έξυπνο δίκτυο, μπορείτε να έχετε μια σαφή και έγκαιρη εικόνα του. «Έξυπνοι μετρητές» και άλλοι μηχανισμοί, θα σας επιτρέψουν να δείτε πόση ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείτε, τότε τη χρησιμοποιείτε και το κόστος της. Σε συνδυασμό με την τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο, αυτό θα σας επιτρέψει να εξοικονομήσετε χρήματα χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια όταν η ηλεκτρική ενέργεια είναι πιο ακριβή ή να αλλάζετε τον πάροχό σας σε πραγματικό χρόνο χωρίς αναμονές ή έξτρα χρεώσεις. Ενώ τα πιθανά οφέλη του Έξυπνου Δικτύου συζητούνται συνήθως όσον αφορά τους στόχους της οικονομίας, της εθνικής ασφάλειας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το Έξυπνο Δίκτυο έχει τη δυνατότητα να σας βοηθήσει να εξοικονομήσετε χρήματα βοηθώντας σας να διαχειριστείτε τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και να επιλέξετε τους καλύτερους χρόνους για αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Και μπορείτε να εξοικονομήσετε ακόμη περισσότερα χρήματα δημιουργώντας τη δική σας ενέργεια μέσω μικρών φωτοβολταϊκών ή ανεμογεννητριών. Ταυτόχρονα ή άμεση επικοινωνία μεταξύ των καταναλωτών μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω μειώσεις μέσω της πίεσης των παραγωγών από μεγάλες ενώσεις καταναλωτών που ζητούν άμεσα τη φτηνότερη ενέργεια.

### Κατασκευή και δοκιμή του Έξυπνου Δικτύου

Το Έξυπνο Δίκτυο θα αποτελείται από εκατομμύρια κομμάτια και εξαρτήματα—χειριστήρια, υπολογιστές, καλώδια ρεύματος και νέες τεχνολογίες και εξοπλισμό. Θα χρειαστεί λίγος χρόνος για να τελειοποιηθούν όλες οι τεχνολογίες, να εγκατασταθεί ο εξοπλισμός και να δοκιμαστούν τα συστήματα προτού τεθεί πλήρως σε λειτουργία. Και δεν θα συμβεί ταυτόχρονα — το Έξυπνο Δίκτυο εξελίσσεται, κομμάτι-κομμάτι, την επόμενη δεκαετία περίπου. Μόλις ωριμάσει, το Έξυπνο Δίκτυο πιθανότατα θα φέρει τον ίδιο μετασχηματισμό που έχει ήδη φέρει το Διαδίκτυο στον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε, παίζουμε και μαθαίνουμε. Όπως όλα τα καινοτόμα έργα, χρειάζεται τον έλεγχο και την εκμάθηση για να γίνει ωφέλιμο στον πολίτη και όχι δυνάστης.

### Ενεργειακά Πληροφοριακά Συστήματα και Smart Metering

Με τον όρο ενεργειακό πληροφοριακό σύστημα περιγράφεται ένα πλήρες IT σύστημα μέτρησης, ανάλυσης και οργάνωσης της ροής της ενέργειας και λοιπών ενεργειακών δεικτών από τα σημεία παραγωγής ή τελικής μέτρησης. Τα

στατιστικά ψηφιακά δεδομένα, μέσω διαδικασιών επεξεργασίας, προσφέρουν ένα απλοποιημένο εργαλείο ενεργειακής ανάλυσης, το οποίο προσομοιώνει το σύστημα ως ροή ηλεκτρονικών ενεργειακών προϊόντων μέσα από IT διαδικασίες (ITILv3 on Energy). Η σύνδεση όλων των παραπάνω στοιχείων του συστήματος γίνεται μέσω διαδικτύου και ολοκληρώνεται με την προσθήκη έξυπνων μετρητών στα σημεία κατανάλωσης της ενέργειας, οι οποίοι προσφέρουν πληροφορίες πραγματικού χρόνου για την κατανάλωση. Αυτή η άμεση ενημέρωση προσφέρει τη δυνατότητα σωστής διαχείρισης της κατανάλωσης κτιρίων και υποδομών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, με σύσταση προς τα Κράτη - Μέλη - και ασφαλώς και την Ελλάδα - προσκαλεί τις Εθνικές υπηρεσίες να αρχίσουν να σχεδιάζουν την Εθνική Ενεργειακή Πληροφοριακή Στρατηγική. Κοινός παρανομαστής όλων των παραπάνω, παραμένει η ενεργειακή πληροφορία και η ψηφιακή ενεργειακή στρατηγική που θα πρέπει να σχεδιαστεί σωστά και να ακολουθηθεί με σταθερά βήματα με στόχο την ευημερία του καταναλωτή. Σημεία κλειδιά, αυτής της στρατηγικής, είναι ασφαλώς οι τρόποι μέτρησης της ενεργειακής πληροφορίας (smart metering), η ανάλυσή της και διαχείρισή της (Ενεργειακή Πληροφορική – Energy Information System), καθώς και η μετάβασή της προς στοχευμένες δράσεις και ψηφιακές Υπηρεσίες Ευφυών Ηλεκτρικών Δικτύων.

Αναφορές και Βιβλιογραφία :

1.innovationatwork.ieee.org, 2.ΑΔΜΗΕ, 3. smartgrid.gov, 4. Holland, Glesni. (1 April 2018). How sustainable tech is transforming Middle East utilities. Tehawul Tech, 5. openscience.gr

**του εκπαιδευτικού Σιαμανδούρα Σωτήρη, υπεύθυνου τομέα Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού του Εργαστηριακού Κέντρου Λιβαδειάς.**